



Contents

Ruminant Nutrition Replacement of part of diet hay with leaf of jujube tree and its effect on digestibility, some parameters of blood and fermentation of rumen in lambs of Baluchi	11
H. Hassan Pour Taghi Abad, M. Bashtani and M. R. Asghari	
The effect of diets containing dried or ensiled Conocarpus leaves on nutrients digestibility and growth performance of finishing lambs	26
F. Hoseini Asle and Morteza Chaji	
The Effect of essential oil from <i>Carum copticum</i> L. on feed intake and metabolic response of Mahabadi goats in early lactation period	40
N. Bahrami, Y. A. Alijoo, R. Pirmohammadi and B. Asadnezad	
Physical and chemical properties, gas fermentation parameters, starch digestibility and starch granules structure in Iranian corn grain Single cross 702 in comparison with different kind of imported corn grain	63
A. Rahimi, A.A. Naserian, R. Valizadeh, A. Tahmasebi and H. Dehghani	
Evaluation of vitamin C supplementation on growth performance and antioxidant activity of Holstein suckling calves	74
S. Seifzadeh, J. Seifdavati, H. Abdi Benemar, A. Zeidan Mohammad Salem and R. Seyed Sharifi	
The effect of harvesting time (morning vs. afternoon) on the chemical composition and nutritional value of sun-drying alfalfa, clover and barley forages	89
S. shokripor, J. Bayatkouhsar, F. Ghanbari and R. rahchamani	
Determination of chemical composition, gas production parameters and digestibility of leaves from several tree species (with and without polyethylene glycol) used in livestock feeding	106
R. Shahraki, J. Bayat Kouhsar, F. Ghanbari and A. Daneshvar	
Effect of Different Levels of Egg Shell Powder on Gas Production, Fermentation Parameters and Digestibility of Aflatoxin B₁ Contaminated Diet <i>in vitro</i>	120
R. Safari, Z. Nemati and M. R. Sheikhlou	
Poultry Nutrition Substitution of Roasted Whole Soybeans for Soybean Meal in Male Broiler Chicken Diets: Impact on Growth Performance, Carcass Traits and Blood Metabolites	134
M. Mihandoust, A. Hassanabadi, H. Nassiri Moghaddam and A. Golian	
Effect of Phytogetic Additive (<i>XTRACT 6930</i>) on Performance, Egg Quality and Some Physiological Parameters of Laying Hens	148
M. Shahitavi, S. Salari, M. Ghorbani and A. Aghayi	
Genetic and Breeding Identification of total microsatellites in the genome of Iranian Bactrian camels using whole genome sequencing data	159
N. Zare, N. Hedayat Evrigh, R. seyedsharifi, R. Khalkhali Evrigh and A. Boustan	

عنوان مقالات

تقدیه نشخوارکنندگان

جایگزینی بخشی از یونجه جیره با برگ درخت عناب و تأثیر آن بر قابلیت هضم، برخی پارامترهای خونی و تخمیری شکمبه‌ای در برهه‌های نر بلوچی	۱
حسین حسن پور تقی آباد، مسلم باشتی و محمد رضا اصغری	
اثر استفاده از برگ کنوکاریوس خشک یا سیلوشده بر هضم مواد مغذی و عملکرد رشد برهه‌های پرواری	۱۳
فرزام حسینی اصل و مرتضی چاچی	
اثر اسانس زنیان بر مصرف خوراک و پاسخ متابولیکی بزهای مه‌آبادی در اوایل شیردهی	۲۹
نصیه بهرامی، یونس علی علی جو، رسول پیرمحمدی و بهزاد اسنژاد	
خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، فرآیندهای تخمیری تولید گاز، گوارش پذیری نشاسته و ساختار گرانول‌های نشاسته در ذرت ایرانی سینگل کراس ۷۰۲ و واریته‌های مختلف ذرت‌های تجاری-وارداتی	۴۳
عطیه رحیمی، عباسعلی ناسریان، رضا ولی زاده، عبدالمنصور طهماسبی و حسام دهقانی	
تأثیر مکمل - ویتامین ث بر عملکرد رشد و فعالیت آنزیمی اکسیدانی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین	۶۵
صیاد سیف زاده، جمال سیف دواتی، حسین عبدی نشار، عبدالفتاح زبدان محمد سالم و رضا سیدشریفی	
تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی، فرآیندهای تولید گاز و قابلیت هضم علوفه‌های آفتاب خشک یونجه، شیدر و جو	۷۷
سکینه شکری پور، جواد بیات کوهسار، فرزاد قنبری و رضا راه چمنی	
تعیین ترکیب شیمیایی، فرآیندهای تولید گاز و قابلیت هضم برگ چند گونه درختی (با و بدون افزودن پلی‌اتیلن‌گلیکول) مورد استفاده در تغذیه دام	۹۱
روح ا... شهرکی، جواد بیات کوهسار، فرزاد قنبری و ابوالفضل دانشور	
اثر سطوح مختلف پودر پوسته تخم مرغ بر تولید گاز، فرآیندهای تخمیری و قابلیت هضم جیره غذایی آلوده با آفلاتوکسین B ₁ در شرایط برون تنی	۱۰۹
وشید صفری، ذبیح اله نعمتی و حمیدرضا شیخلو	

تقدیه طیور

اثر جایگزینی کنجاله سویا با دانه کامل سویای برشته شده بر عملکرد رشد، صفات لاشه و برخی فرآیندهای خون جوجه خروس‌های گوشتی	۱۲۳
مهدی مین دوست، احمد حسن آبادی، حسن نصیری مقدم و ابوالقاسم گلیان	
تأثیر مکمل فیتوژنیک (<i>XTRACT 6930</i>) بر عملکرد، کیفیت تخم‌مرغ و برخی فرآیندهای فیزیولوژیکی مرغان تخم‌گذار	۱۳۷
محمدرضا شهنای، سمیه سالاری، محمدرضا قربانی و علی آخایی	
ژنتیک و اصلاح شناسایی کل ریزم‌های دوکوهانه ایرانی با استفاده از داده‌های توالی‌یابی کل ژنوم	۱۵۱
ناهیده زارع، نعمت هدایت، رضا سیدشریفی، رضا خلخالی یوریک و آزاده بوستان	

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مندرجات

صفحه	تغذیه نشخوار کنندگان
۱	جایگزینی بخشی از یونجه جیره با برگ درخت عناب و تأثیر آن بر قابلیت هضم، برخی پارامترهای خونی و تخمیری شکمبه‌ای در بره‌های نر بلوچی
۱۳	حسین حسن پور تقی آباد، مسلم باشتی و محمد رضا اصغری اثر استفاده از برگ کنوکار پوس خشک یا سیلوشده بر هضم مواد مغذی و عملکرد رشد بره‌های پرواری
۲۹	فرزام حسینی اصل و مرتضی چاجی اثر اسانس زنیان بر مصرف خوراک و پاسخ متابولیکی بزهای مهابادی در اوایل شیردهی
۴۳	نفیسه بهرامی، یونس علی جو، رسول پیرمحمدی و بهزاد اسدنژاد خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، فراسنجه‌های تخمیری تولید گاز، گوارش پذیری نشاسته و ساختار گرانول‌های نشاسته در ذرت ایرانی سینگل کراس ۷۰۲ و واریته‌های مختلف ذرت‌های تجاری-وارداتی
۶۵	عطیه رحیمی، عباسعلی ناصریان، رضا ولی زاده، عبدالمنصور طهماسبی و حسام دهقانی تأثیر مکمل - ویتامین ث بر عملکرد رشد و فعالیت آنزیمی اکسیدانی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین
۷۷	صیاد سیف زاده، جمال سیف دواتی، حسین عبدی بنمار، عبدالفتاح زیدان محمد سالم و رضا سیدشریفی تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم علوفه‌های آفتاب خشک یونجه، شبدر و جو
۹۱	سکینه شکری پور، جواد بیات کوهسار، فرزاد قنبری و رضا راه چمنی تعیین ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم برگ چند گونه درختی (با و بدون افزودن پلی اتیلن گلایکول) مورد استفاده در تغذیه دام
۱۰۹	روح شهرکی، جواد بیات کوهسار، فرزاد قنبری و ابوالفضل دانشور اثر سطوح مختلف پودر پوسته تخم مرغ بر تولید گاز، فراسنجه‌های تخمیری و قابلیت هضم جیره غذایی آلوده با آفات توکسین B ₁
	در شرایط برون تنی رشید صفری، ذبیح اله نعمتی و حمیدرضا شیخلو
	تغذیه طیور
۱۲۳	اثر جایگزینی کنجاله سویا با دانه کامل سویای برشته شده بر عملکرد رشد، صفات لاشه و برخی فراسنجه‌های خون جوجه خروس‌های گوشتی
۱۳۷	مهدی میهن دوست، احمد حسن آبادی، حسن نصیری مقدم و ابوالقاسم گلپای تأثیر مکمل فیتوژنیک (XTRACT 6930) بر عملکرد، کیفیت تخم مرغ و برخی فراسنجه‌های فیزیولوژیکی مرغان تخم‌گذار
	محمد رضا شهتاوی، سمیه سالاری، محمد رضا قربانی و علی آقایی
	ژنتیک و اصلاح
۱۵۱	شناسایی کل ریزماهورها در ژنوم شترهای دوکوهانه ایرانی با استفاده از داده‌های توالی‌یابی کل ژنوم
	ناهیده زارع، نعمت هدایت، رضا سیدشریفی، رضا خلخالی ایوریق و آزاده بوستان

اسامی ارزیابان جلد ۱۳ شماره ۱ (بهار ۱۴۰۰) نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران (به ترتیب الفبا)

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس	دکتر محمدجواد آگاه
دانشگاه فردوسی مشهد	دکتر سید هادی ابراهیمی
دانشگاه پیام نور مشهد	دکتر عطیه بهلولی قائن
دانشگاه گنبد کاووس	دکتر جواد بیات کوهسار
مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد	دکتر گلناز تاسلی
دانشگاه تبریز	دکتر حسین جانمحمدی
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان	دکتر مرتضی چاجی
دانشگاه تبریز	دکتر علی حسین خانی
دانشگاه شهرکرد	دکتر فریبرز خواجعلی
دانشگاه آزاد اسلامی - واحد قائمشهر	دکتر وحید رضائی پور
دانشگاه شهرکرد	دکتر فریبا رضائی سرتشنیزی
دانشگاه آزاد اسلامی - واحد داراب فارس	دکتر ابراهیم روغنی حقیقی فرد
دانشگاه جیرفت	دکتر زهرا رودباری
دانشگاه زنجان	دکتر داوود زحمتکش
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان	دکتر سمیه سالاری
دانشگاه محقق اردبیلی	دکتر جمال سیف دواتی
دانشگاه ارومیه	دکتر یونس علی علی جو
مجتمع آموزش عالی تربت جام	دکتر محسن کاظمی
دانشگاه تربیت مدرس تهران	دکتر محمدمیر کریمی ترشیزی
دانشگاه تربیت مدرس تهران	دکتر مصطفی لطفی
دانشگاه بیرجند	دکتر محسن مجتهدی
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان	دکتر طاهره محمدآبادی
دانش آموخته دکتری دانشگاه فردوسی مشهد	دکتر خدیجه نصیری

راهنمای تهیه و نگارش مقاله جهت چاپ در نشریه پژوهش های علوم دامی ایران

نشریه پژوهش های علوم دامی ایران، وابسته به دانشگاه فردوسی مشهد مقالات تحقیقی نویسندگان داخلی و خارجی را در زمینه های علوم دامی که به زبان فارسی با چکیده مبسوط به زبان انگلیسی و بر اساس دستورالعمل زیر تهیه شده باشند، جهت چاپ در نشریه می پذیرد. این مقالات باید برای اولین بار ارایه شده باشند و یا بطور همزمان به نشریه دیگری برای چاپ ارسال نگردیده باشند. ارایه نتایج در گردهمایی های علمی یا چاپ بصورت چکیده در مجلات علمی بلامانع است. **توجه به شیوه نامه ذیل کاملاً ضروری است:**

- ✓ مقاله ای که بر اساس دستورالعمل نشریه تهیه نشده باشد، در جلسه هیئت تحریریه مطرح نمی شود.
- ✓ مقاله ها توسط هیات تحریریه و داوران بررسی و در صورت پذیرش بر اساس تاریخ دریافت در نوبت چاپ قرار خواهند گرفت.
- ✓ مسئولیت صحت مطالب به عهده نویسنده (گان) به طور مشخص نویسنده مسئول می باشد.
- ✓ هیأت تحریریه در رد و ویرایش مقاله ها مجاز است.
- ✓ مقاله ها پس از پذیرش نهایی، از لحاظ ادبی ویرایش شده و جهت اعمال اصلاحات نهایی برای نویسنده مسئول ارسال می گردد. نویسنده مسئول باید اصلاحات خواسته شده را ظرف مدت ۳ روز با نرم افزار Microsoft Word 2007 اعمال و ارسال نماید. بدیهی است هرگونه تغییر پس از آن قابل قبول نخواهد بود.
- ✓ مدارک مربوط به داوری کلیه مقاله ها در دفتر نشریه محفوظ و محرمانه بوده و هیأت تحریریه نسبت به ارائه مدارک مربوط به مقالاتی که مورد پذیرش قرار نگرفته اند، متعهد نمی باشد.
- ✓ عدم رعایت شیوه نامه فوق موجب تأخیر در پذیرش و رفت و برگشت های مکرر و زمان بر مقاله خواهد شد.

نکات مهم:

جهت ارسال هر مقاله باید چهار فایل با این مشخصات آماده گردد. (۱) فایل اصلی مقاله به صورت Word، (۲) فایل اصلی مقاله به صورت PDF (فایلهای اصلی نباید دارای اسامی و مشخصات نویسندگان باشند)، (۳) فایل صفحه مشخصات نویسندگان مقاله و (۴) فایل تعهد نامه که باید از طریق سایت نشریه به آدرس <http://ijasr.um.ac.ir/index.php/animal> به صورت بارگذاری در سایت، ارسال گردد. فایلهای Word و PDF در قسمت فایلهای اصلی و فایلهای صفحه مشخصات نویسندگان و تعهدنامه در قسمت فایلهای مکمل بارگذاری شود. در هنگام ارسال مقاله عنوان مقاله به طور صحیح و اسامی کلیه نویسندگان مقاله به ترتیب باید در سایت وارد شود. توجه شود که کلیه مراحل (ارسال، ارزیابی، اصلاحات، پذیرش و یا عدم پذیرش) از طریق سایت نشریه انجام می گیرد، همچنین کلیه نویسندگان مقاله باید فرم ارسال مقاله را تأیید و فقط از طریق سایت روند پیشروی مقاله خود را پیگیری نمایند. نویسنده مسئول می تواند از طریق ایمیل نشریه به آدرس ijasr@um.ac.ir، ijasr@fums.ac.ir یا ijasr@ferdowsi.um.ac.ir نیز از روند پیشرفت مقاله خود مطلع گردد.

الف) فرم صفحه مشخصات مقاله

صفحه مشخصات باید به هر دو زبان فارسی و انگلیسی حاوی عنوان کامل مقاله، نام و نام خانوادگی، مرتبه علمی و سمت نویسنده (گان)، نام گروه یا مؤسسه ای که نویسنده (گان) در آن شاغل هستند و محلی که تحقیق در آن انجام شده است، آدرس کامل نویسنده (گان) شامل آدرس پستی، شماره تلفن، دورنگار و آدرس پست الکترونیکی باید در این صفحه قید شود. توجه شود که نام و محل خدمت نویسنده (گان) باید فقط در این صفحه نوشته شود و از تکرار آن در صفحات دیگر مقاله خودداری شود.

ب) فرم تعهد نامه

فرم تعهدنامه که در سایت بارگذاری شده است باید توسط نویسندگان تکمیل و پس از اینکه **به امضای تمام نویسندگان (گان) مقاله** رسید، اسکن شده و همراه فرم صفحه مشخصات نویسندگان به عنوان فایل مکمل در سایت بارگذاری گردد.

ت) دستورالعمل تهیه مقاله؛ روش تحریر

- ✓ کلیه قسمت‌های مقاله بایستی توسط Word 2007 و با فاصله خطوط ۱ و رعایت ۲/۵ سانتی متر حاشیه از هر طرف تهیه شده باشد.
- ✓ فونت B Mitra با اندازه فونت ۱۴ بکار رود.
- ✓ حداکثر تعداد صفحات مقاله ۱۵ صفحه باشد.
- ✓ از نشانه گذاری های متداول چون نقطه، ویrgول و ... به درستی استفاده شود.
- ✓ رعایت نیم فاصله در کلمات ترکیبی و جمع مانند اندازه گیری، شده اند، می شود، می توان، نکته ها و ... ضروری است.
- ✓ معادله ها در متن مقاله باید به ترتیب از ابتدا تا انتها شماره گذاری شوند.
- ✓ واحدهای مورد استفاده در متن مقاله باید بر اساس سیستم بین المللی متریک (SI) باشد.
- ✓ تعداد پاورقی ها به حداقل برسد و شماره پاورقی ها در هر صفحه از عدد یک آغاز شود.

ث) ترتیب بخش ها

بخشهای ضروری هر مقاله شامل: عنوان، چکیده فارسی، واژه های کلیدی، مقدمه، مواد و روش ها، نتایج و بحث، نتیجه گیری کلی، منابع، عنوان انگلیسی و چکیده مبسوط انگلیسی می باشند. بخشهای پیشنهادات و سپاسگزاری بصورت اختیاری و کاملاً خلاصه شده می توانند به متن مقاله پس از بخش نتیجه گیری کلی اضافه شوند.

۱- عنوان

عنوان مقاله در ابتدا و وسط صفحه اول و به صورت پررنگ نوشته شود. عنوان باید روان، بیانگر محتوای مقاله و مختصر (حداکثر حاوی ۱۵ کلمه) باشد. عنوان فارسی، چکیده فارسی و واژه های کلیدی (بدون ذکر نام نویسندگان) باید در صفحه نخست ذکر شوند.

۲- چکیده فارسی

چکیده فارسی باید حداکثر در ۲۵۰ کلمه تهیه شود. در این بخش مقاله اهداف عمده، مواد و روشها، نتایج و کاربردهای شاخص بصورت خلاصه و گویا ذکر شوند. از ذکر علائم آماری چون ($P < 0.05$) و منابع مورد استفاده در این قسمت مقاله خودداری شود.

۳- واژه های کلیدی

در انتهای متن چکیده فارسی حداکثر ۵ کلمه به عنوان واژه های کلیدی (به ترتیب حروف الفبا) نوشته شود.

۴- مقدمه

مقدمه باید به معرفی و توجیه موضوع و هدف مورد پژوهش بپردازد و در آن به تحقیقات انجام یافته در زمینه مورد نظر به طور مختصر و کافی اشاره شده باشد. مقدمه باید حداکثر در یک صفحه ارائه شده باشد.

۵- مواد و روش ها

شرح کامل مواد مورد استفاده و روش ها و طرح (طرحهای) آزمایشی بکار رفته در این بخش ذکر شوند. از بیان کامل روشهای اقتباس شده خودداری گردد و فقط به ارایه اصول و ذکر مأخذ اکتفا شود. مواد و روشهای ویژه، اصلاحی و ابداعات به نحوی که دیگران قادر به استفاده از آن در آزمایشهای خود باشند، می توانند به اختصار ذکر گردند. در صورت لزوم جهت معرفی تیمارها و یا روشهای خاص آزمایش می توان از جدول یا شکل استفاده کرد.

۶- نتایج و بحث

برای ارایه نتایج می توان از جدول، شکل، تصویر و منحنی استفاده کرد، اما باید از تکرار آنها به فرمتهای مختلف جدا خودداری شود. در هر قسمتی که نتایج ارائه می شوند باید مورد تجزیه و تحلیل هم قرار گیرند و با در نظر گرفتن هدف پژوهش، نتایج حاصله با نتایج پژوهشهای مشابه مقایسه و بحث شوند و نتیجه گیری از هر مبحث در انتهای آن ذکر گردد.

۶-۱- نحوه تهیه جدول ها و شکل ها

۶-۱-۱- جدول

✓ **الگوی جدول باید دقیقاً مشابه جدول نمونه ذیل باشد.**

✓ **عنوان و اطلاعات نوشتاری درون جدول به دو صورت فارسی و انگلیسی نوشته شوند، اما اعداد فقط به انگلیسی نوشته شوند.**

✓ فونت عنوان و محتویات جدول برای فارسی B Mitra و برای انگلیسی Times New Roman با اندازه ۱۰ باشد. زیرنویس با اندازه فونت ۹ نوشته شود.

✓ عنوان جدول در بالا و با فرمت وسط چین نوشته و گویای نتایج مندرج در آن باشد. عنوان از شماره جدول با خط تیره جدا شود. در کل جدول **فقط عبارت جدول و شماره آن** پررنگ گردد و از ارائه پررنگ سایر قسمت‌های جدول خودداری شود. (جدول ۱- تأثیر)

✓ هر جدول با یک خط افقی از عنوان آن و سر جدول با یک خط افقی از متن جدول جدا و در زیر متن جدول نیز یک خط افقی کشیده شود. در صورت لزوم می‌توان برای تقسیم سر جدول از خطوط افقی در داخل کادر سر جدول استفاده کرد.

✓ تیمارها در ردیف اول، سر جدول و به صورت وسط چین، اما متغیرها در سمت چپ جدول و به صورت چپ چین ارائه گردد.

✓ از کشیدن هر گونه خط عمودی در جدول خودداری شود.

✓ توضیحات اضافی عنوان و متن جدول باید بصورت زیر نویس ارائه شوند و ارتباط آنها با جدول و عنوان با استفاده از علامت‌های عددی در بالا و سمت راست جمله‌ها، اعداد و غیره به صورت توان و اندازه کوچکتر مشخص شود. برای نوشتن زیر نویس یک سطر به جدول اضافه و آن سطر را Merge کرده و زیر نویس‌ها را در آن بنویسید تا خطوط شروع جدول و زیر نویس هم‌راستا باشند.

✓ توضیحات زیرنویس در صورتی که به زبان فارسی است، راست چین و در صورتی که به زبان انگلیسی است، چپ چین باشند.

✓ واحدهای مربوط به هر پارامتر جدول روبروی آن نوشته شود و اگر کل پارامترهای جدول یک واحد دارند در عنوان جدول نوشته شود. (مانند مثال زیر):

جدول ۱- تأثیر سطوح مختلف محصولات فرعی در جیره بر متابولیت‌های پلاسما (بر حسب میلی‌گرم بر دسی لیتر)

Table1- Effect of different levels of by-products in dietaryon plasma metabolites (mg/dl)

Plasma metabolites	جیره های آزمایشی Experimental diets				P-value		
	Alfalfa	5% BP ¹	20% BP	SEM	treat	time	Treat × time
گلوکز Glucose (mg/dl)	10.0	10.0	10.0	10.0	0.002	0.002	0.002
نیترژن اوره ای خون BUN (%) ²	10.0	10.0	10.0	10.0	0.002	0.002	0.002
آسپارات آمینو ترانسفراز AST (U/L) ³	10.0	10.0	10.0	10.0	0.002	0.002	0.002
آلانین آمینو ترانسفراز ALT (U/L) ⁴	10.0	10.0	10.0	10.0	0.002	0.002	0.002
لیپوپروتئین با دانسیته پایین LDL (mol/L) ⁶	10.0	10.0	10.0	10.0	0.002	0.002	0.002

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P<0.05).

Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

¹By-Products were used instead of alfalfa in 5 and 10 % based on dry matter intake.

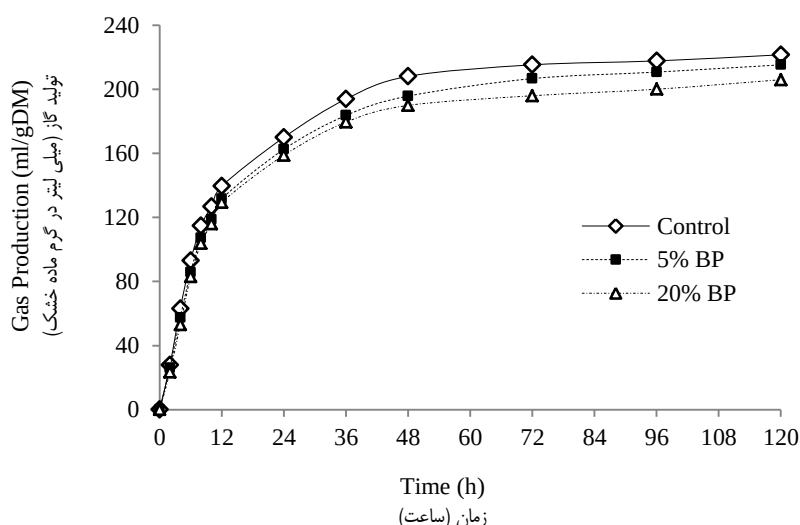
²Blood urea nitrogen

³Aspartate Aminotransferase

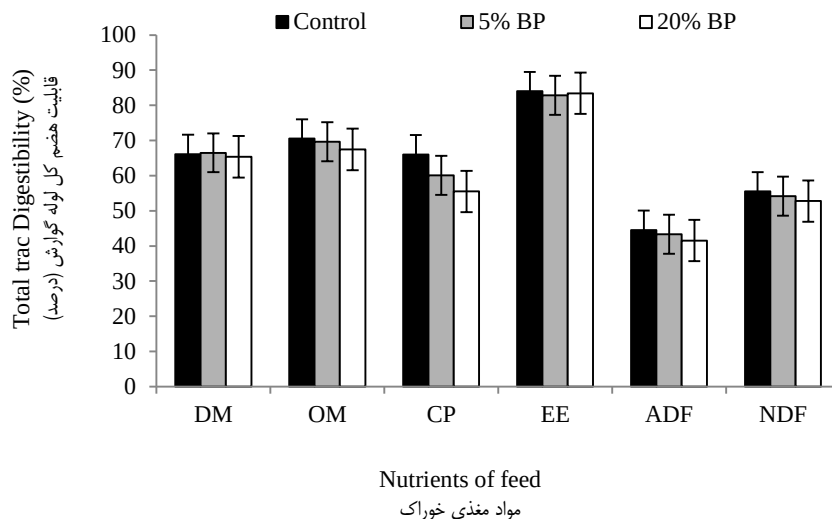
⁴Alanine Aminotransferase

⁵Low density lipoprotein

- ✓ **الگوی شکل باید دقیقاً مشابه با شکل‌های نمونه ذیل باشد.**
- ✓ **عنوان شکل، عنوان محورهای افقی و عمودی شکل به دو صورت فارسی و انگلیسی نوشته شوند. اما اعداد به انگلیسی باشند.**
- ✓ هر محور افقی و عمودی باید حاوی توضیح کامل و واحد باشد. واحد پس از عنوان محور داخل پرانتز نوشته شود.
- ✓ عنوان شکل در پایین و با فرمت وسط چین نوشته و معرف محتوای ارایه شده در آن باشد.
- ✓ فونت عنوان و محتویات شکل برای فارسی B Mitra و برای انگلیسی Times New Roman با اندازه ۱۰ باشد. زیرنویس با اندازه فونت ۹ نوشته شود. در کل شکل **فقط عبارت شکل و شماره آن** پررنگ باشد و عنوان و توضیح شکل به صورت پررنگ نباشد. (**شکل ۱** - تأثیر)
- ✓ از اعداد انگلیسی در محورهای افقی و عمودی در شکل‌ها استفاده شود. توجه: در مورد شکل، از الگوهای سیاه و سفید استفاده شود و رنگ زمینه در کلیه شکل‌ها بایستی سفید باشد.
- ✓ در نمودارهای خطی می‌توان از علائمی نظیر (♦, ◇, ▲, △, +, ●, ○, ■, □) استفاده کرد.
- ✓ از آوردن کادر دور شکل و خطوط طولی در شکل خودداری شود.
- ✓ سعی شود با نرم افزار Excle روی شکل‌ها به خوبی کار شود تا بالاترین کیفیت برای شکل‌ها بدست آید.



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف محصولات فرعی در جیره بر میزان تولید گاز در شرایط *in vitro*
Figure 1- Effects of different levels of by-products in dietary on extent of gas production *in vitro*



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف محصولات فرعی در جیره‌بر قابلیت هضم شکمبه ای مواد مغذی
Figure 1- Effects of different levels of by-products in dietary on rumen digestibility of nutrients

۷- نتیجه گیری کلی

استنتاج های کلی و شاخص حاصل از تحقیق باید در این بخش ذکر شوند. چنانچه نویسنده (گان) پیشنهاداتی بر آمده از تحقیق برای خوانندگان داشته باشند، می توانند در این قسمت ذکر نمایند.

۸- سپاسگزاری

بخشی اختیاری است و در ذیل آن نگارنده (گان) می توانند از تأمین کنندگان بودجه، امکانات و اشخاصی که در انجام تحقیق کمک کرده اند حداکثر در ۳ سطر پس از پذیرش در مرحله ویراستاری تشکر و قدردانی نمایند، بنابراین توصیه اکید می شود نویسنده (گان) در کلیه مراحل قبل از پذیرش نهایی از اضافه کردن این بخش به مقاله خودداری نمایند.

۹- منابع

الف) ارجاع به منابع

در متن مقاله ارجاع به منابع مقاله باید با استفاده از ذکر شماره هر منبع در آخر هر جمله یا پاراگراف صورت گیرد. در صورتی که یک جمله یا پاراگراف به چند منبع ارجاع می دهد، رعایت ترتیب اعداد از کوچک به بزرگ الزامی است.

همچنین مطالعات ژنتیکی محدودی روی ژنوم شتر در ایران صورت گرفته است (۲، ۴، ۱۸). خیری و همکاران (۵)، توالی نوکلئوتیدی را در دو گونه شتر مورد بررسی قرار دادند.

ب- منابع مورد استفاده

منابع مورد استفاده باید شامل جدیدترین منابع در زمینه کار مورد نظر باشد. فهرست منابع به ترتیب حروف الفبای نام خانوادگی نویسنده (گان) مقاله مرتب و شماره گذاری شود. وقتی از چند اثر مختلف یک نویسنده استفاده می شود، ترتیب شماره گذاری این مقاله ها بر حسب سال انتشار آنها (از قدیم به جدید) انجام گیرد **(توجه شود که تمام منابع فارسی و انگلیسی مورد استفاده در قسمت منابع باید به انگلیسی نوشته شوند. سال های شمسی به میلادی تبدیل شوند. در برگردان اسامی افراد اطمینان حاصل شود که املاء آن ها و سال انتشار درست باشد. ضروری است در انتهای منابع فارسی که به انگلیسی برگردان شده است عبارت In Persian در انتهای منبع داخل پرانتز ذکر شود).**

۹-۱- نکات مهم درمورد نوشتن منابع

- ✓ نحوه نگارش منابع اتخاذ شده از نشریه های علمی، کتاب، همایش ها و یا درگاه الکترونیکی بایستی به صورت ذیل باشد.
- ✓ نام نشریه و یا همایش علمی باید به صورت کامل نوشته شود و از نوشتن مخفف آنها جداً خودداری شود.
- ✓ نام خانوادگی نویسنده اول، حرف اول اسم (اسامی) کوچک نویسنده اول، از نویسنده دوم به بعد حرف اول اسم (اسامی) کوچک و بعد نام خانوادگی. سال انتشار. عنوان. مشخصات ناشر. صفحه.
- ✓ به نقطه و ویرگولها در نوشتن منابع بسیار توجه شود.

به مثالها توجه نمایید:

۹-۱-۱- نشریه های علمی

1. Lane, M. A., R. L. Baldwin, and W. Jesse. 2011. Sheep rumen metabolic development in response to different dietary treatment. *Journal of Dairy Science*, 78(Supp1.1):310(Abstr).
2. Tyrrell, H. F., and P. W. Moe. 2008. Effect of intake on digestive efficiency. *Journal of Dairy Science*, 58:1151-1163.
3. Ansari-Renani, H., M. Salehi, Z. Ebadi, and S. Moradi. 2010. Identification of hair follicle characteristics and activity of one and two humped camels. *Small Ruminant Research*, 90(1):64-70.
4. Akbari, M., and H. R. Afshari. 2014. Mapping of transcription factor binding Region of kappa casein (CSN3) gene in Iranian Bacterianus and Dromedaries camels. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 6(4):57-65. (In Persian).
5. Karimi, M. A., M. C. Esfahan, G. Hisseini, and M. Rezaei. 2012. Effect of glutamic acid on broiler given sub marginal crude protein with adequate essential amino acids using feeds high and low in potassium. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 5(2):17-25. (In Persian).

۹-۱-۲- کتاب ها

6. AOAC International. 2012. Official Methods of Analysis. 19th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
7. Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). Agric. Handbook No. 379. ARS-USDA, Washington, DC.
8. Lengemann, F. W., R. A. Wentworth, and C. L. Comar. 1974. Physiological and biochemical aspects of the accumulation of contaminant radionuclides in milk. Pages 159-170 in Lactation: A Comprehensive Treatise. Nutrition and Biochemistry of Milk/Maintenance. Vol. 3. B. L. Larson and V. R. Smith, ed. Academic Press, London, UK.
9. National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

۹-۱-۳- همایش ها

10. Barbano, D. M. 1996. Mozzarella cheese yield: Factors to consider. Page 29 in Proc. Wisconsin Cheese Markers *Meeting Center of Dairy Research*, University of Wisconsin, Madison.
11. National Mastitis council. 1995. Summary of peer-reviewed publications on efficacy of premilking and postmilking teat disinfections published since 1980. Pages 82-92 in Natl. *Mastitis Council Regional Meeting proceeding*, Harrisburg, PA. Natl. Mastitis council, Inc., Madison. WI.

۹-۱-۴- درگاه الکترونیکی (Web Site)

12. Buch, L. H., A. C. Sorensen, J. Lassen, P. Berg, J. A. Eriksson, J. H. Jakobsen, and M. K. Sorensen. 2011. Hygiene-related and feed-related hoof diseases show different patterns of genetic correlations to clinical mastitis and female fertility. *Journal of Dairy Science*, 94:1540-1551. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2010-3137>.
13. Mathieu R., H. M. Richards, S. J. Brooks, W. Stewart, and M. Sbins. 2004. Relationships between Milk production and heritability in Holstein dairy cattle. *International Journal of Animal Science*, 24(2):65-81. Available at <http://www.informaworld.com/contentUa/V.24-2>.

*** نویسندگان محترم توجه نمایند که آخرین اصلاحات راهنمای نگارش مقاله در سایت نشریه قابل دسترس است.

بر اساس رویکرد دانشگاه فردوسی مشهد مبنی بر لزوم توجه به نظام‌های رتبه‌بندی و علم‌سنجی رسمی، از ارایه‌دهندگان مقاله‌ها درخواست می‌گردد که چکیده انگلیسی مقاله را به صورت چکیده مبسوط (Extended Abstract) با فرمت زیر تهیه و در انتهای مقاله حداکثر در یک صفحه بعد از منابع نوشته و سپس مقاله را در سایت بارگذاری نمایند. چکیده مبسوط باید دارای **حداقل ۷۰۰ و حداکثر ۱۰۰۰ کلمه** باشد. بخشهای تشکیل دهنده چکیده مبسوط و مشخصات آنها باید به شرح ذیل باشد.

✓ ابتدای واژه‌های اصلی عنوان انگلیسی مقاله و کلمات کلیدی با حروف بزرگ نوشته شود.

✓ از ذکر اسامی و آدرس نویسندگان به انگلیسی در بخش چکیده مبسوط خودداری گردد.

The Title Should Be Times New Roman, Font Size 12, Bold and Center. The Scientific Name in Title and in Text Should Be *Italic*.

[illegible][illegible][illegible][illegible]

Keywords: Aaaa, Bbbb, Cccc, Dddd, Eeee, Ffff.



مقاله علمی - پژوهشی

جایگزینی بخشی از یونجه جیره با برگ درخت عناب و تأثیر آن بر قابلیت هضم، برخی پارامترهای خونی و تخمیری شکمبه‌ای در بره‌های نر بلوچی

حسین حسن پور تقی آباد^{۱*}، مسلم باشتنی^۲، محمد رضا اصغری^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۹

چکیده

جهت برر سی جایگزینی بخشی از یونجه جیره با برگ درخت عناب و تأثیر آن بر قابلیت هضم، برخی پارامترهای خونی و تخمیری شکمبه‌ای در بره‌های نر بلوچی، آزمایشی در قالب سه تیمار (۶، ۱۲ و ۱۸ درصد برگ درخت عناب) بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد. جایگزینی برگ درخت عناب با بخشی از یونجه جیره، تأثیر معنی‌داری بر میانگین مصرف خوراک روزانه، قابلیت هضم مواد مغذی، برخی پارامترهای خونی و تخمیری شکمبه داشت، به‌طوری‌که pH مایع شکمبه، قابلیت هضم پروتئین خام، گلوکز، نیتروژن اوره‌ای خون در تیمارهای حاوی ۶ و ۱۲ درصد برگ درخت عناب، کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد. در میان تیمارها، بیشترین مقدار کلسترول، HDL و LDL مربوط به جیره حاوی ۱۲ درصد برگ عناب بود. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که استفاده از جیره حاوی ۶ درصد برگ عناب، اثرات منفی بر قابلیت هضم مواد مغذی، فراسنجه‌های تخمیری شکمبه‌ای و خونی نداشت.

واژه‌های کلیدی: برگ عناب، بره‌های پرواری، تانن، ترکیب شیمیایی، عملکرد.

مقدمه

سپونین است که با خشک کردن برگ‌ها، این ممانعت کننده از بین می‌رود. همچنین عناب دارای یک ماده متبلور ضد تغذیه‌ای در برگ خود به نام اسید زیزیفیک^۵ و یک تانن به نام اسید زیزیفوتانیک^۴ است که ممانعت کننده پروتئین در برگ عناب می‌باشد و قابلیت هضم پروتئین را کاهش می‌دهد. درختچه‌ها و بوته‌های مناطق گرم‌سیری از جمله عناب حاوی مواد ضد تغذیه‌ای نظیر تانن و اگزالات می‌باشد که می‌توانند باعث کاهش خوش‌خوراکی و کاهش مصرف اختیاری خوراک توسط دام گردد (۲۸). تانن متراکم به میزان ۵ درصد ماده خشک در جیره تأثیری بر نیتروژن آمونیاکی و pH مایع شکمبه ندارد (۱). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، عصاره عاری از ازت و ماده آلی برگ درخت عناب به‌ترتیب برابر ۵۲۷، ۳۸۷، ۳۳۶ و ۵۵۶ گرم در کیلوگرم ماده خشک می‌باشد (۱۷). مطالعات نشان داده که تانن موجود در جیره به‌دلیل عدم خوش‌خوراکی و باند شدن با پروتئین‌ها، می‌تواند قابلیت هضم و مصرف ماده خشک

تأمین علوفه یکی از نیازهای اساسی صنعت دامپروری بوده و از طرفی استفاده از منابع خوراکی با کمترین هزینه مورد توجه است. استفاده از مواد خوراکی که رقابتی با زنجیره غذایی انسان ندارد، بهترین راهکار موجود با هدف افزایش تأمین مواد مغذی از چنین خوراک‌هایی برای تغذیه حیوانات مزرعه‌ای است. در این راستا استفاده از منابع علوفه‌ای با کیفیت پایین و بقایای صنایع غذایی و کشاورزی مورد توجه متخصصین تغذیه دام بوده است (۳۴). عناب^۴ درختی کوتاه با ارتفاع ۲ تا ۸ متر بوده و گاهی تا ۱۲ متر هم می‌رسد و بسیار مقاوم به خشکی می‌باشد. سطح زیر کشت محصول عناب در ایران حدود ۳۰۰۰ هکتار می‌باشد که از این سطح بیش از ۹۵٪ آن یعنی حدود ۲۸۵۰ هکتار آن در خراسان جنوبی واقع شده و ۴۲۰۰ تن محصول عناب از آن تولید می‌گردد. مورتون (۲۴) گزارش کرد که برگ‌های تازه درخت عناب حاوی

4- *Zizyphus jujube mill*
5- Acid Zizyphic
6- Acid Zizyphotannique

۲، ۱ و ۳ به ترتیب: دانش آموخته کارشناسی ارشد، استاد و مربی گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
(Email: hosseinhasanpour90@gmail.com) (*- نویسنده مسئول)
Doi: 10.22067/ijasr.v13i1.75949

تانن متراکم براساس روش پاتر و همکاران (۲۶) اندازه‌گیری شد.

دام‌ها و جیره‌های آزمایشی

جهت انجام آزمایش از تعداد ۲۴ رأس بره نژاد بلوچی با میانگین $32/50 \pm 5/85$ و سن پنج ماهگی در واحد دامپروری دانش‌کده کشاورزی بیرجند استفاده شد. جیره‌های آزمایشی شامل سطوح ۶، ۰ و ۱۲ درصد برگ درخت عناب به صورت جایگزین با یونجه مطابق نرم افزار SRNS (نسخه ۱۹۶۰۶۹) تهیه شدند (جدول ۱). جیره‌های کاملاً مخلوط شده با نسبت ۳۰ به ۷۰ (یونجه و کنسانتره) تهیه و در اختیار بره‌ها قرار داده شد. جیره‌های آزمایشی برای مدت ۱۵ روز به منظور عادت‌پذیری و ۷۵ روز دوره آزمایش در دو نوبت صبح و عصر (در ساعات ۸ و ۲۰) به میزان مساوی و آب نیز به طور آزاد در اختیار بره‌ها قرار گرفت. خوراک باقی‌مانده در صبح روز بعد، قبل از ریختن خوراک آن روز جمع‌آوری و توزین شده تا مصرف خوراک روزانه محاسبه گردد. دام‌ها در طول دوره پرواربندی به طور مرتب هر ۱۰ روز یک‌بار پس از طی گرسنگی ۱۶ ساعت وزن‌کشی شدند. افزایش وزن روزانه، از تفاوت وزن نهایی از وزن اولیه، تقسیم بر تعداد روزهای پرواربندی پس از هر بار وزن‌کشی دام‌ها و ضریب تبدیل خوراک در کل دوره پرواربندی از تقسیم میانگین مقدار ماده خشک مصرفی به میانگین کل افزایش وزن زنده بره‌های هر تیمار محاسبه شد.

تعیین قابلیت هضم

برای تعیین قابلیت هضم، از روز ۶۵ پرواربندی به مدت ۱۰ روز از خوراک مصرفی روزانه، خوراک باقی‌مانده در آخور و مدفوع نمونه‌گیری شد، نمونه‌ها در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک (۲) و سپس آسیاب شدند. قابلیت هضم هر یک از مواد مغذی با اندازه‌گیری غلظت مواد مغذی در خوراک مصرفی و مدفوع محاسبه شد.

فراسنجه‌های تخمیری شکمبه

در روز ۲۵، ۵۰ و ۷۵ دوره آزمایش ۲ ساعت بعد از اولین وعده غذایی مبادرت به نمونه‌گیری از شیرابه شکمبه توسط لوله مری با کمک پمپ خلأ شد و بلافاصله pH آن توسط pH متر دیجیتال (Metrohm, 140) تعیین و ثبت گردید. در صورتی که pH آن در محدوده قابل انتظار نبود فرض می‌شد که با مقداری بزاق مخلوط شده است، بنابراین نمونه‌گیری مجدداً صورت می‌گرفت. در مرحله بعد، شیرابه شکمبه توسط پارچه متقال چهار لایه صاف و ۵ میلی‌لیتر از آن برداشته و برابر حجم آن اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال به آن اضافه شد، این نمونه نیز بلافاصله به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شد. نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه مطابق روش فنل هیپوکلریت (۶) تعیین شد.

خوراک را تحت تأثیر قرار دهد (۳۰). تانن‌ها قادر بوده در اثر پیوند با گلیکوپروتئین‌های بزاقی حالتی گس مانند را در دهان حیوان ایجاد کند که باعث افزایش ترشح بزاق شده و در نهایت خوش‌خوراکی را کاهش می‌دهند (۳۵). استفاده از پلی اتیلن گلیکول در خوراک‌های حاوی تانن باعث افزایش قابلیت دسترسی مواد مغذی خوراک و کاهش راندمان استفاده از خوراک برای میکروارگانیسم‌های شکمبه شد (۳۰). این کاهش نرخ هضم در خوراک‌های تانن‌دار باعث هم‌زمانی رهاسازی مواد مغذی مختلف می‌شود که نتیجه آن افزایش سنتز پروتئین میکروبی می‌باشد. این مکانیسم برای نشخوارکنندگان مفید بوده، زیرا باعث افزایش جریان نیتروژن غیر پروتئینی به روده کوچک شده که متعاقباً باعث افزایش تولید گوشت، پشم و شیر در دام خواهد شد. حضور تانن باعث کاهش جمعیت پروتوزوا و افزایش نسبت مولی پروبیوتان در شرایط *in vivo* شد (۳۹). به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که مقدار کم تانن در جیره ممکن است باعث افزایش راندمان پروتئین میکروبی گردد.

با توجه به محدود بودن منابع خوراک دام در کشور و به‌ویژه استان خراسان جنوبی از یک طرف و نیاز روزافزون جمعیت دامی کشور به منابع خوراکی از طرف دیگر، شناسایی و استفاده بهینه از بقایای محصولات کشاورزی، به‌ویژه محصولات فرعی کشاورزی بومی و سازگار با شرایط نامساعد اقلیمی، جهت پاسخگویی به بخشی از نیازهای خوراک دامی کشور امری ضروری محسوب می‌شود. از آنجایی که تحقیقات بسیار کمی در رابطه با استفاده از برگ درخت عناب در تغذیه دام انجام گرفته است، هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر استفاده از برگ درخت عناب در جایگزینی با یونجه بر عملکرد، متابولیت‌های خون و خصوصیات هضمی و تخمیری در تغذیه بره‌های نر بلوچی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تعیین ترکیب شیمیایی

نمونه‌های برگ درخت عناب از باغات اطراف شهرستان خوسف، استان خراسان جنوبی جمع‌آوری و به محل آزمایشگاه تغذیه دام گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی بیرجند منتقل شد. برای آنالیز تقریبی، تمام نمونه‌های مورد آزمایش به وسیله آسیاب چکشی (مدل ۱۰۰ با قطر توری ۱ میلی‌متر) آسیاب شده و مورد استفاده قرار گرفت. آنالیز شیمیایی بر اساس روش AOAC (۱) انجام شد و برای تعیین دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز طبق روش ون‌سوست و همکاران (۳۸) تعیین شد.

تعیین کل ترکیبات فنولی، تانن کل و تانن متراکم

میزان کل ترکیبات فنولی و تانن کل بر اساس روش ماکار (۱۹) و

جدول ۱- اجزاء مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی مورد استفاده بره‌های پرواری (درصد ماده خشک)

Table 1- The ingredients and chemical composition of experimental diets used for fattening lamb (% dry matter)

ترکیب مواد خوراکی Feedstuff ingredients	جیره‌های آزمایشی Experimental diets		
	Control	6%	12%
علوفه یونجه Alfalfa	30	24	18
برگ عناب Jujube leaf	0	6	12
دانه جو Barley grain	34	34	34
دانه ذرت Corn grain	16	16	16
سبوس گندم Wheat bran	5	5	5
کنجاله سویا Soybean meal	3	3	3
کنجاله تخم پنبه Cotton seed meal	5	5	5
ملاس چغندر Beet molasses	4	4	4
جوش شیرین Sodium bicarbonate	0.5	0.5	0.5
نمک Salt	0.5	0.5	0.5
مکمل ویتامینی و معدنی ^۱ Vitamin and mineral premix ¹	1	1	1
کربنات کلسیم Calcium carbonate	1	1	1
جمع کل Total	100	100	100
ترکیب شیمیایی Chemical composition			
ماده خشک Dry matter	94.56	94.39	93.71
(مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک) انرژی قابل متابولیسم Metabolisable energy (Mcal kg ⁻¹ DM)	2.4	2.4	2.3
(درصد ماده خشک) پروتئین خام Crude protein (% DM)	15.65	14.70	14.14
(درصد ماده خشک) الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF (% DM)	43.09	40.08	37.38
(درصد ماده خشک) الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF (% DM)	22.27	21.97	21.32
(درصد ماده خشک) کلسیم Calcium (% DM)	0.78	0.80	0.84
(درصد ماده خشک) فسفر Phosphous (% DM)	0.49	0.47	0.46

^۱ در هر کیلوگرم جیره: ۵۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D، ۱۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۳ گرم منگنز، ۳ گرم روی، ۳ گرم آهن، ۱۰۰ میلی گرم کبالت، ۶۰ گرم سدیم، ۰/۱ گرم ید، ۱۸۰ گرم کلسیم، ۹۰ گرم فسفر، ۰/۱ گرم کبالت، ۲۰ گرم منیزیم، ۰/۳ گرم مس و ۰/۰۰۱ گرم سلنیوم.

¹ Each kilogram of vitamin-mineral premix contained: Vitamin A (500,000 IU), Vitamin D (100,000 IU), Vitamin E (100), Iron (3 gr), Copper (0.3 gr), Manganese (2 gr), Zinc (3 gr), Iodine (0.1 gr), Cobalt (0.1 gr), Phosphous (90 gr), Calcium (180 gr), Sodium (60 gr), Magnesium (20 gr).

تعیین فراسنجه‌های خونی

در روزهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ دوره آزمایش و دو ساعت بعد از تغذیه از تمام دام‌ها از ورید وادج خون‌گیری انجام گردید. نمونه‌های خون مربوط به هر دام در ۲ لوله آزمایش مجزا جمع‌آوری شدند. یک لوله حاوی هپارین برای استخراج پلاسما و یک لوله بدون ماده ضد انعقاد برای استخراج سرم بود. نمونه‌های خون جمع‌آوری شده به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و سرم یا پلاسما حاصل از آن‌ها جدا گردید، سپس جهت آنالیزهای بعدی در فریزر و دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. اندازه‌گیری گلوکز، کلسترول، HDL، LDL، تری‌گلیسرید، اوره و نیترژن اوره‌ای خون با استفاده از کیت‌های شرکت پارس‌آزمون، بر پایه روش‌های استاندارد آزمایشگاهی و توسط دستگاه اتوآنالایزر (Chem Gesan 200, Italy) انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیزهای آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS ویرایش ۹/۲ انجام شد. داده‌های مربوط به مصرف خوراک و عملکرد آن و قابلیت هضم ماده مغذی با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و براساس مدل شماره ۱ آنالیز واریانس شدند.

داده‌های مربوط به پارامترهای خونی به دلیل تکرار داده‌ها در زمان با مدل آماری Measurement Repeated، روش ترکیبی (Mixed Model) در قالب طرح کاملاً تصادفی و با مدل آماری شماره ۲ مورد تجزیه و تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام شد.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad (1)$$

$$Y_{ij} = \mu + T_i + W_j + (T_i \times W_j) + e_{ijk} \quad (2)$$

در این معادله، Y_{ij} : صفت مورد مطالعه، T_i : میانگین مشاهدات، اثر تیمار، $T_i \times W_j$: اثر متقابل تیمار و زمان و e_{ijk} : اثر خطای آزمایش می‌باشد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی برگ عنب در جدول ۲ ارائه شده است. مورتون (۲۴) میزان پروتئین خام برگ درخت عنب را ۱۶/۹- درصد براساس ماده خشک ذکر کردند. این مقدار در آزمایش ناچ و همکاران (۲۵) برابر ۱۴ درصد و در آزمایش باشتنی و همکاران (۴) برابر ۱۵/۱ درصد بود. کونگو مانیلا و پرستون (۱۵) میزان NDF را ۴۵/۱ درصد ماده خشک به دست آوردند که با مقدار این آزمایش (۴۱/۵) هم خوانی دارد، اما با آزمایش باشتنی و همکاران (۴) هم

خوانی ندارد (۳۲ درصد). مقدار خاکستر برگ درخت عنب ۱۱/۲ درصد براساس ماده خشک بود که با مقدار آزمایش مورتون (۲۴) هم خوانی دارد (۱۰/۲-۱۱/۷). هوبونیت و همکاران (۲۰۰۵) میزان خاکستر برگ درخت عنب را ۶/۷ درصد گزارش کردند که از مقدار تعیین شده در این آزمایش کمتر است. باشتنی و همکاران (۴) میزان خاکستر برگ درخت عنب را ۹ درصد براساس ماده خشک گزارش کردند که از مقدار تعیین شده در این آزمایش کمتر است. دلیل این اختلاف را می‌توان احتمالاً مربوط به تنوع اقلیمی یا تفاوت در مرحله برداشت دانست.

ترکیبات فنولی، تانن کل و تانن متراکم

نتایج حاصل از آنالیز کل ترکیبات فنولی، تانن کل و تانن متراکم در جدول ۳ ارائه شده است. براساس این نتایج مقدار تانن کل در برگ درخت عنب حدود ۳/۱ درصد بود که با نتایج باشتنی و همکاران (۴) و چما و همکاران (۱۰) مطابقت دارد، از طرفی مقدار تانن کل به میزان قابل توجهی کمتر از مقدار گزارش شده توسط هوبونیت و همکاران (۷) است (۱۱/۷ درصد).

مصرف خوراک

نتایج مربوط به مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه روزانه و ضریب تبدیل خوراک در جدول ۴ ارائه شده است. اختلاف آماری برای مصرف خوراک در بین تیمارها مشاهده شد ($P < 0.05$)، اما بر افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در بین تیمارها مشاهده نشد ($P > 0.05$). افزایش سطح برگ درخت عنب در جیره به طور خطی منجر به کاهش ماده خشک مصرفی شد. کاهش مصرف خوراک در تیمارهای ۶ و ۱۲ درصد برگ درخت عنب به علت کاهش خوشخوراکی و همچنین وجود تانن در برگ می‌باشد.

باشتنی و همکاران (۴)، ماده خشک مصرفی بزه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی برگ درخت عنب در مقایسه با جیره شاهد را گزارش نمودند به طوریکه بیشترین مقدار مصرف خوراک در جیره حاوی ۷/۵ درصد برگ عنب و کمترین مقدار مصرف خوراک در جیره حاوی ۱۵ درصد برگ عنب مشاهده شد. لیو و همکاران (۱۸) افزایش ماده خشک مصرفی گوسفندان تغذیه شده با جیره‌های حاوی برگ توت سفید در مقایسه با جیره شاهد را گزارش کردند به طوریکه بیشترین مصرف خوراک در جیره حاوی ۲۴ درصد برگ توت مشاهده شد که نتایج این آزمایش عکس یافته‌های تحقیق حاضر می‌باشد. در تمامی تحقیقات دلیل کاهش ماده خشک مصرفی با افزایش سطح استفاده از فرآورده‌های فرعی کشاورزی، میزان بالای ترکیبات فنولی بویژه تانن این محصولات ذکر شده است، چرا که تانن‌ها می‌توانند موجب کاهش خوشخوراکی و متعاقباً کاهش مصرف خوراک دام شود.

قابلیت هضم نتایج مربوط به قابلیت هضم در جدول ۵ ارائه شده است. اختلاف آماری برای قابلیت هضم در بین تیمارها مشاهده شد ($P < 0.05$)، اما بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، NDF و ADF در بین تیمارها مشاهده نشد ($P > 0.05$). افزودن برگ درخت عناب در جیره بره‌ها، به طور خطی قابلیت هضم پروتئین خام کاهش یافت ($P < 0.05$).

جدول ۲- ترکیب شیمیایی برگ عناب و یونجه (درصد ماده خشک)

Table 2- The chemical composition of the jujube leaf and alfalfa (% dry matter)

ماده خوراکی Feedstuff	ماده خشک Dry Matter	پروتئین خام Crude protein	دیواره سلولی Neutral detergent fiber	دیواره سلولی بدون همی- سلولز Acid detergent fiber	خاکستر Ash	ماده آلی Organic Matter	عصاره اتری Ether Extract
برگ عناب Jujube leaf	93.93	7.61	41.50	13.50	11.30	88.70	1.8
یونجه Alfalfa	93.56	14.57	40.81	3.40	9.97	90.03	1.1

جدول ۳- ترکیبات فنولی، تانن کل و تانن متراکم برگ عناب و یونجه (درصد ماده خشک)

Table 3- The composition of total phenols, tannins and condensed tannins the jujube leaf (% dry matter)

ماده خوراکی Feedstuff	فنول کل Total phenol	تانن کل Tannins	تانن متراکم Condensed tannin
برگ عناب Jujube leaf	4.7	3.1	0.48

جدول ۴- تأثیر سطوح مختلف برگ عناب بر عملکرد بره‌های نر بلوچی^۱

Table 4- Effect of different levels of jujube leaf on performance of Baluchi male lambs¹

فاکتورها Parameters	جیره‌های آزمایشی ^۲ Experimental diets ²			SEM	P-value
	1	2	3		
میانگین خوراک مصرفی (گرم در روز) Average daily feed intake (g/day)	1475.89 ^a	1377.98 ^b	1344.72 ^c	8.88	<0.0001
میانگین افزایش وزن روزانه (گرم در روز) Average daily weight gain (g/day)	184.8	171.1	166.8	0.01	0.78
ضریب تبدیل خوراک Feed Conversion Ratio	8	8.05	8.09	0.50	0.37
میانگین وزن اولیه (کیلوگرم) Average of Initial Weight (kg)	31.45	32.35	32.79	1.17	0.71
میانگین وزن پایانی Average of Final Weight (kg)	45.31	45.18	45.29	0.95	0.99

^۱ میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند ($P < 0.05$).

^۲ ۱) جیره شاهد (برگ عناب صفر درصد)، ۲) برگ عناب ۶ درصد، ۳) برگ عناب ۱۲ درصد.

^۱ Means within same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

^۲ 1) control (jujube leaves 0 %), 2) jujube leaves 6 %, 3) jujube leaves 12 %.

گوسفند تا ۱/۲ درصد ماده خشک اثر منفی بر قابلیت هضم ماده آلی و پروتئین نداشت. کاندو و همکاران (۱۶) نشان دادند وجود ۳/۲ درصد تانن متراکم در جیره‌های حاوی تفاله چای تأثیر منفی بر قابلیت هضم ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی بره‌ها نداشت. بنابراین

نتایج مطالعه‌ای نشان داد که با افزایش سطح تانن متراکم در جیره به میزان ۲ درصد ماده خشک، قابلیت هضم پروتئین کاهش یافته، اما قابلیت هضم ماده آلی و NDF تحت تأثیر قرار نگرفت (۳۰). سریرانگوو و همکاران (۳۶) نشان دادند افزایش میزان تانن در جیره

می شد بر قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده اسیدی تأثیر منفی داشت. پروتوزوآ ۲۵ تا ۳۰ درصد هضم الیاف در شکمبه برعهده دارد (۱۳)، لذا شاید یکی از دلایل کاهش غیر معنی دار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در آزمایش حاضر را بتوان به تأثیر برگ عناب به واسطه داشتن تانن (مهار پروتوزوآ) بر کاهش جمعیت پروتوزوآ نسبت داد.

پارامترهای تخمیری شکمبه

نتایج مربوط به میانگین pH و نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در جدول ۶ ارائه شده است. اختلاف آماری برای میانگین pH مایع شکمبه در بین تیمارها مشاهده شد ($P < 0.05$). نتایج نشان داد استفاده از سطوح مختلف برگ عناب، میانگین pH مایع شکمبه به طور معنی داری کاهش می یابد.

اثر منفی تانن بر قابلیت هضم پروتئین بسیار بیشتر از اثر آن بر قابلیت هضم ماده خشک و فیبر جیره است. تأثیر آنها بر قابلیت هضم پروتئین براساس توانایی آن ها در تشکیل پیوندهای هیدروژنی است که در pH بین ۳/۵ تا ۸ پایدار هستند. تغییر در هضم ناشی از مصرف تانن عمدتاً با تغییر در الگوی تخمیر شکمبه و تغییر در قابلیت هضم روده های همراه است (۱۱). احتمالاً یکی از دلایل کاهش غیر معنی دار قابلیت هضم ماده خشک در آزمایش حاضر وجود تانن در جیره می باشد. نتایج مطالعه ای نشان داد که تانن ها، نرخ تجزیه پروتئین و فیبر را کاهش می دهد (۲۰). در مطالعه ای، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام جیره گوسفندان، تحت تأثیر افزودن ۲/۵ درصد تانن موجود در گیاه *Acacia mearnsii* قرار نگرفت (۸). نتایج پژوهش حاضر احتمالاً بیان کننده این موضوع است که تانن موجود در برگ درخت عناب نتوانسته است با الیاف به ویژه نوع همی سلولزی موجود در خوراک کمپلکس تشکیل دهد، زیرا اگر این کمپلکس تشکیل

جدول ۵- قابلیت هضم (%) برخی مواد مغذی در جیره های آزمایشی^۱
Table 5- Nutrition digestibility (%) of the experimental diets¹

فاکتورها Parameters	جیره های آزمایشی ^۲ Experimental diets ²			SEM	P-value
	1	2	3		
ماده خشک Dry matter	66.12	66.49	65.39	0.55	0.22
ماده آلی Organic matter	70.53	69.65	67.45	0.85	0.06
پروتئین خام Crude protein	66.03 ^a	60.11 ^b	55.50 ^b	1.61	0.01
الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral Detergent Fiber	55.49	54.13	52.75	0.59	0.13
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid Detergent Fiber	44.53	43.34	41.54	1.11	0.16

^۱ میانگین های هر ردیف با حروف غیر مشابه اختلاف معنی داری با یکدیگر دارند ($P < 0.05$).

^۲ (۱) جیره شاهد (برگ عناب صفر درصد)، (۲) برگ عناب ۶ درصد، (۳) برگ عناب ۱۲ درصد.

^۱ Means within same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

^۲ 1) control (jujube leaves 0 %), 2) jujube leaves 6 %, 3) jujube leaves 12 %.

(۴). نتایج مطالعه ای نشان داد که تانن ها در خوراک گوسفند، موجب کاهش pH مایع شکمبه می شود (۲۳). با توجه به اینکه برگ درخت عناب استفاده شده در این آزمایش حاوی ۳/۱ درصد تانن بود، احتمال دارد میزان تانن موجود در آن هیچ اثری روی تخمیر نداشته است. همان طور که در جدول ۵ مشاهده می شود، اختلاف آماری برای غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در بین تیمارها مشاهده نشد ($P > 0.05$). دامنه مطلوب نیتروژن آمونیاکی شکمبه، بین ۱۰/۹۰ تا ۱۵/۴۰ (۲۸) و ۸/۵۰ تا ۳۰ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر بسته به مقدار آلی قابل تخمیر (۲۲) می باشد. لذا در آزمایش حاضر دامنه تغییرات نیتروژن آمونیاکی شکمبه به در حد مطلوب برای فعالیت

pH مایع شکمبه مهمترین عامل در تعیین قابلیت هضم خوراک در نشخوارکنندگان بوده که سقوط آن به کمتر از ۵/۸، فعالیت باکتری ها و سایر میکروارگانیسم های سلولیتیک در شکمبه محدود کرده و قابلیت هضم الیاف و بازده خوراک را کاهش می دهد (۱۴). احتمالاً دلیل کاهش pH شکمبه در این آزمایش، به علت وجود تانن در برگ عناب و یا کاهش جمعیت پروتوزوآیی در شکمبه بوده است، اگرچه برخی پژوهشگران گزارش کردند که خوراک های حاوی تانن اثری بر pH شکمبه نداشته است (۴۰). نتایج مطالعه ای نشان داد که با افزایش سطوح مختلف برگ عناب در جیره، میانگین pH و غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه بزه های کرمی تحت تأثیر قرار نگرفت

بین جیره‌ها معنی‌دار نبود، اما مشاهده شد که با افزایش میزان برگ خرما در جیره، از میزان نیتروژن آمونیاکی کاسته شد که می‌تواند نشانه‌ای از استفاده بهتر از نیتروژن باشد. نیتروژن آمونیاکی موجود در شکمبه از مواد نیتروژن‌دار موجود در جیره، اوره موجود در بزاق و اوره جذب شده از طریق دیواره شکمبه تولید می‌گردد (۲۱). افزایش قابلیت هضم پروتئین خام در شکمبه و عدم همزمانی بین نیتروژن تولید شده در شکمبه و تجزیه کربوهیدرات‌ها باعث افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی در شکمبه می‌شود (۱۷).

میکروارگانیه‌های شکمبه قرار داشت. ولی‌زاده و همکاران (۳۷) در سطوح مختلف کاه گندم با برگ خرما که تیمارها شامل، ۱) ۲۴٪ کاه گندم، ۲) ۱۶٪ کاه گندم و ۸٪ برگ خرما، ۳) ۸٪ کاه گندم و ۱۶٪ برگ خرما و ۴) ۲۴٪ برگ خرما می‌باشد، بر pH و نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه بره‌های بلوچی برر سی نمودند و نشان دادند که میزان pH مایع شکمبه بره‌های تغذیه شده با جیره‌های متفاوت معنی‌دار نبود اما در بره‌های تغذیه شده با جیره ۱ نسبت به دیگر جیره‌ها اندکی بالاتر بود. همچنین این آزمایش نشان داد که میزان ازت آمونیاکی در

جدول ۶- نیتروژن آمونیاکی و pH مایع شکمبه در گروه‌های آزمایشی^۱
Table 6- Rumen fermentation parameters in experiment group¹

فاکتورها Parameters	جیره‌های آزمایشی ^۲ Experimental diets ²			SEM	P-value
	1	2	3		
pH	6.44 ^a	6.31 ^a	6.21 ^b	0.03	0.0006
(میلی گرم / دسی لیتر) نیتروژن آمونیاکی Ammonia nitrogen (mg dl ⁻¹)	15.42	15.03	14.40	0.30	0.08

^۱ میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند ($P < 0.05$).

^۲ ۱) جیره شاهد (برگ عناب صفر درصد)، ۲) برگ عناب ۶ درصد، ۳) برگ عناب ۱۲ درصد.

¹ Means within same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

² 1) control (juzube leaves 0 %), 2) juzube leaves 6 %, 3) juzube leaves 12 %.

شکمبه و به دنبال آن گلوکز در کبد حیوان با شد. تانن موجود در جیره باعث افزایش نسبت مولی پروپیونات در شکمبه شده و از این طریق گلوکز خون را افزایش می‌دهد (۲۱). هر چند محققین دیگری گزارش کردند که با افزایش سطح تانن در جیره، غلظت گلوکز خون تغییر نکرد، اما در سطوح پایین‌تر تانن، باعث افزایش غلظت گلوکز خون شد، به خصوص زمانی که سطح پروتئین جیره پایین بود (۳۵). استفاده از برگ درخت عناب در تغذیه بزهای آمیخته در سطح ۷/۵ و ۱۵ درصد ماده خشک جیره به ترتیب سبب کاهش و افزایش معنی‌دار گلوکز خون شد، که از روند معینی برخوردار نبود، بنابراین به آزمایشات بیشتری نیاز دارد (۴).

کاربرد سطح ۶ درصد برگ درخت عناب در جیره، سبب کاهش غلظت کلسترول خون، HDL و LDL شد و در سطح ۱۲ درصد ماده خشک جیره سبب افزایش غلظت کلسترول خون، HDL و LDL گردید ($P < 0.05$). کلسترول ترکیب اصلی غشاهای حیوانات است و نقش ویژه‌ای در تعدیل سیالیت غشاهای دارد. افزایش غلظت کلسترول خون، ممکن است نشانه کمبود انرژی در خوراک آن‌ها باشد. همچنین ممکن است که با سطح پروتئین جیره، میزان کلسترول خون افزایش یابد. تفاوت غلظت نیتروژن اوره‌ای خون بره‌ها در تیمارهای مختلف از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0.05$)، به‌طوری‌که تا سطح ۱۲ درصد برگ درخت عناب باعث کاهش غلظت نیتروژن اوره‌ای خون شد. اندازه‌گیری نیتروژن اوره‌ای خون می‌تواند شاخص خوبی برای تعادل

با وجود گزارش برخی از محققان مبنی بر بی‌اثر بودن تانن بر نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه، اما در مطالعه حاضر، غلظت آمونیاک شکمبه تمایل به کاهش نشان داد. (۲۷). علت تمایل به کاهش غلظت آمونیاک در مایع شکمبه با مصرف برگ عناب، احتمالاً مربوط به تشکیل کمپلکس تانن-پروتئین، مهار فعالیت دی‌آمینازی میکروبی توسط تانن قابل هیدرولیز، کاهش نرخ تجزیه‌پذیری مؤثر پروتئین در شکمبه و همچنین کاهش رشد باکتری‌های پروتئولیتیک می‌باشد (۲۳).

فراسنجه‌های خونی

تأثیر سطوح مختلف برگ عناب بر متابولیت‌های خونی بره‌های نر بلوچی در جدول ۷ نشان داده شده است. اختلاف آماری معنی‌داری برای غلظت گلوکز در بین تیمارها مشاهده شد ($P < 0.05$)، به‌طوری‌که بره‌های تغذیه شده با تیمار شاهد بیشترین غلظت گلوکز خون را دارا بودند و کمترین مقدار گلوکز خون مربوط به بره‌های تغذیه شده با جیره ۶ درصد برگ درخت عناب بود. غلظت معمول گلوکز خون گوسفند در دامنه بین ۲۰ تا ۷۲/۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر در نوسان می‌باشد (۲۹). یکی از دلایل افزایش گلوکز خون در دام‌های نشخوارکننده می‌تواند ناشی از افزایش تولید پروپیونات در شکمبه باشد، لذا به نظر می‌رسد یکی از علل افزایش گلوکز خون در آزمایش حاضر، اثر تانن موجود در برگ درخت عناب بر تولید پروپیونات در

نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با نیتروژن اوردهای خون همبستگی بالایی دارد، به نظر می‌رسد غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در تیمار با برگ عنب تحت تأثیر تانن کاهش یافته است. با افزایش تانن در جیره غذایی، باعث کاهش غلظت نیتروژن اوردهای خون شد که احتمالاً به دلیل کاهش تجزیه پروتئین در شکمبه و دفع آلانتوئین ادراری می‌باشد، چرا که کمپلکس تانن-پروتئین موجود در شکمبه به صورت دست نخورده از شکمبه عبور می‌کند (۸).

انرژی و نیتروژن شکمبه باشد (۳۲).
اوره خون در کبد، از آمونیاک جذب شده از شکمبه سنتز می‌شود و غلظت نیتروژن اوردهای خون همبستگی مثبتی با غلظت آمونیاک شکمبه دارد، بنابراین تفاوت در غلظت نیتروژن اوردهای خون می‌تواند ناشی از تفاوت در شرایط تخمیر شکمبه و کاهش غلظت آمونیاک در شکمبه باشد (۹)، که با نتایج این آزمایش تطابق دارد. تانن با کاهش نرخ تجزیه پذیری پروتئین، سبب کاهش غلظت آمونیاک در شکمبه و به دنبال آن کاهش نیتروژن اوردهای خون می‌شود (۵). از آنجایی که

جدول ۷- تأثیر سطوح مختلف برگ عنب بر متابولیت‌های خونی بره‌های نر بلوچی^۱

Table 7- Effect of different levels of jujube leaf on serum metabolites¹

متابولیت‌های سرم Serum metabolites	جیره‌های آزمایشی Experimental diets				P-value		
	1	2	3	SEM	Treat	Time	Treat×Time
گلوکز (میلی گرم / دسی لیتر) Glucose (mg/dl)	75.46 ^a	68.64 ^b	71.53 ^{ab}	1.55	0.0086	0/064	0.101
کلسترول (میلی گرم / دسی لیتر) Cholesterol (mg/dl)	73.05 ^b	63.15 ^c	82.39 ^a	1.73	<0.0001	<0.0001	<0.0001
لیپوپروتئین با دانسیته بالا (میلی گرم / دسی لیتر) HDL (mg/dl)	23.13 ^b	21.10 ^c	26.13 ^a	0.47	<0.0001	<0.0001	0/0005
لیپوپروتئین با دانسیته پایین (میلی گرم / دسی لیتر) LDL (mg/dl)	43.13 ^b	35.66 ^c	50.89 ^a	1.77	<0.0001	0.019	<0.0001
نیتروژن اوردهای خون (میلی گرم / دسی لیتر) BUN (mg/dl)	20.91 ^a	20.12 ^a	17.33 ^b	0.28	<0.0001	<0.0001	<0.0001

^۱ میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند (P< ۰/۰۵).

^۲ ۱) جیره شاهد (برگ عنب صفر درصد)، ۲) برگ عنب ۶ درصد، ۳) برگ عنب ۱۲ درصد.

¹ Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

² 1) control (jujube leaves 0 %), 2) jujube leaves 6 %, 3) jujube leaves 12 %.

از برگ درخت عنب در جیره بره‌ها استفاده نمود، اما تا سطح ۱۵ درصد برگ درخت عنب در جیره بره‌های بلوچی باعث کاهش مصرف خوراک شد.

بنابراین تو صیه می‌شود، از مواد مانند پلی‌اتیلن گلیکول به عنوان بازدارنده تانن در محصولات فرعی کشاورزی حاوی تانن استفاده شود تا اثری منفی بر عملکرد دام نداشته باشد.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد استفاده از ۶ درصد برگ درخت عنب در جیره بره‌های بلوچی اثرات منفی بر pH و فراسنجه‌های هضمی و خونی ندارد و استفاده از برگ عنب در جیره دام‌ها به عنوان منبع علوفه‌ای با هزینه کمتر تا سطح ۶ درصد می‌توان

منابع

- 1- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2002. Official Methods of Analysis. 18th ed. AOAC International, Gaithersburg, DC.
- 2- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2002. Official Method of Analysis. 17th ed. AOAC, Arlington, VA. Pp: 120-155.
- 3- Barry, T. N., and W. C. Mc Nabb. 1999. The implication of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. British Journal of Nutrition, 81:263-272.
- 4- Bashtani, M., M. R. Tehrani., A. A. Naserian., M. H. Fathi., and F. Ganji. 2013. The effect of different levels of jujube leaves on feed intake and blood metabolites dairy goats. Iranian Journal of Animal Science Research, 5(2):157-163. (In Persian).
- 5- Ben Salem, H., H. P. S. Makkar., A. Nefzaoui., L. Hassayoun., and S. Abidi. 2005. Benefit from the association of small amounts of tannin-rich shrub foliage (Acacia cyanophylla Lindl.) with soybean meal given as supplements to

- Barbarian sheep fed on oaten hay. *Animal Feed Science and Technology*, 122:173-186.
- 6- Broderick, G. A., and J. H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of Dairy Science*, 63:64-75.
- 7- Bunyeth, H. 2005. Cassava foliage as supplement for goats fed Paragrass (*Brachiaria mutica*) in full confinement, or with grazing in semi-confinement. MSc. Thesis. Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- 8- Carulla, J. E., M. Kreuzer., A. Machmüller., and H. D. Hess. 2005. Supplementation of *Acacia mearnsii* tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56:961-970.
- 9- Chaves, A. V., K. Stanford., M. E. R. Dugan., L. L. Gibson., T. A. McAllister., F. Van Herk., and C. Benchaar. 2008. Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science*, 117:215-224.
- 10- Cheema, U. B., J. I. Sultan., A. Javid., P. Akhtar., and M. Shahid. 2011. Chemical composition, mineral profile and in situ digestion kinetics of fodder leaves of four native trees. *Pakistan Journal of Botany*, 43:397-404.
- 11- Frutos, P., M. Raso., G. Hervás., A. R. Mantecón., V. Pérez., and F. J. Giráldez. 2004. Is there any detrimental effect when a chestnut hydrolysable tannin extract is included in the diet of finishing lambs? *Animal Research*, 53:127-136.
- 12- Givens, D. I., E. Owen., R. F. E. Auford., and H. M. Omend. 2000. Forage evaluation in ruminant nutrition, CABI publishing.
- 13- Hristov, A. N., M. Ivan., L. M. Rode., and T. A. McAllister. 2001. Fermentation characteristics and rumen ciliate protozoal populations in cattle fed medium or high barley based diets. *Journal of Animal Science*, 79:515-524.
- 14- Khafipour, E., D. O. Krause., and J. C. Plaizier. 2009. Alfalfa pellet induced subacute ruminal acidosis in dairy cows increases bacterial endotoxin in the rumen without causing inflammation. *Journal of Dairy Science*, 92:1712-1724.
- 15- Kogmanila, D., and C. R. Preston. 2007. Chemical composition digestibility and intake characteristics of some tropical foliage species used for goats. <http://www.mekarn> Regional conference 2007/ matching livestock system with available resources.
- 16- Kondo, M., K. Kita., and H. O. Yokota. 2004. Feeding value to goats of whole-crop oat ensiled with green tea waste. *Animal Feed Science and Technology*, 113:71-81.
- 17- Krueger, W. K., H. Gutierrez-Banuelos., G. E. Carstens., B. R. Min., W. E. Pinchak., R. P. Gomez., R. C. Anderson., N. A. Krueger., and T. D. A. Forbes. 2010. Effects of dietary tannin source on performance, feed efficiency ruminal fermentation, and carcass and non-carcass traits in steers fed a high-grain diet. *Animal Feed Science and Technology*, 159(1-2):1-9.
- 18- Liu, J. X., B. Yao., J. Q. Yu., and Z. Q. Shi. 2001. Effect of mulberry leaves to replace rapeseed meal on performance of sheep feeding on ammoniated rice straw diet. *Small Ruminant Research*, 39:131-136.
- 19- Makkar, H. P. S. 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animal, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feed. *Small Ruminant Research*, 49:241-256.
- 20- Makkar, H. P. S., N. K. Borrowy, and K. Becker. 1992. Quantitation of polyphenols in animal feedstuffs. *Proc. XVIth Int. Conf of Groupe Polyphenol*, Lisbon. 13-17 July.
- 21- Mathison, G. W., and L. P. Milligan. 1971. Nitrogen metabolism in sheep. *British Journal of Nutrition*, 25(3):351-366.
- 22- McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, C. A., Morgan, L. A., Sinclair, and R. G. Wilkinson. 2010. *Animal Nutrition* (7th ed.). Pearson Prentice Hall press.
- 23- Min, B. R., G. T. Attwood, W. C. McNabb, A. L. Molanb, and T. N. Barry. 2005. The effect of condensed tannins from *Lotus corniculatus* on the proteolytic activities and growth of rumen bacteria. *Journal of Animal Feed Science*, 121:45-58.
- 24- Morton, J. 1987. In fruits of warm climates. *Indian Jujube*. P: 272-275.
- 25- Nath, K., and O. N. Nsand Singh. 1969. Utilization of *Zizphus nummularia* leaves by three breeds of sheep. *Australian Journal Agriculture Research*, 20:1137-1142.
- 26- Patra, A. K, and J. Saxena. 2010. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. *Phytochemistry*, 71(11-12):1198-1222.
- 27- Perez-Maldonado, R. A., and B. W. Norton. 1996. The effects of condensed tannins from *Desmodium intortum* and *Calliandra calothyrsus* on protein and carbohydrate digestion in sheep and goats. *British Journal of Nutrition*, 76:515-533.
- 28- Rahimi, A., A. Naserian, R. Valizadeh, and A. Tahmasbi. 2013. Effect of alfalfa replacement with different levels of pistachio hull on feed consumption, nutrient digestibility, rumen fermentation metabolites, blood metabolites and nitrogen balance in balouchi male lamb. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 5:190-200. (In Persian).
- 29- Ramin, A. G., A. Aghazadeh, and T. Karamian. 2007. Evaluate the relationship between dietary protein and energy with milk urea and lactose, and blood glucose and urea in lactating ewes. *Iranian Veterinary Journal*, 4(3):24-32.
- 30- Reed, J. D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of Animal*

- Science, 73:1516-1528.
- 31- Reed, J. D., H. Soller, and Woodward, A. 1990. Fooder tree and straw diets for sheep: Intake, digestibility and the effect of phenolics on nitrogen utilization. *Animal feed Science and Technology*, 30:39-50.
- 32- Roseler, D. K., J. D. Fergosen, C. J. Sniffen, and J. Herrema. 1993. Dietary protein degradability efficiency on plasma and milk and protein nitrogen in Holeystein cow. *Journal of Dairy science*, 76:525-534.
- 33- SAS. 2009. SAS Users guide: Statistics. Version 9.2 SAS Institute Inc., Cary, NC.
- 34- Seeram, N. P., Y. Zhang, J. D. Reed, C. G. Krueger, and J. Vaya. 2006. Pomegranate phytochemical. CRC press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL.
- 35- Sinclair, L. A., K. J. Hart, R. G. Wilkinson, and J. A. Huntington. 2009. Effects of inclusion of whole-crop pea silages differing in their tannin content on the performance of dairy cows fed high or low protein concentrates. *Livestock Science*, 124:306-313.
- 36- Sreerangaraju, G., U. Krishnamoorthy, and M. M. Kailas. 2000. Evaluation of Bengal gram (*Cicerarietinum*) husk as a source of tannin and its interference in rumen and post-rumen nutrient digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 85:131-138.
- 37- Valizadeh, R., A. Salahi, M. Mahmoudi Abyaneh, and M. Salemi. 2016. The effect of replacing different levels of bulls with palatinate on the performance and health of Baluchi lambs. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 7(4):406-412. (In Persian).
- 38- Vansoest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74:35-83.
- 39- Waghorn, G. C., I. D. Shelten. W. C. Mc Nabb, and S. N. Mc Catdhern. 1994. Effects of undensed tamerin *Lotus pedan culatus* on nutritive value for sheep. 2. Nitrogenous aspects. *Journal of Agriculture Science*, 123: 109-119.
- 40- Yildiz, S., I. Kaya, Y. Unal, D. Aksu Elmali, S. Kaya, M. Cenesiz, M. Kaya, and A. Oncuer. 2005. Digestion and body weight change in Tuj lambs receiving oak (*Quercus hartwissiana*) leaves with and without PEG. *Animal Feed Science and Technology*, 122:159-172.



Replacement of part of diet hay with leaf of jujube tree and its effect on digestibility, some parameters of blood and fermentation of rumen in lambs of Baluchi

Hossein Hassan Pour Taghi Abad^{1*}, Moslem Bashtani², Mohammed Reza Asghari³

Submitted: 14-10-2018

Accepted: 19-01-2020

Introduction In most part of Iran, low rainfall and availability of water resources are the major limitations to the farmer. Feed represents a major proportion of the overall production cost for livestock industry across the world. On the other hand, availability of good quality and unadulterated conventional feed all year round is a major constraint in livestock production. Thus, proper use of expensive agricultural by-products is important goal in livestock production. Therefore, one way to overcome the limitation of forage resources and the high cost of livestock feed is using agricultural by products such as plant leaves or other unconventional sources of the feed. Jujube is a short tree with a height of 2 to 8 meters and sometimes up to 12 meters and is very resistant to drought. The cultivation area of jujube in Iran is about 3,000 hectares, more than 95% of which (about 2850 ha) is in southern Khorasan and 4,200 tons of jujube is produced. The leaves are readily eaten by camels, cattle and goats and are considered nutritious. Analyses has shown the following constituents (% dry weight): crude protein, 12.9-16.9; fat, 1.5-2.7; fiber, 13.5-17.1; N-free extract, 55.3-56.7; ash, 10.2-11.7; calcium, 1.42-3.74; phosphorus, 0.17-0.33; magnesium, 0.46-0.83; potassium, 0.47-1.57; sodium, 0.02-0.05; chlorine, 0.14-0.38; Sulphur, 0.13-0.33%. The goal of the experiment was to investigate the effects of different levels of jujube leaves on yield, digestibility and fermentation characteristics of Baluchi male lambs.

Materials and Methods Jujube leaves were analyzed for dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP) and ether extract (EE) contents using standard procedures (AOAC, 2005). Neutral detergent fiber (NDF) was analyzed according to Van Soest et al. (1991), total phenols (TP) and total tannins (TT). Twenty-four Baluchi male lambs with the age of 140±10 days were assigned to a completely randomized design with 3 treatments and 8 replicates for 75 days 3 dietary treatments and 8 replications in a completely randomized design. Lambs were grouped based on their age and weight. Weight and experimental trail lasted for 75 days. Diets were formulated based on SRNS (1.9.6069) guidelines. Concentrate diet and dried alfalfa hay were used in the experiment. All lambs were fed ad libitum twice daily at 08:00 and 20:00 h with a Total Mixed Ration (TMR) of 30% forage (Alfalfa) and 70% concentrate. The dietary treatments were 1) control (without jujube leaves), 2) 6% jujube leaves, and 3) 12% jujube leaves. An adaptation period of 15 days and an experimental period of 75 days were considered for this experiment. During the experimental period, feed distributed to each animal and corresponding ort were recorded daily. Representative samples of feed and ort were bulked for subsequent analyses. Animal BW was recorded at every 10 days of the experiment after 16 h fasting, to calculate weight gain. In order to directly measure the apparent digestibility of nutrients during 10 days at the end of the experiment, samples were collected from the feeds and their residues and the fecal was collected in the last 7 days. Sampling of rumen fluid was done on days 25th, 50th and 75th of the experimental period, 2 hours after ingestion in the morning using an esophagus tube and its pH was determined immediately. For determination of nutrients digestibility, the amount of feed intake, ort and fecal excretion were recorded. On the 25th, 50th and 75th days of the experimental period, approximately 10 mL of blood was collected

1-Knowledge of Animal and Poultry Nutrition Department, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Birjand,

2-Professor of Animal and Poultry Nutrition Department, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Birjand,

3-The Coach Animal and Poultry Nutrition Department, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Birjand,

(*- Corresponding Author Email: Hosseinhasanpour90@gmail.com)

Doi:10.22067/ijasr.v13i1.75949

from the jugular vein of each. Blood was collected in a tube and directly centrifuged at 3000 rpm for 10 min at room temperature. The supernatant (serum) was collected and frozen at -20°C pending further analysis. Blood serum metabolites, glucose, HDL, LDL, cholesterol and blood urea nitrogen were measured.

Results and Discussion The results of the experiment showed the amount of dry matter, organic matter, crude protein, ash, ether extract, NDF and ADF of jujube leaves were 93.93, 88.70, 7.61, 11.30, 1.8, 41.50 and 13.50%, respectively. Also, total phenol, total tannin and condensed tannin were reported to be 4.7, 3.1 and 0.48% respectively. The results of the experiment showed that the use of different levels of jujube leaves had no significant effect on mean daily weight gain and feed conversion ratio, but in jujube leaves treatments, the average daily feed intake was significantly decreased. The digestibility of crude protein in jujube leaves treatments significantly decreased compared to control. The digestibility of dry matter, organic matter, NDF and ADF did not have a significant effect on the treatments ($P > 0.05$), but the digestibility of crude protein in jujube leaves treatments significantly decreased compared to control ($P < 0.05$). The pH of the ruminal fluid decreased linearly with increasing levels of jujube leaves, but did not have a significant effect on ruminal ammonia nitrogen concentration. Blood glucose concentration, HDL, LDL, cholesterol and blood urea nitrogen were significantly affected by the treatments.

Conclusion According to results of this experiment, the use of jujube leaves in the diet due to the presence of tannin reduced feed intake, digestibility of crude protein, blood glucose concentration and blood urea nitrogen and did not have a negative effect on the pH of the rumen fluid.

Keywords: Chemical composition, Fattening lambs, Jujube leaves, Performance, Tannins.



مقاله علمی - پژوهشی

اثر استفاده از برگ کنوکارپوس خشک یا سیلوشده بر هضم مواد مغذی و عملکرد رشد بره‌های

پروراری

فرزام حسینی اصل^۱، مرتضی چاجی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۲۱

چکیده

آزمایش حاضر با هدف تعیین مقدار و شکل مناسب استفاده از برگ کنوکارپوس در جیره بره‌های پروراری و بررسی اثر آن بر هضم، عملکرد پرورار، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای و جمعیت پروتوزوای شکمبه انجام شد. از ۲۴ راس بره نر عربی با میانگین وزن 33 ± 3 کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۸ تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه جیره شاهد (فاقد کنوکارپوس) و جیره‌های حاوی ۱۲/۵ درصد سیلاژ و یا برگ خشک شده کنوکارپوس بود که جایگزین سیلاژ ذرت شده بودند. استفاده از برگ کنوکارپوس در جیره تأثیری بر ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، اسیدی، غلظت نیتروژن آمونیاکی، جمعیت پروتوزوای مایع شکمبه، کلسترول، تری‌گلیسرید و نیتروژن اوره‌ای خون، نداشت. وزن نهایی، میانگین افزایش وزن روزانه، کل اضافه وزن بره‌ها، ضریب تبدیل و بازده خوراک کل دوره تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. بنابراین، استفاده از برگ کنوکارپوس سیلوشده یا خشک شده تأثیر منفی بر هضم مواد مغذی، عملکرد پرورار و فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای بره‌های پروراری نداشت. از این رو، شاید بتوان هر دو شکل سیلاژ و خشک شده برگ کنوکارپوس را در جیره بره‌های پروراری جایگزین ۵۰ درصد از سیلاژ ذرت کرد.

واژه‌های کلیدی: پروتوزوای، فراسنجه‌های خونی و فراسنجه‌های شکمبه‌ای، قابلیت هضم، عملکرد رشد.

مقدمه

با توجه به خشکسالی‌های اخیر و کمبود علوفه از یک طرف و نقش تغذیه در اقتصاد دامپروری از طرف دیگر، استفاده از تمام منابع بالقوه موجود به عنوان خوراک دام، به‌ویژه منابعی که مورد مصرف دیگری ندارند، نقش مهمی در جبران این کمبود و کاهش هزینه‌های پرورش دام‌ها دارد (۳۹). یکی از این منابع جدید کنوکارپوس *ارکتوس* (*Conocarpus erectus*) می‌باشد.

کنوکارپوس *ارکتوس* در سواحل مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری سرتاسر دنیا رشد می‌کند. دامنه گسترش گیاه در فلوریدا، برمودا، باهاما، کارائیب، آمریکای مرکزی و جنوبی از مکزیک به برزیل در ساحل اقیانوس اطلس و مکزیک به اکوادور در ساحل اقیانوس آرام، غرب آفریقا و در ملانزی و پلینزی می‌باشد. این گیاه در شبه

عربستان و کویت نیز کشت شد، زیرا می‌تواند در دماهای بالا رشد کند و آب شور را جذب کند. کنوکارپوس *ارکتوس* برای اولین بار در سال ۱۹۹۷ در مناطق وسیعی از خاورمیانه کشت شد که با توجه به مقاومت گیاه در برابر گرما به عنوان گیاهی زینتی در این مناطق شناخته شده است. معمولاً این گیاه به صورت درختچه‌هایی با ارتفاع ۱/۵ تا ۴ متر دیده می‌شود و متعلق به تیره کمبرتاسه (*Combretaceae*) می‌باشد. به علت مقاومت و سازگاری با آب و هوای گرم و خشک، خاک نامرغوب، شرایط تهویه یا زهکشی نامناسب خاک، آلودگی هوا و نیز خاک‌های متراکم، کشت آن در مناطقی با این ویژگی‌ها توسعه پیدا کرده است. کنوکارپوس گیاهی با رشد بسیار سریع است و همین ویژگی آن از عوامل مهم در گسترش این گیاه است. این گیاه احتیاجات غذایی پایینی دارد، درختچه‌ای همیشه سبز است و تحمل بالایی به نمک و خشکی دارد و اگر خاک مرطوب باشد می‌تواند خشکی را تحمل کند (۹). در ایران این گیاه به‌طور گسترده‌ای در شهرها و حاشیه شهرهای جنوبی به‌ویژه مناطق گرمسیر و نفت‌خیز نظیر خوزستان، بوشهر، هرمزگان کشت شده است. با توجه به رشد بسیار سریع آن، روزانه مقدار بسیار زیادی از آن توسط شهرداری‌ها هرس می‌شود و با صرف هزینه‌های زیادی به خارج از

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.
۲- استاد گروه علوم دامی دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.

(*) نویسنده مسئول:
Email: chaji@asnruk.ac.ir
Doi: 10.22067/ijasr.v13i1.83914

شهر منتقل شده و دفع می‌شود؛ به‌علاوه آلودگی محیط زیست را نیز به دنبال خواهد داشت. لذا استفاده از آن در تغذیه دام‌ها می‌تواند گزینه مناسبی باشد.

یکی از مواد موثره کنوکارپوس تانن‌ها هستند که توانایی انعقاد آلبومین‌ها، پیوند با فلزات سنگین و آلکالوئیدها را دارند. تانن‌ها می‌توانند پروتئین را رسوب دهند (۲، ۴، ۱۲، ۳۷ و ۶۶). کنوکارپوس اراکتوس و سایر گیاهان نظیر آویشن و رازیانه (۳۵) به واسطه داشتن ترکیبات موثره‌ای نظیر تانن و غیره دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنتی‌باکتریایی هستند (۹ و ۲۶). درصد پروتئین، ماده آلی و ADF برگ تازه کنوکارپوس به ترتیب ۹/۶۹، ۸۶/۶۷ و ۲۱/۸۷ گزارش شده است (۳). غلظت تانن کنوکارپوس از ۰/۸ درصد (۲۴) تا ۶/۸۹ (۲۵) گزارش شده است.

با توجه به وفور کنوکارپوس در مناطقی از ایران، شاید استفاده از آن به عنوان بخشی از خوراک دام برای تامین منابع غذایی و کاهش هزینه خوراک دام بسیار مفید باشد. در منابع اطلاعات ناچیزی درباره ارزش تغذیه‌ای برگ کنوکارپوس برای تغذیه در نشخوارکنندگان وجود دارد. بنابراین، آزمایش حاضر برای بررسی اثرات آن بر عملکرد رشد و قابلیت هضم بره‌های پرواری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش، در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد. در این آزمایش از ۲۴ راس بره نر عربی با میانگین سن ۴ ماه و میانگین وزن 33 ± 2 کیلوگرم استفاده گردید. دام‌ها در جایگاه های انفرادی نگهداری و تغذیه شدند، آب تازه به صورت آزاد در اختیار دام‌ها قرار داشت. برای اندازه گیری قابلیت هضم مواد مغذی از قفس‌های متابولیکی استفاده شد.

برگ کنوکارپوس از هرس درختچه‌ها در فصل بهار توسط شهرداری منطقه آزمایش تهیه شد و برای تهیه سیلاژ یا خشک کردن به محل آزمایش منتقل شد. برای تهیه سیلاژ کنوکارپوس شاخه‌های نرم حاوی برگ با استفاده از چابر به اندازه تقریبی ۳ تا ۵ سانتی‌متر خرد شدند و با افزودن اسید سولفوریک تجاری (برای توقف تخمیر) به مقدار ۲ درصد به ازای کیلوگرم ماده خشک (با نسبت حجمی به وزنی) سیلو شدند (۴۱). روی سیلو پس از کوبیدن و خروج هوا، با پلاستیک ضخیم پوشیده شد و پس از ۴۵ روز برای استفاده باز شد. برای تهیه کنوکارپوس خشک، بخشی از برگ گیاه تهیه شده در معرض هوای آزاد و در سایه خشک و ذخیره سازی شد.

تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره شاهد (فاقد برگ کنوکارپوس)، ۲- جیره حاوی ۵۰ درصد برگ کنوکارپوس خشک شده به‌صورت جایگزین با ذرت سیلوشده (بر اساس ماده خشک) در تیمار شاهد (یا ۱۲/۵ درصد برگ خشک کنوکارپوس در ماده خشک جیره)

۳- جیره حاوی ۵۰ درصد برگ کنوکارپوس سیلو شده به‌صورت جایگزین با ذرت سیلوشده در تیمار شاهد (یا ۱۲/۵ درصد برگ کنوکارپوس سیلو شده در ماده خشک جیره) بودند (جدول ۱). این مقادیر بر اساس آزمایش‌های اولیه هضمی و تخمیری در محیط آزمایشگاه با سطوح مختلف جایگزینی کنوکارپوس سیلوشده یا خشک شده با ذرت سیلوشده بدست آمدند. جیره بره‌های پرواری بر اساس جداول احتیاجات مواد مغذی نشخوارکنندگان کوچک تهیه شد (۴۹). بره‌های پرواری تحت آزمایش به مدت ۷۵ روز (۱۵ دوره عادت پذیری و ۶۰ روز داده برداری) با تیمارهای آزمایشی تغذیه شدند. خوراک روزانه در ساعت ۸ و ۱۸ توزین و به صورت جیره کاملاً مخلوط در اختیار دام‌ها قرار داده شد. باقیمانده های خوراک روزانه توزین و ثبت شدند.

برای اندازه گیری قابلیت هضم مواد مغذی، در روزهای ۴۲ تا ۴۹ آزمایش، باقیمانده خوراک و مدفوع دفعی به طور روزانه وزن شدند و در حدود ۱۰ درصد آنها در کیسه‌های پلاستیکی در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. در پایان روز هفتم، نمونه‌های باقیمانده خوراک و مدفوع هر بره باهم مخلوط و یک نمونه تهیه و در آن خشک شد. نمونه‌ها با الک یک میلی‌متری آسیاب شدند و برای آنالیز ترکیب شیمیایی مورد استفاده قرار گرفتند.

ترکیب شیمیایی برگ کنوکارپوس، جیره‌ها، باقیمانده خوراک و مدفوع اندازه گیری شدند. ماده خشک (آون) ۹۰ درجه ۲۴ ساعت، Method 930.15)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADFom، با حذف خاکستر، method 973.18)، خاکستر (دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس برای مدت ۲ ساعت، کوره الکتریکی، اکسایتون، ایران Method 942.05) طبق روش‌های استاندارد تعیین شدند (۷). پروتئین خام (روش کج‌لدال، مدل V50 صنایع بخشی، ساخت ایران)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDFom، با حذف خاکستر، بدون استفاده از آنزیم آمیلاز) (۶۵)، لیگنین (۶۴) و تانن کل (با روش تیترومتری، ۸) برگ کنوکارپوس نیز اندازه‌گیری شد.

برای سنجش عملکرد رشد، در طول دوره آزمایش مقدار خوراک مصرفی و باقیمانده به‌طور روزانه برای هر حیوان ثبت و مقدار ماده خشک مصرفی محاسبه شد. وزن اولیه، وزن دو هفته‌گی، وزن نهایی، پس از ۱۶ ساعت گرسنگی ثبت شدند (۶۰). ضریب تبدیل خوراک (میانگین ماده خشک مصرفی به اضافه وزن) و بازده خوراک (میانگین افزایش وزن به ماده خشک مصرفی) و تغییرات وزن بره‌ها (اختلاف وزن ثانویه از وزن اولیه) محاسبه شد.

در روز سی و پنجم دوره نمونه‌گیری (روز پنجاه آزمایش)، ۳ ساعت پس از وعده خوراک صبحگاهی، توسط لوله معدی از تمام بره‌ها مایع شکمبه جمع آوری شد. بلافاصله pH مایع شکمبه ثبت شد (pH متر مدل WTW 3111، آلمان)، سپس مایع شکمبه با پارچه متقال چهار لایه صاف شد و با حجم مساوی از اسید کلریدریک

است. وجود این اختلاف‌ها در اندازه‌گیری ممکن است به دلیل تفاوت در فصل جمع‌آوری نمونه‌ها یا مرحله بلوغ گیاه، تأثیر خاک مرحله رویشی گیاه، گونه گیاه و حیوان، شرایط آب و هوایی و تفاوت‌های اقلیمی منطقه باشد (۵۶).

استفاده از برگ کنوکارپوس به صورت خشک یا سیلو شده در جیره تأثیری بر میانگین مصرف خوراک روزانه و مصرف خوراک در دوره‌های ۱۵ روزه و خوراک مصرفی کل دوره (روزهای ۰ تا ۶۰) نداشت (جدول ۳).

در منابع، پژوهشی در مورد استفاده از کنوکارپوس در تغذیه دام یافت نشد، لذا برای بحث از مقالاتی استفاده شد که از گیاهان دارای مواد موثره‌ای شبیه کنوکارپوس (ترکیبات پلی فنلی، تانن‌ها، آلکالوئیدی، فلاونوئیدی، ترکیبات نیتراتی، کومارین، ساپونین) استفاده کردند (۲۴، ۲۵ و ۴۸). گزارش‌ها در مورد تأثیر جیره‌های حاوی مواد تانن‌دار بر مصرف خوراک شامل کاهش و افزایش مصرف خوراک و یا عدم تأثیر بر مصرف خوراک است. با توجه به این‌که کنوکارپوس دارای ترکیباتی نظیر تانن (جدول ۲)، ساپونین و ترکیبات پلی‌فنلی دیگر (۲۴) می‌باشد، شاید انتظار می‌رفت که مصرف آن باعث کاهش مصرف خوراک شود (۵ و ۲۹)؛ تانن‌ها می‌توانند از طریق کاهش خوش‌خوراکی و یا کاهش قابلیت هضم موجب کاهش مصرف خوراک شوند (۵، ۱۸ و ۲۹). اما پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تأثیر تانن بر مصرف، قابلیت هضم و عملکرد دام بسته به مقدار و نوع منبع مورد استفاده (قابل هیدرولیز یا متراکم) دارد (۵ و ۵۷). به علاوه، پروتئین‌های خاصی در ترکیب بزاق نشخوارکنندگان وجود دارد که قادر به پیوند با تانن و کاهش اثرات تانن بر مصرف خوراک می‌شوند (۴۳ و ۵۸). موافق با نتایج آزمایش حاضر با افزودن مقادیر مختلف تانن و خوراک‌های تانن‌دار (۰/۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد ماده خشک) به جیره گوساله‌های نر اخته مقدار مصرف ماده خشک تمایل به افزایش داشت (۵۷). تغذیه بره‌های پرواری با پوست انار (۳۴) و یا تانن استخراج شده از آن (۶۰) تأثیری بر مصرف ماده خشک نداشت. محققین بهبود مصرف خوراک در تیمارهای حاوی مواد تانن‌دار را به ترکیبات و خصوصیات جیره آزمایشی نسبت داده‌اند و بیان کردند مقادیر بالای پروتئین جیره (حدود ۱۸ درصد) به حذف اثرات منفی تانن کمک می‌کند (۴ و ۶۶). تحقیقات نشان داد مصرف ماده خشک می‌تواند توسط برخی عوامل مانند دوره عادت پذیری، اثر متقابل گیاهان دارویی با دیگر ترکیبات جیره و سطح مصرف آن‌ها در جیره، تحت تأثیر قرار گیرد، همچنین پژوهشگران اظهار داشتند که اثرات گیاهان دارویی و اجزای آن‌ها روی مصرف خوراک در حیوانات به طور وسیعی تحت تأثیر نوع و مقدار استفاده شده از آن در ترکیب جیره پایه قرار دارد (۱۳، ۵۰ و ۵۷).

۰/۲ مولار (۱۶/۷ میلی لیتر اسید کلریدریک مرک ۳۷ درصد در یک لیتر آب مقطر) مخلوط و در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد (۱۶). برای شمارش پروتوزوا، پس از تهیه مایع شکمبه، برای ثابت کردن (کشتن) پروتوزواها، از محلول ثابت کننده فرم آلدئید^۱ ۱۸/۵ درصد استفاده شد و مقدار معینی از مایع شکمبه با حجم مساوی از فرم آلدئید ۱۸/۵ درصد مخلوط گردید و برای شمارش با لام هموسایتومتر و میکروسکپ نوری (NIS-Elements F 3.0, Japan) در ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد (۲۰).

جهت بررسی اثر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، کلسترول، تری گلیسیرید، HDL، LDL و نیتروژن اورهای خون در پایان دوره آزمایش، ۳ تا ۴ ساعت بعد از مصرف خوراک صبحگاهی با استفاده از لوله‌های خلاء دار حاوی ماده ضد انعقاد EDTA از ورید وادج بره‌ها خون‌گیری شد. نمونه‌های خون سانتریفیوژ (دور ۳۰۰۰، به مدت ۱۵ دقیقه) و پلاسما جدا شد و تا زمان اندازه‌گیری در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. فراسنجه‌های خونی با استفاده دستگاه اتوآنالایزر (Mindray BS-200, China) اندازه‌گیری شدند.

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۸ تکرار اجرا شد. از مدل آماری زیر برای تجزیه تحلیل داده‌ها استفاده شد: $Y_{ij} = \mu + T_j + \varepsilon_{ij}$ ، اجزای این مدل عبارتند از: Y_{ij} = مقدار اندازه‌گیری شده هر مشاهده، μ = میانگین جامعه، T_j = اثر تیمار، ε_{ij} = خطای اندازه‌گیری.

داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ مورد تجزیه تحلیل آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها برای تفاوت‌های معنی‌دار، توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی برگ کنوکارپوس و سیلاژ ذرت مورد استفاده در آزمایش حاضر در جدول ۲ ارائه شده است. درصد پروتئین، خاکستر، ماده آلی، عصاره اتری، فیبرخام، NDF، ADF برگ تازه کنوکارپوس به ترتیب ۹/۶۹، ۱۳/۳۳، ۸۶/۶۷، ۵/۲۷، ۱۳/۳۴، ۲۶/۷۸ و ۲۱/۸۷ گزارش شده است (۳)؛ این ترکیبات برای سیلاژ کنوکارپوس نیز به ترتیب ۱۰/۳، ۱۳/۳۴، ۸۶/۶۶، ۵/۳۸، ۲۴/۱۴، ۴۱/۳۶، ۳۶/۶ درصد گزارش شد (۳). در گزارشی دیگر درصد پروتئین، چربی و فیبرخام به ترتیب ۱۱/۱۸، ۲/۴۷ و ۲۰/۸۵ گزارش شد (۱۰). غلظت تانن کنوکارپوس در منابع از ۰/۸ درصد (۲۴) تا ۶/۸۹ (۲۵) گزارش شده

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

Table 1- Feed ingredients and chemical composition of experimental diets

اجزاء Ingredients (% DM)	تیمارها ^۱ Treatments ¹		
	CON	CS12.5	DC12.5
علوفه یونجه Alfalfa hay	15.0	15.0	15.0
کاه گندم Wheat straw	15.0	15.0	15.0
سیلاژ ذرت Corn silage	25.0	12.5	12.5
سیلاژ کنوکارپوس Conocarpus silage	0.00	12.5	0.00
کنوکارپوس خشک شده Dried conocarpus	0.00	0.00	12.5
دانه جو Barley grain	7.50	7.50	7.50
دانه ذرت Corn grain	13.0	13.0	13.0
سبوی گندم Wheat bran	17.0	17.0	17.0
کنجاله سویا Soybean meal	6.50	6.50	6.50
مکمل معدنی-ویتامینی Mineral-Vitamin premix ²	0.60	0.60	0.60
نمک White Salt	0.40	0.40	0.40
ترکیب شیمیایی Chemical compositions			
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF, g/kg DM	398.8	401.9	411.2
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF, g/kg DM	307.9	328.8	339.1
ماده آلی OM, g/kg DM	921.8	912.6	907.2
پروتئین خام CP, g/kg DM	145.3	138.5	125.8
انرژی قابل متابولیسم ME, Mcal/kg DM	2.58	2.58	2.58

^۱ CNT: کنترل (فاقد کنوکارپوس)، CS12.5: جیره حاوی ۱۲/۵ درصد سیلاژ کنوکارپوس، DC12.5: جیره حاوی ۱۲/۵ درصد کنوکارپوس خشک شده

آهر کیلوگرم مکمل شامل: ۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۵۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان، ۱۹۵۰۰۰ میلی‌گرم کلسیم، ۸۰۰۰۰ میلی‌گرم فسفر، ۲۱۰۰۰ میلی‌گرم منیزیم، ۲۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۳۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۱۰۰ میلی‌گرم روی، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۲ میلی‌گرم ید، ۱/۱ میلی‌گرم سلنیوم.

^۱ Control (CNT, diet without Conocarpus), Diet containing 12.5% Conocarpus silage (CS12.5), Diet containing 12.5% dried Conocarpus (DC12.5).

^۲ Composition per kg of premix: vitamin A, 600,000 IU; vitamin D3, 200,000 IU; Vitamin E, 200 mg; antioxidant, 2500 mg; Ca, 195000 mg; p, 80000 mg; magnesium, 21000mg; manganese, 2200mg; iron, 300mg; copper, 300mg; zinc, 100mg; Co, 100mg; I, 12 mg; Se, 1.1mg.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی برگ کنوکارپوس و سیلاژ ذرت در آزمایش حاضر

Table 2- Chemical composition of conocarpus leaves and corn silage in the present experiment

ترکیب شیمیایی Chemical composition (g/kg DM)	برگ کنوکارپوس Conocarpus leaves	سیلاژ ذرت Corn silage
ماده خشک Dry matter	463	273
پروتئین خام Crud protein	105	78.0
الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	519	470
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber	297	288
عصاره اتری Ether extract	9.52	30.0
الیاف خام Crud fiber	261	243
خاکستر Ash	133	55.0
ماده آلی Organic matter	867	945
لیگنین Lignin	40.0	36.0
تانن کل Total tannin	54.0	-

جدول ۳- مصرف خوراک (کیلوگرم در روز) در بره‌های پروراری تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

Table 3- Feed intake (kg/day) in fattening lambs fed experimental diets

مصرف Intake, kg/day	تیمارها Treatments ¹			SEM	P value
	Control	Conocarpus silage (CS12.5)	Dried conocarpus (DC12.5)		
روزهای ۰ تا ۱۵ Days 0-15	0.491	0.498	0.504	0.104	0.13
روزهای ۱۶ تا ۳۰ Days 16-30	0.497	0.505	0.530	0.090	0.12
روزهای ۳۱ تا ۴۵ Days 31-45	0.633	0.629	0.676	0.147	0.13
روزهای ۴۶ تا ۶۰ Days 46-60	0.644	0.717	0.615	0.130	0.09
میانگین مصرف ماده خشک، روزهای ۰ تا ۶۰ Average feed intake, days 0-60	0.566	0.587	0.582	0.197	0.21
کل مصرف خوراک، روزهای ۰ تا ۶۰ Total feed intake, days 0-60	33.98	35.23	34.90	0.526	0.15

¹ CNT: کنترل (فاقد کنوکارپوس)، CS12.5: جیره حاوی ۱۲/۵ درصد سیلاژ کنوکارپوس، DC12.5: جیره حاوی ۱۲/۵ درصد کنوکارپوس خشک شده.

¹ Control (CNT, diet without Conocarpus), Diet containing 12.5% Conocarpus silage (CS12.5), Diet containing 12.5% dried Conocarpus (DC12.5).

SEM: Standard error of means.

درصد برای مکمل کردن گیاهان کم پروتئین، تأثیر منفی بر قابلیت هضم آزمایشگاهی ماده خشک آنها نداشت (۲۸). استفاده از تانن در جیره گوسفند باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک، عدم تأثیر بر هضم عصاره اتری (EE)، الیاف خام، خاکستر و کاهش هضم پروتئین شد (۶۹). تغذیه بره‌های پروراری با پوست انار (۳۴) و یا استفاده از

مصرف و قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، NDF و ADF در تیمار حاوی سیلاژ کنوکارپوس و یا کنوکارپوس خشک شده با شاهد تفاوتی نداشت و تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفتند (جدول ۴). موافق با نتایج آزمایش حاضر، استفاده از ۱۹ گیاه گرمسیری حاوی تانن با پروتئین بالای ۱۷

مصرف و قابلیت هضم مواد مغذی (ماده خشک، پروتئین خام و NDF) نداشت (۵۲). اگرچه، افزودن تانن به ترکیبات دارای ساپونین و مواد آلكالوئیدی منجر به کاهش قابلیت هضم NDF شد، اما اثری بر قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام نداشت (۵۲). بنابراین، غلظت ترکیبات ثانویه کنوکارپوس نظیر تانن و ساپونین در سطح ۱۲/۵ درصد در جیره برهه‌های پرواری به اندازه‌ای نبود که تأثیری بر مصرف و قابلیت هضم مواد مغذی جیره‌ها داشته باشد.

تانن استخراج شده از آن (۶۰) تأثیری بر مقدار مصرف ماده خشک، ADF، NDF و پروتئین نداشت. ساپونین، از دیگر مواد مؤثره کنوکارپوس (۲۴)، اثری بر قابلیت هضم ماده خشک و آلی در گوسفندان تغذیه شده با گراس‌های گرمسیری نداشت (۵۹). استفاده از ساپونین به همراه مواد آلكالوئیدی (از مواد مؤثره کنوکارپوس) نظیر گرامین یا متوکسی-N-N-دی‌متیل تریپتامین (Gramine or methoxy-N,N-dimethyltryptamine) در جیره برهه‌ها اثری بر

جدول ۴- مصرف (گرم در روز) و قابلیت هضم مواد مغذی (گرم در کیلوگرم) در برهه‌های پرواری تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

Table 4- Intake (g/day) and digestibility of (g/kg) in fattening lambs fed experimental diets

مصرف خوراک و قابلیت هضم مواد مغذی Nutrient intake and digestibility	تیمارها Treatment ¹			SEM	P-value
	CNT	CS12.5	DC12.5		
مصرف ماده مغذی (گرم/روز) Nutrient intake (g/d)					
ماده خشک (گرم/کیلوگرم) Dry matter (g/d)	644.5	717.4	615.3	58.68	0.09
ماده آلی (گرم/روز) Organic matter (g/d)	583.3	660.0	550.0	38.49	0.14
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (گرم/روز) Neutral detergent fiber (g/d)	293.8	285.6	258.7	16.76	0.47
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (گرم/روز) Acid detergent fiber (g/d)	194.0	211.6	195.0	9.62	0.65
پروتئین خام (گرم/روز) Crude protein (g/d)	100.5	103.4	99.40	3.60	0.10
قابلیت هضم ظاهری (گرم/روز) Apparent digestibility (g/kg)					
ماده خشک (گرم/کیلوگرم) Dry matter (g/kg)	510.7	495.8	525.6	18.2	0.52
ماده آلی (گرم/کیلوگرم) Organic matter (g/kg)	560.0	557.4	590.0	22.9	0.56
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (گرم/کیلوگرم) Neutral detergent fiber (g/kg)	429.0	468.7	471.5	29.6	0.49
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (گرم/کیلوگرم) Acid detergent fiber (g/kg)	359.9	404.8	418.0	37.1	0.67
پروتئین خام (گرم/کیلوگرم) Crude protein (g/kg)	806.2	796.4	783.0	11.8	0.39

¹ CNT: کنترل (فاقد کنوکارپوس)، CS12.5: جیره حاوی ۱۲/۵ درصد سیلاژ کنوکارپوس، DC12.5: جیره حاوی ۱۲/۵ درصد کنوکارپوس خشک شده

¹ Control (CNT, diet without Conocarpus), Diet containing 12.5% Conocarpus silage (CS12.5), Diet containing 12.5% dried Conocarpus (DC12.5). SEM: Standard error of means.

کنوکارپوس) در جیره برهه‌های جوان باعث بهبود میانگین افزایش وزن روزانه شد (۶۱).

وزن‌های ثبت شده در هر ۱۵ روز، وزن نهایی، میانگین افزایش وزن روزانه، کل اضافه وزن، ضریب تبدیل (نسبت خوراک مصرفی به افزایش وزن زنده) و بازده خوراک (نسبت افزایش وزن زنده به خوراک مصرفی) کل دوره تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۵). افزودن تانن به جیره بره‌های پرواری تأثیری بر وزن نهایی و میانگین افزایش وزن روزانه نداشت (۶۹). استفاده از عصاره گیاه *Salix babylonica* (حاوی ترکیبات آلكالوئیدی، ساپونین و فنلی، نظیر

جدول ۵- عملکرد رشد بره‌های پرواری تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

Table 5- Growth performance of fattening lambs fed experimental diets

عملکرد رشد Growth performance	تیمارها ^۱ Treatment ¹			SEM	P-value
	CNT	CS12.5	DC12.5		
وزن اولیه (کیلوگرم) Initial body weight, kg	32.97	33.00	33.0	1.17	0.80
وزن بدن، تا ۱۵ روزگی (کیلوگرم) Body weight, d 15, kg	34.44	34.24	34.5	1.18	0.17
وزن بدن، تا ۳۰ روزگی (کیلوگرم) Body weight, d 30, kg	36.01	35.77	36.04	1.19	0.18
وزن بدن، تا ۴۵ روزگی (کیلوگرم) Body weight, d 45, kg	37.58	37.24	37.53	1.21	0.42
وزن بدن، تا ۶۰ روزگی (کیلوگرم) Body weight, d 60, kg	39.52	38.93	39.21	1.21	0.22
میانگین افزایش روزانه، ۰ تا ۱۵ روزگی (کیلوگرم) Average daily gain, d 0 to d 15, kg	98.00	82.00	100.0	5.40	0.09
میانگین افزایش روزانه، ۱۶ تا ۳۰ روزگی (کیلوگرم) Average daily gain, d 16 to d 30, kg	106.7	100.7	102.0	4.50	0.51
میانگین افزایش روزانه، ۳۱ تا ۴۵ روزگی (کیلوگرم) Average daily gain, d 31 to d 45, kg	107.3	96.70	98.00	10.00	0.82
میانگین افزایش روزانه، ۴۶ تا ۶۰ روزگی (کیلوگرم) Average daily gain, d 46 to d 60, kg	130.0	112.7	113.3	9.80	0.15
میانگین افزایش روزانه، ۰ تا ۶۰ روزگی (کیلوگرم) Average daily gain, d 0 to d 60, kg	110.0	98.2	103.3	6.30	0.08
کل افزایش، ۰ تا ۱۵ روزگی (کیلوگرم) Total weight gain, d 0 to d 15, kg	1.47	1.24	1.5	0.17	0.12
کل افزایش، ۱۶ تا ۳۰ روزگی (کیلوگرم) Total weight gain, d 16 to d 30, kg	1.60	1.51	1.53	0.07	0.63
کل افزایش، ۳۱ تا ۴۵ روزگی (کیلوگرم) Total weight gain, d 31 to d 45, kg	1.61	1.45	1.47	0.15	0.74
کل افزایش، ۴۶ تا ۶۰ روزگی (کیلوگرم) Total weight gain, d 46 to d 60, kg	1.95	1.69	1.7	0.10	0.11
کل افزایش، ۰ تا ۶۰ روزگی (کیلوگرم) Total weight gain, d 0 to d 60, kg	6.63	5.89	6.20	0.18	0.07
ضریب تبدیل، ۰ تا ۱۵ روزگی Feed conversion ratio ² , d 0 to d 15	5.01	6.02	5.05	0.19	0.12
ضریب تبدیل، ۱۶ تا ۳۰ روزگی Feed conversion ratio, d 16 to d 30	4.66	5.02	5.2	0.24	0.18
ضریب تبدیل، ۳۱ تا ۴۵ روزگی Feed conversion ratio, d 31 to d 45	5.90	6.50	6.90	0.63	0.41
ضریب تبدیل، ۴۶ تا ۶۰ روزگی Feed conversion ratio, d 46 to d 60	4.96	6.36	5.14	0.63	0.84
ضریب تبدیل، ۰ تا ۶۰ روزگی Feed conversion ratio, d 0 to d 60	5.15	5.98	5.63	0.20	0.32
بازده خوراک، ۰ تا ۱۵ روزگی Feed efficiency ³ , d 0 to d 15	0.20	0.17	0.20	0.064	0.09
بازده خوراک، ۱۶ تا ۳۰ روزگی Feed efficiency, d 16 to d 30	0.21	0.20	0.19	0.094	0.24
بازده خوراک، ۳۱ تا ۴۵ روزگی Feed efficiency, d 31 to d 45	0.17	0.15	0.14	0.051	0.89
بازده خوراک، ۴۶ تا ۶۰ روزگی Feed efficiency, d 46 to d 60	0.20	0.16	0.19	0.050	0.83
بازده خوراک، ۰ تا ۶۰ روزگی Feed efficiency, d 0 to d 60	0.19	0.17	0.18	0.040	0.41

^۱CNT: کنترل (فاقد کنوکارپوس)، CS12.5: جیره حاوی ۱۲/۵ درصد سیلاژ کنوکارپوس، DC12.5: جیره حاوی ۱۲/۵ درصد کنوکارپوس خشک شده

^۲نسبت کیلوگرم خوراک مصرفی به کیلوگرم افزایش وزن زنده

^۳نسبت کیلوگرم افزایش وزن زنده به کیلوگرم خوراک مصرفی

¹Control (CNT, diet without Conocarpus), Diet containing 12.5% Conocarpus silage (CS12.5), Diet containing 12.5% dried Conocarpus (DC12.5).

SEM: Standard error of means.

²Ratio of kg feed intake / kg live weight gain

³Ratio of kg live weight gain / kg feed intake

علت آن مقدار بیشتر ترکیبات تانن دار در آزمایش آنها است.

مقدار pH شکمبه از لحاظ بیولوژیکی در دامنه طبیعی ۶/۱-۶/۹ قرار دارد (۴۱). پژوهشگران در بررسی اثر منابع تانن دار بر جمعیت باکتری‌های پروتئولیتیک شکمبه گوسفندان بیان کردند که تانن‌ها باعث کاهش pH شکمبه می‌شوند (۴۴). تفاله زیتون به عنوان یک منبع تانن دار نیز باعث کاهش pH شکمبه در بز شد (۶۷). مصرف مواد حاوی تانن باعث کاهش pH شکمبه در بزهای نر الموت شد (۴۰). نتایج پژوهش حاضر با نتایج این محققین موافق نبود (جدول ۶). موافق با نتایج پژوهش حاضر، استفاده از تانن و منابع تانن دار تأثیری معنی داری بر pH شکمبه نداشت (۱، ۱۵، ۳۰، ۶۶ و ۶۸). تغذیه تانن استخراج شده از پوست انار (۶۰) یا تغذیه مستقیم پوست انار (۳۴) در جیره بره‌های پرواری تأثیری بر pH مایع شکمبه نداشت. pH شکمبه وابسته به مقدار اسیدهای چرب فرار تولید شده در شکمبه می‌باشد، در صورتی که تانن‌ها یا هر ترکیب ثانویه دیگری موجب کاهش غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه‌ای شوند، pH شکمبه افزایش می‌یابد (۶۲). البته گزارش شده غلظت‌های کمتر از ۵ درصد ماده خشک تانن متراکم در جیره تأثیر مهمی بر تخمیر شکمبه ندارد (۱۱). شاید ثابت ماندن pH به دلیل عدم تغییر در غلظت اسیدهای چرب فرار به ویژه مقدار اسید پروپیونیک باشد که این نتایج نیز موافق با نتایج پژوهش حاضر است. استفاده از مقادیر مختلف متابولیت‌های ثانویه گیاهی نظیر آلکالوئیدها، ساپونین‌ها، ترکیبات فنلی، تربین‌ها و نظیر آنها در محیط کشت میکروب‌های شکمبه، نشان داد مقادیر پایین از این متابولیت‌ها اثری بر pH شکمبه نداشت، اما مقادیر بالای آن باعث افزایش pH شد (۳۳). اثرات متابولیت‌های ثانویه بر pH شکمبه در میان مطالعات متغیر بوده است و از عدم تأثیر (۲۳) تا اثر افزایشی (۳۲) گزارش شده است.

بین پروتوزوا و pH شکمبه نیز اثر متقابل وجود دارد، پروتوزوا قادر است باعث تثبیت یا تغییر pH شکمبه شود و بالعکس. پروتوزوای شکمبه قادرند شرایط شکمبه را از نظر pH پایدار کنند که احتمالاً به علت بلعیدن سریع و هضم تدریجی نشاسته خوراک به وسیله پروتوزوای مژکدار است (۳۱). پروتوزوا یکی از عوامل موثر در تولید هیدروژن است و افزایش یا کاهش هیدروژن در محیط شکمبه سبب pH اسیدی یا قلیایی می‌شود (۴۵). ترکیبات ثانویه (نظیر تانن، ترکیبات فنلی و غیره) گیاهان (بسته به نوع و مقدار ترکیب) باعث کاهش جمعیت انتودینیوم و هولوتریش‌ها و کل پروتوزوای شکمبه شدند، در مواردی نیز تأثیری بر جمعیت‌های پروتوزوایی مشاهده نشد (۱۵). یکی از علل عدم کاهش معنی دار pH شکمبه در این آزمایش می‌تواند به عدم تفاوت جمعیت پروتوزوای شکمبه مربوط باشد (جدول ۶). محققین دیگر گزارش کردند که در اثر افزودن ساپونین (کنوکارپوس دارای ساپونین است) به جیره pH شکمبه کاهش می‌یابد (۱۷).

عمل آوری پروتئین خوراک بره‌های پرواری با سطوح مختلف تانن استخراج شده از پوست انار، باعث بهبود کل افزایش وزن و میانگین افزایش وزن روزانه بره‌ها شد، اما ضریب تبدیل خوراک تحت تأثیر قرار نگرفت (۶۰). با استفاده از ۲۱ درصد پوست انار (منبع تانن، نظیر کنوکارپوس) در جیره بره‌های پرواری در مقایسه با جیره فاقد پوست انار، تأثیری بر وزن نهایی پروار، میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک مشاهده نشد (۳۴). با استفاده از عصاره انار به عنوان یک منبع تانن، نیز گزارش کردند که مصرف بیش از حد تانن با کاهش مصرف خوراک و قابلیت هضم پروتئین منجر به کاهش افزایش وزن می‌شود (۵۱). بنابراین باتوجه به نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر، می‌توان استفاده از برگ سیلو شده و خشک کنوکارپوس در تغذیه بره‌های پرواری را توصیه کرد؛ زیرا جایگزینی ۵۰ درصد از سیلاژ ذرت در جیره بره‌های پرواری آزمایش حاضر با کنوکارپوس، تأثیر منفی بر عملکرد رشد آنها نداشت.

غلظت نیتروژن آمونیاکی، pH و کل جمعیت پروتوزوای شکمبه تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۶). جمعیت جنس‌های مختلف پروتوزوا نیز تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۶). بررسی تأثیر ترکیبات ثانویه (نظیر تانن، ترکیبات فنلی و غیره) تعداد زیادی از گیاهان نشان داد که ترکیب ثانویه برخی از این گیاهان (بسته به نوع و مقدار ترکیب) باعث کاهش نیتروژن آمونیاکی شدند، اما برخی نیز تأثیری بر این فراسنجه‌ها نداشتند (۱۵). بیلدیز و همکاران (۶۸) نیز گزارش کردند که مصرف برگ بلوط (مشابه کنوکارپوس دارای تانن است) کاهش دهنده غلظت آمونیاک شکمبه ایجاد نکرد که موید نتایج پژوهش حاضر می‌باشد. میانگین غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با تغذیه جیره‌های آزمایشی در دامنه مطلوب یعنی ۸/۵ تا ۳۰ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر مایع شکمبه گزارش شده است (۴۱). شاید عدم تفاوت معنی دار جمعیت پروتوزوایی (جدول ۶) بین تیمارها دلیلی برای عدم تفاوت غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه باشد؛ زیرا پروتوزوای تعداد زیادی از باکتری‌های شکمبه را به وسیله غوطه‌ورسازی و هضم مورد استفاده قرار می‌دهند که از تجزیه باکتری‌ها توسط پروتوزوای شکمبه آمونیاک حاصل می‌شود (۲۷). غلظت نیتروژن در شکمبه و خون منعکس کننده وضعیت مصرف پروتئین خام در ترکیب جیره غذایی گاو شیرده می‌باشد (۶). با توجه به این که گزارش شده است که منبع اصلی تامین نیتروژن در شکمبه، آمونیاک حاصل از تجزیه پروتئین خوراک است (۳۸) لذا شاید دلیل اختلاف غیر معنی دار یا عدم تفاوت بین جیره‌ها مربوط به تفاوت جزئی در مقدار غلظت پروتئین آنها باشد (جدول ۱). در آزمایشی با افزایش سطح بلوط (مشابه کنوکارپوس دارای تانن است) در جیره گاو، غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه کاهش یافت (۲۱). مخالف با نتایج آزمایش حاضر، منابع تانن دار باعث کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه شدند (۳۴، ۴۲ و ۶۰) که

را به توان یکسان بودن منشا تولید آن یعنی اسید پروپیونیک ذکر کرد، زیرا در نشخوارکنندگان یکی از دلایل تغییرات قند خون می‌تواند ناشی از تغییر در تولید پروپیونات در شکمبه باشد (۴۷). تغذیه تانن استخراج شده از پوست انار در بره‌های پرواری (۶۰) به عنوان منبع غنی از تانن تأثیری بر غلظت گلوکز خون نداشت. با افزایش برگ بلوط (دارای تانن و ترکیبات فنلی مشابه گیاه کنوکارپوس)، تأثیری بر غلظت گلوکز خون گوساله‌ها مشاهده نشد (۶۳). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که فلاونوئیدها موجب کاهش قند پلاسما می‌شوند (۳۶).

استفاده از کنوکارپوس (خشک و سیلو شده) در جیره بره‌های پرواری تأثیر معنی‌داری بر گلوکز، نیتروژن اوره‌ای، کلسترول، تری گلیسرید، LDL و HDL خون نداشت (جدول ۷). مقدار طبیعی گلوکز خون نشخوارکنندگان جهت فرآیندهای فیزیولوژیک ۶۰-۳۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر می‌باشد (۵۴) که در آزمایش حاضر در دامنه نرمال بود. گلوکز خون به عنوان شاخصی برای سوخت و ساز در نظر گرفته می‌شود (۴۶). اسید پروپیونیک تولید شده در شکمبه پیش‌ساز اصلی گلوکز خون در نشخوارکنندگان است (۴۷). بنابراین، شاید یکی از دلایل یکسان بودن غلظت گلوکز خون بین جیره‌ها در آزمایش حاضر

جدول ۶- نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)، pH و جمعیت پروتوزوای ($\times 10^5$) در میلی‌لیتر) مایع شکمبه در بره‌های پرواری تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی
Table 6- Rumen ammonia nitrogen concentration (mg/dl), pH and protozoa population ($\times 10^5$ / ml) in rumen liquor of fattening lambs fed experimental diets

	تیمارها ^۱ Treatment ¹			SEM	P-value
	CNT	CS12.5	DC12.5		
pH	6.57	6.58	6.76	0.14	0.14
نیتروژن آمونیاکی Ammonia-N, mg/100 ml	5.85	5.48	5.36	0.58	0.06
انتودینیوم Entodinium	3.83	2.18	3.20	0.55	0.90
اپیدینیوم Epidinium	0.17	0.85	0.70	0.43	0.50
دی‌پلودینیوم Diplodinium	1.80	1.50	1.30	0.23	0.40
کل پروتوزوا Total protozoa	5.80	4.80	5.20	0.71	0.28

^۱ CNT: کنترل (فاقد کنوکارپوس)، CS12.5: جیره حاوی ۱۲/۵ درصد سیلاژ کنوکارپوس، DC12.5: جیره حاوی ۱۲/۵ درصد کنوکارپوس خشک شده

¹ Control (CNT, diet without Conocarpus), Diet containing 12.5% Conocarpus silage (CS12.5), Diet containing 12.5% dried Conocarpus (DC12.5).
 SEM: Standard error of means.

محققان گزارش کردند استفاده از گیاه لस्पدا کوتا (*Lespedeza cuneata*) که حاوی تانن می‌باشد، در جیره بره‌ها تأثیری بر غلظت کلسترول و تری گلیسرید نداشت (۳۶). مطالعات حیوانی نشان می‌دهد متابولیت‌های ثانویه گیاهی ممکن است از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های لیپوژنیک کبدی و آنزیم کلسترول‌ژنیک مانند آنزیم گلوکز ۶-فسفاتاز دهیدروژناز و ۳-هیدروکسی ۳-متیل گلو تاریل کوآنزیم آ، کلسترول را کاهش دهند. تغییر در کلسترول ممکن است بدلیل تغییر فعالیت کبدی ۳-هیدروکسی ۳-متیل گلو تاریل کوآنزیم آ (HMG-CoA) که آنزیم تنظیم کننده ساخت کلسترول است صورت گرفته باشد (۳۶). پژوهشگران در مطالعه خود نشان دادند زمانی که در جیره از ساپونین (از مواد موثره کنوکارپوس) استفاده شود، باعث کاهش غلظت کلسترول خون در پستانداران غیر نشخوارکننده مثل موش و انسان می‌شود (۵۳). تحقیقات نشان داده که فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، پپتیدها، استروئیدها و پلی ساکاریدهای موجود در گیاهان

غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در بره‌های پرواری تحت تأثیر جیره های آزمایش قرار نگرفت (جدول ۶). غلظت پایین اوره خون نشان دهنده ناکافی بودن نیتروژن تجزیه پذیر تامین شده در شکمبه با توجه به مقدار انرژی در دسترس است و غلظت بالای اوره خون نشان دهنده غلظت بالای آمونیاک شکمبه است که در کبد به اوره تبدیل شده است؛ در آزمایش حاضر غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در دامنه مناسب برای نشخوارکنندگان (۴۰-۸ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر) بود (۵۴) که تابعی از غلظت آمونیاک شکمبه است (۱۹). در پژوهش حاضر غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه تیمارهای آزمایشی، تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۶). نتایج بسیاری از آزمایش‌ها نشان می‌دهد که تانن با کاهش نرخ تجزیه پذیری پروتئین سبب کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی و به دنبال آن کاهش نیتروژن اوره‌ای پلاسما می‌شود (۱۴) با افزایش برگ بلوط به جیره گوساله تغییری در غلظت نیتروژن اوره‌ای خون مشاهده نشد (۶۳).

کلسترول خون می‌باشد و حضور آنها در خون همبستگی بالایی با جیره مصرفی دارد (۲۲)، به نظر می‌رسد عدم تفاوت در غلظت کلسترول بین تیمارهای آزمایشی ناشی از تفاوت غیر معنی‌دار قابلیت هضم مواد مغذی و در نتیجه انرژی دریافتی بره‌ها باشد (جدول ۴).

دارویی (نظیر آنچه در برگ گیاه کنوکارپوس است) خاصیت کاهش دهنده‌گی لیپیدهای خون را دارا می‌باشند که اثر برگ گیاه کنوکارپوس را در کاهش کلسترول خون توضیح می‌دهد (۵۵). لیپوپروتئین با دانسیته بالا در نشخوارکنندگان جزء مهمی از

جدول ۷- فراسنجه‌های خونی (میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر) در بره‌های پرواری تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

Table 7- Blood parameters (mg/dl) in fattening lambs fed experimental diets

فراسنجه‌ها Parameter (mg/dl)	تیمارها Treatment ¹			SEM	P-value
	CNT	CS12.5	DC12.5		
گلوکز Glucose	66.00	70.00	63.70	3.22	0.42
نیترژن اورمای خون Blood urea nitrogen	12.00	9.70	10.10	1.18	0.07
کلسترول Cholesterol	61.75	61.00	57.00	3.49	0.90
تری گلیسرید Triglycerides	19.50	20.50	17.45	3.04	0.60
لیپوپروتئین با دانسیته پایین Low-density lipoprotein (LDL)	15.75	16.50	14.75	1.45	0.84
لیپوپروتئین با دانسیته بالا High-density lipoprotein (HDL)	35.75	35.40	35.57	2.12	0.84

C: کنترل (فاقد کنوکارپوس)، CS12.5: جیره حاوی ۱۲/۵ درصد سیلاژ کنوکارپوس، DC12.5: جیره حاوی ۱۲/۵ درصد کنوکارپوس خشک شده

¹ Control (CNT, diet without Conocarpus), Diet containing 12.5% Conocarpus silage (CS12.5), Diet containing 12.5% dried Conocarpus (DC12.5).

SEM: Standard error of means.

به نظر می‌رسد بتوان از برگ کنوکارپوس به شکل سیلاژ و یا خشک در جیره بره‌های پرواری استفاده کرد و از این گیاه که به فراوانی در مناطق مختلف کشور وجود دارد به عنوان علوفه برای دام‌ها بهره برد.

تشکر و قدردانی

از مسئولین محترم دانشکده‌ی علوم دامی و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان برای فراهم آوردن امکان انجام آزمایش قدردانی می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که جایگزینی ۵۰ درصد برگ کنوکارپوس خشک یا سیلو شده با سیلاژ ذرت تأثیر منفی بر مصرف و قابلیت هضم مواد مغذی، فراسنجه‌های تخمیری شکمبه، بازده رشد و فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری تحت آزمایش نداشت. در آزمایش حاضر این عدم تفاوت در نتایج، از نکات برجسته آزمایش است، زیرا استفاده از یک ماده غیر قابل استفاده که به وفور در جنوب کشور یافت می‌شود، به عنوان جایگزینی برای سیلاژ ذرت به عنوان بخش مهمی از خوراک دام، توانسته نتایج قابل قبولی حاصل کند. بنابراین،

منابع

1. Abarghuei, M. J., Y. Rouzbehan, A. Z. M. Salem, and M. J. Zamiri. 2013. Nutrient digestion, ruminal fermentation and performance of dairy cows fed pomegranate-peel extract. *Livestock Science*, 157: 452-461.
2. Adonizio, A. L., K. Downum, B. C. Bennett, and K. Mathee. 2006. Antiquorum sensing activity of medicinal plants in southern Florida. *Journal of Ethnopharmacology*, 105 (3): 427-435.
3. Al-Koaik, F., A. M. El-Waziry, A. I. Khalil, H. Metwally, and M. A. Al-Mahasneh. 2014. Evaluation of conocarpus (*Conocarpus erectus*) leaves and Bermuda grass (*Cynodon dactylon* L.) using chemical analysis and *in vitro* gas production technique. *Bulgharian Journal of Agricultural Science*, 20 (4): 824-829.
4. Alves, T. P., A. C. Dall-Orsoletta, and H. M. N. Ribeiro-Filho. 2017. The effects of supplementing *Acacia mearnsii* tannin extract on dairy cow dry matter intake, milk production, and methane emission in a tropical pasture. *Tropical Animal Health and Production*, 49(8): 1663-1668.

5. Amesa, S., and M. Sfaw. 2018. Effects of tannin on feed intake, body weight gain and health of goats. *Academic Journal of Nutrition*, 7 (1): 01-04.
6. Angaji, L., M. Sourı, and M. M. Moeini. 2011. Deactivation of tannins in raisin stalk by polyethylene glycol-600: Effect on degradation and gas production *in vitro*. *African Journal of Biotechnology*, 10 (21): 4478-4488.
7. AOAC international. 2005. *Official Methods of Analysis*. 18th ed. AOAC international, Washington, DC.
8. Atanassova, M., and V. Christova-Bagdassarian. 2009. Determination of tannins content by titrimetric method for comparison of different plant species. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 44: 413-415.
9. Ayoub, N. A. 2010. A trimethoxyellagic acid glucuronide from *Conocarpus erectus* leaves: Isolation, characterization and assay of antioxidant capacity. *Pharmaceutical Biology*, 48(3): 328-332.
10. Baroon, Z., and M. A. Razzaque. 2013. Observations on silage making of landscape *Conocarpus* browse residues as feed ingredient in Kuwait. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 8 (3): 362-379.
11. Barry, T. N., and W. C. McNabb. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*, 81(4): 263-272.
12. Barszcz, M., M. Taciak, A. Tuśnio, and J. Skomial. 2018. Effects of dietary level of tannic acid and protein on internal organ weights and biochemical blood parameters of rats. *PloS One*, 13(1): 1-9.
13. Benchaar, C., T. A. McAllister, and P. Y. Chouinard. 2008. Digestion, ruminal fermentation, ciliate protozoal population and milk production from dairy cows fed Cinnamaldehyde, Ouebracho Condensed tannin, or *Yucca schidigera* Saponin Extracts. *Journal of Dairy Science*, 91: 4765-4777.
14. Ben Salem, H., L. Saghrouti, and A. Nefzaoui. 2005. Attempts to deactivate tannins in fodder shrubs with physical and chemical treatments. *Animal Feed Science and Technology*, 122: 109-121.
15. Bhatta, R., M. Saravanan, L. Baruah, K. T. Sampath, and C. S. Prasad. 2013. Effect of plant secondary compounds on *in vitro* methane, ammonia production and ruminal protozoa population. *Journal of Applied Microbiology*, 115: 455-465.
16. Brodrick, G. A., and J. H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Dairy Science*, 63: 64-75.
17. Busquet, M., S. Calsamiglia, A. Ferret, and C. Camel. 2006. Plant extracts affect *in vitro* rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 89: 761-771.
18. Chen, W., Q. Ai, K. Mai, W. Xu, Z. Liufu, W. Zhang, and Y. Cai. 2011. Effects of dietary soybean saponins on feed intake, growth performance, digestibility and intestinal structure in juvenile Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*, 318: 95-100.
19. Davidson, P. M., and A. S. Naidu. 2000. *Phyto phenolsin natural food antimicrobial systems*. CRC Press. Boca Raton, USA.
20. Dehority, B. A. 2003. *Rumen Microbiology*. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
21. Doce, R. R., G. Hervás, A. Belenguer, P. G. Toral, F. J. Giraldez, and P. Frutos. 2009. Effect of the administration of young oak (*Quercus pyrenaica*) leaves to cattle on ruminal fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, 150: 75-85.
22. Drackley, J. K., H. D. Dann, N. Douglas, N. N. A. Janovick Guretzky, N. B. Litherland, J. P. Underwood, and J. J. Looor. 2005. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. *Italian Journal of Animal Science*, 4(4): 323-344.
23. Dschaak, C. M., C. M. Williams, M. S. Holt, J. S. Eun, A. J. Young, and B. R. Min. 2011. Effects of supplementing condensed tannin extract on intake, digestion, ruminal fermentation, and milk production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94: 2508-2519.
24. Ehsen, S., M. Qasim, Z. Abideen, A. F. Rizvi, B. Gul, R. D. Ansari, and M. Ajmalkhan. 2016. Secondary metabolites as anti-nutritional factors in locally used halophytic forage/fodder. *Pakistan Journal of Botany*, 48(2): 629-636.
25. El-Sayed, S. A. H., S. A. Bazaid, and A. N. A., Sabra. 2013. Protective effect of *Conocarpus erectus* extracts on ccl4-induced chronic liver injury in mice. *Global Journal of Pharmacology*, 7 (1): 52-60.
26. El-Sayed, S. A. H., S. A. Bazaid, M. M. Shohayeb, M. M. El-Sayed, and E. A. El-Wakil. 2012. Phytochemical studies and evaluation of antioxidant, anticancer and antimicrobial properties of *Conocarpus erectus* L. growing in Taif, Saudi Arabia. *European Journal of Medicinal Plants*, 2(2): 93-112.
27. Evans J. D., and S. A. Martin. 2000. Effects of thymol on ruminal microorganisms. *Current Microbiology*, 41: 336-340.
28. Gameda, B. S., and A. Hassen. 2015. Effect of tannin and species variation on *in vitro* digestibility, gas, and methane production of tropical browse plants. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 28 (2): 188-199.
29. Henke, A., U. Dickhoefer, E. Westreicher-Kristen, K. Knapstein, J. Molkentin, M. Hasler, and A. Susenbeth. 2017. Effect of dietary Quebracho tannin extract on feed intake, digestibility, excretion of urinary purine derivatives and milk production in dairy cows. *Archives of Animal Nutrition*, 71 (1): 37-53.
30. Hervás, G., P. Frutos, F. J. Giraldez, A. R. Mantecon, and M. C. Alvarez Del Pino. 2003. Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes. *Animal Feed Science and Technology*, 109: 65-78.

31. Hristov, A. N., M. L. Ivan, M. Rode, and T. A. McAllister. 2001. Fermentation characteristics and rumen ciliate protozoal populations in cattle fed medium or high barley based diets. *Journal of Animal Science*, 79: 515–524.
32. Jami, E., A. Shabtay, M. Nikbachat, E. Yosef, J. Miron, and I. Mizrahi. 2012. Effects of adding a concentrated pomegranate-residue extract to the ration of lactating cows on *in vivo* digestibility and profile of rumen bacterial population. *Journal of Dairy Science*, 95: 5996–6005.
33. Joch, M., J. Mrázek, E. Skřivanová, L. Čermák, and M. Marounek. 2018. Effects of pure plant secondary metabolites on methane production, rumen fermentation and rumen bacteria populations *in vitro*. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(4): 1–13.
34. Karamnejad, K., M. Sari, S. Salari, and M. Chaji. 2019. Effects of nitrogen source on the performance and feeding behavior of lambs fed a high concentrate diet containing pomegranate peel. *Small Ruminant Research*, 173: 9-16.
35. Lambert, R. J. W., P. N. Skandamis, P. J. Coote, and G. J. E. Nychas. 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91: 453-462.
36. Lee, K. J., E. R. Woo, C. Y. Choi, D. G. Shin, D. G. Lee, H. J. You, and H. G. Jeong. 2004. Protective effect of acteoside on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity. *Life Science*, 74: 1051-1064.
37. Lee, H. J., I. H. Choi, D. H. Kim, S. Amanullah, and S. C. Kim. 2016. Nutritional characterization of tannin rich chestnut (*Castanea*) and its meal for pig. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1): 258–262.
38. Makkar, H. P. S. 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, 49: 241-256.
39. Makkar, H. P. S., M. Wadhwa, and M. P. S. Bakshi. 2013. Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products. *FAO, RAP Publication 2013/04*.
40. Maldar, S. M. Y., and R. Alipour. 2010. The effect of adaptation to oak leaves on digestibility (*in vitro*) and ruminal parameters in Alamout goat. *Journal of Animal Science*, 43 (41): 243-252.
41. McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, C. A. Morgan, L. A. Sinclair, and R. G. Wilkinson. 2010. *Animal Nutrition*. 7th ed. Pearson press.
42. McSweeney, C. S., B. Palmer, D. M. McNeill, and D. O. Krause. 2001. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 91: 83–93.
43. Mehansho, H., L. G. Butler, and D. M. Carlson. 1987. Dietary tannins and salivary proline-rich proteins: interactions, induction, and defense mechanisms. *Annual Review of Nutrition*, 7: 423-440.
44. Min, B., T. Barry, G. Attwood, and W. McNabb. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 106: 3-19.
45. Morgavi, D. P., E. Forano, C., Martin, and C. J. Newbold. 2010. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *Symposium on Ruminant Physiology*, 4 (7): 1024-1036.
46. Nozad, S., A. G. Ramin, G. A. Moghadam, S., Asri-Rezaei, A., Babapour, and S. Ramin. 2012. Relationship between blood urea, protein, creatinine, triglycerides and macro-mineral concentrations with the quality and quantity of milk in dairy Holstein cows. *Veterinary Research Forum*, 3(1): 55-59.
47. Oh, Y. K., J. S. Eun, S. C. Lee, G. M. Chu, S. S. Lee, and Y. H. Moon. 2015. Responses of blood glucose, insulin, glucagon, and fatty acids to intraruminal infusion of propionate in Hanwoo. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28 (2): 200-206.
48. Nascimento, D. K. D., I. A. de Souza, A. F. M. de Oliveira, M. O. Barbosa, M. A. N. Santana, D. F. P. Júnior, E. C. Lira, and J. R. C. Vieira. 2016. Phytochemical screening and acute toxicity of aqueous extract of leaves of *Conocarpus erectus* Linnaeus in Swiss albino mice. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 88(3): 1431-1437.
49. National Research Council. 2007. Nutrient requirements of small ruminants, sheep, goats, cervids, and new world camelids. National Academy Press, Washington, DC.
50. Ogori, A. F., J. O. Makinde, and J. Ogori. 2019. Effects of *Balanites aegyptiaca* (Del) seed cake on growth and carcass performance of growing rabbit. *Journal of Bacteriology and Mycology*, 7(1): 9–12.
51. Oliveira, R. A., C. D. Narciso, R. S. Bisinotto, M. C. Perdomo, M. A. Ballou, M. Dreher, and J. E. P. Santos. 2010. Effects of feeding polyphenols from pomegranate extract on health, growth, nutrient digestion, and immune competence of calves. *Journal of Dairy Science*, 93: 4280-4291.
52. Owens, J., F. D. Provenza, R. D. Wiedmeier, and J. J. Villalba. 2012. Influence of saponins and tannins on intake and nutrient digestion of alkaloid-containing foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(11): 2373-2378.
53. Patra, A. K., D. N. Kamra, and N. Agarwal. 2010. Effect of extracts of spices on rumen methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feeds *in vitro*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 511-520.
54. Pond, W. G., D. C. Church, K. R. Pond, and P. A. Schoknecht. 2005. *Basic Animal nutrition and feeding*. 5th ed. Wiley International.
55. Popovic, M., B. Kaurinovic, S. Trivic, N. Mimica-Dukic, and M. Bursac. 2006. Effect of celery (*Apium*

- graveolens*) extracts on some biochemical parameters of oxidative stress in mice treated with carbon tetrachloride. *Phytotherapy Research*, 20: 531-537.
56. Pulimi, V. V. R. 2016. Factors affecting the nutritive value of commonly available grasses and pastures. Available at <https://www.slideshare.net/VishnuReddy85/factors-affecting-the-nutritive-value-of-commonly-available-grasses-and-pastures>
57. Rivera-Méndez, C., A. Plascencia, N. Torrentera, and R. A. Zinn. 2017. Effect of level and source of supplemental tannin on growth performance of steers during the late finishing phase. *Journal of Applied Animal Research*, 45 (1): 199-203.
58. Robbins, C.T., A. Hagerman, P. Austin, C. McArthur, and T. Hanley. 1991. Variation in mammalian physiological responses to a condensed tannin and its ecological implications. *Journal of Mammalogy*, 72(3): 480-486.
59. Rogosic, J., R. E. Estell, S. Ivankovic, J. Kezic, and J. Razov. 2008. Potential mechanisms to increase shrub intake and performance of small ruminants in mediterranean shrubby ecosystems. *Small Ruminant Research*, 74: 1-15.
- Sharifi, A., and M. Chaji. 2019. Effects of processed recycled poultry bedding with tannins extracted from pomegranate peel on the nutrient digestibility and growth performance of lambs. *South African Journal of Animal Science*, 49: 290-300.
60. Salem, A. Z. M., E. Ahmed, A. E. Kholif, M. Olivares, M. M. Y. Elghandour, M. Miguel Mellado, and J. Arece, 2014. Influence of *S. babylonica* extract on feed intake, growth performance and diet *in vitro* gas production profile in young lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 46: 213-219.
61. Snyder, L. J. U., J. M. Luginbui, J. P. Mueller, A. P. Conrad, and K. E. Turner. 2006. Intake, digestibility and nitrogen utilization of *Robinia pseudoacacia* foliage fed to growing goat and wethers. *Small Ruminant Research*, 71: 179-193.
62. Sharma, R. K., B. A. Singh, and A. Sahoo. 2008. Exploring feeding value of oak (*Quercus incana*) leaves: Nutrient intake and utilization in calves. *Livestock Science*, 118: 157-165.
63. Van Soest, P.J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Journal of Association of Official Analytical Chemists*, 46: 829-835.
64. Van Soest, P.J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
65. West, J. W., G. M. Hill, and P. R. Utley. 1993. Peanut skins as a feed ingredient for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 76: 59-599.
66. Yanez-Ruiz, D. R., A. Moumen, A. I. Martin Garcia, and E. Molina Alaide. 2004. Ruminal fermentation and degradation patterns, protozoa population and urinary purine derivatives excretion in goats and wethers fed diets based on two stage olive cake: effect of PEG supply. *Journal of Animal Science*, 82: 2023-2032.
67. Yildiz, S., I. Kaya, Y. Unal, D. Aksu Elmali, S. Kaya, M. Censiz, M. Kaya, and A. Oncuer. 2005. Digestion and body weight change in Tuj lambs receiving Oak (*Quercus hartwissiana*) leaves with and without PEG. *Animal Feed Science and Technology*, 122: 159-172.
68. Zhao, M. D., L. F. Di, Z. Y. Tang, W. Jiang, and C. Y. Li. 2019. Effect of tannins and cellulase on growth performance, nutrients digestibility, blood profiles, intestinal morphology and carcass characteristics in Hu sheep. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(10): 1540-1547.



The effect of diets containing dried or ensiled *Conocarpus* leaves on nutrients digestibility and growth performance of finishing lambs

Farzam Hoseini Asle¹ and Morteza Chaji^{2*}

Submitted: 24-10-2019

Accepted: 10-02-2020

Introduction Utilization of all potential existing resources as animal feed, especially the resources that have no use, can compensate the deficiency of forage and decrease the cost of livestock rations. *Conocarpus erectus* tree grows on the tropical and subtropical coasts throughout the world. This plant was cultivated in Kuwait, since it can grow on warm climate and salty water. *Conocarpus erectus* was considering for its resistance against heat; due to its resistance and compatibility with warm climate condition, infertile soil, soil improper aeration and drainage, air pollution, as well as compacted soils, its cultivation has been developed in such areas. This plant has lower nutrient requirements, it is an evergreen shrub and highly resistant against salinity and drought, and if soil is not humid, it will tolerate drought. The extension areas of this plant is in USA, Bahama, Caribbean, Central and South America from Mexico to Brazil on the Atlantic coasts, from Mexico to Ecuador on the pacific coasts, and west of Africa and Melanesia and Polynesia. This plant has widely been cultivated in Khuzestan, Bushehr, and Hormozgan in Iran. Considering its very rapid growth, this plant is pruned daily by municipalities, and its transportation out of cities and disposing is expensive as well as will cause the contamination of environment. Therefore, application it in the ration of livestock would be a proper option to utilize this plant residues. The present experiment was conducted for determining the appropriate amount and form of the *Conocarpus* leaves in the diet of finishing lambs.

Materials and Methods The present experimental were conducted in Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. The *Conocarpus* leaves was prepared from shrubs pruning by municipality in spring season and transferred to the research station for ensiling or drying. To prepare *Conocarpus* silage, soft branches containing leaves were chopped and ensiled after adding 2% sulfuric acid/kg dry matter (V/W). In order to prepare the dried *Conocarpus*, the leaves were dried out by exposing to fresh air in the shade and then stored. Twenty-four male Arabic lambs with an average weight of 33 ± 3 kg were used in a completely randomized design with 3 treatments and 8 replications. Experimental treatments were consisted of control diet (without *Conocarpus*) and diets containing 50% silage or dried leaves of *Conocarpus* replaced with corn silage. For measuring the nutrients digestibility during seven days, the feed orts and feces were daily weighted and about 10% of them were kept in the plastic bags at -20°C. At the end of seventh day, the orts and feces samples were mixed and one representative sample obtained. The samples were oven-dried and grounded using 1 mm mesh screen. The chemical composition of *Conocarpus* leaves, rations, feed orts and feces, included: dry matter, acid detergent fibers, ash, crude protein, neutral detergent fibers, lignin, and tannin of *Conocarpus* leaves were measured. The dry matter intake, initial weight, every two weeks weight, final weight were recorded and feed conversion ratio and feed efficiency were calculated. Ammonia nitrogen, pH, protozoa population of rumen fluid, blood parameters consisted of glucose, cholesterol, triglyceride, high density lipoprotein (HDL), low density lipoprotein (LDL), and BUN, were measured. The results data was analyzed using the GLM procedure of SAS (version 9.4). The differences among treatments were evaluated using Duncan's adjustment, when the overall F-test was < 0.05 .

1-M.Sc. Graduated Student of Animal Nutrition, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran.

2-Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran

(*- Corresponding Author Email: chaji@asnrukh.ac.ir)

Doi:10.22067/ijasr.v13i1.83914

Results and Discussion The use of Conocarpus leaves had no effect on the dry matter intake, the apparent digestibility of dry matter, organic matter, protein, NDF, ADF, ammonia nitrogen concentration, rumen fluid protozoa population, blood cholesterol, triglyceride and urea nitrogen. The final weight, average daily weight gain, total weight gain of lambs, feed conversion ratio and total feed efficiency were not affected by experimental treatments. The Conocarpus contains the compounds such as tannin, saponin, and other polyphenolic compounds, which have caused the decline of the feed consumption. There are certain proteins in ruminant saliva, which are capable to bind with these anti-nutrient compounds and decreasing their impact on feed consumption. The nutrients digestibility were not affected by the experimental treatments. Diet containing tannin increased DM digestibility but, had no effect on ether extract (EE), crude fiber, and ash digestibility and decreased protein digestion. The growth performance and was not affected by the experimental treatments. Supplementing the ration of finishing steers with the herbal mixture containing tannin had no effect on the final weight and average daily gain. The concentration of rumen fluid ammonia in current experiment was in optimum range (8.5-30 mg/l). Rumen fluid pH is biologically in the normal range of 6.1 – 6.9. The effect of the secondary metabolites on the rumen pH were different in various studies, from no influence to incremental effects. The concentration of blood plasma glucose in current experiment was in physiological range of 30 to 60 mg/dl. The feeding the finishing lambs with the extracted tannin of the pomegranate peel, as the rich source of tannin, had no effect on the blood glucose concentration. The concentration of blood urea nitrogen was not affected by the experimental diets.

Conclusion According to the results of present experiment, diets containing dried or ensiled Conocarpous leaves had no adverse effects on digestion of nutrients, finishing performance, and blood and rumen parameters of finishing lambs in this experiment. Therefore, it is possible to replace both silage and dried leaves of Conocarpus in the diet of finishing lambs until 50% instead of corn silage.

Keywords: Blood parameters, Digestibility, Growth performance, Protozoa, Rumen parameters.



مقاله علمی - پژوهشی

اثر اسانس زنیان بر مصرف خوراک و پاسخ متابولیکی بزهای مهابادی در اوایل شیردهی

نفیسه بهرامی^۱، یونس علی علی جو^{۲*}، رسول پیرمحمدی^۳، بهزاد اسد نژاد^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۴

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثرات افزودن اسانس زنیان بر گوارش پذیری مواد مغذی و برخی فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای، تولید شیر و ترکیبات شیر در بزهای مهابادی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل جیره‌ی شاهد (جیره‌ی پایه بدون اسانس زنیان)، جیره‌ی پایه + ۳۰۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک اسانس زنیان و جیره‌ی پایه + ۶۰۰ میلی گرم/کیلوگرم ماده خشک اسانس زنیان بود. آزمایش بر اساس طرح مربع لاتین تکرار شده ۳×۳ و به صورت چرخشی با ۳ تیمار و ۳ دوره آزمایشی بر روی ۶ رأس بز اجرا گردید. افزودن اسانس زنیان، تأثیری بر مصرف ماده خشک، قابلیت هضم، فراسنجه‌های شکمبه‌ای (اسید استیک، اسید پروپیونیک + ایزوبوتیریک، اسید والریک، اسید ایزووالریک، اسید بوتیریک، پروتئین و pH) و فراسنجه‌های خونی (گلوکز و پروتئین کل) نداشت ($p < 0.05$) ولی در مقابل کل اسیدهای چرب، میزان کلسترول، تری گلیسرید و LDL در برابر تیمار شاهد کاهش یافته و HDL، کراتینین و اوره‌ی خون نیز افزایش نشان داد ($p < 0.05$). به‌طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزودن اسانس زنیان به جیره‌ی بزهای شیرده مهابادی، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد، تولید و ترکیب شیر نداشت. ولی باعث کاهش غلظت سرمی کلسترول، تری گلیسرید و LDL شد هرچند نیازمند تحقیقات بیشتر در این زمینه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اسانس زنیان، بز مهابادی، قابلیت هضم، مصرف ماده خشک.

مقدمه

گردد. اخیراً تحقیقات زیادی در ارتباط با اثر اسانس‌های گیاهی به‌عنوان مواد افزودنی طبیعی برای بهبود تخمیر شکمبه مانند افزایش تولید اسیدهای چرب فرار، کاهش تولید متان، بهبود متابولیسم پروتئین و افزایش بازده استفاده از خوراک انجام شده است (۸). انسان برای هزاران سال از گیاهان و عصاره‌های آن‌ها استفاده کرده است و اولین گزارش‌ها در رابطه با استفاده از آن‌ها به حدود ۲۶۰۰ سال قبل از میلاد در بین النهرین برمی‌گردد (۶). اصطلاح اسانس‌های روغنی یا روغن‌های ضروری در قرن شانزدهم توسط یک داروساز مطرح شد. زنیان یکی از گیاهانی است که دارای این ترکیبات می‌باشد. زنیان یا نانخواه با نام علمی *Carum copticum* L. از تیره چتریان (*Apiaceae*) بوده و با اسامی انگلیسی چون، *Ajwain*، *Ajowan* می‌باشد. جنس *Carum* گونه‌های متفاوتی دارد. ترکیبات عمده و مهم آن تیمول، گاماترین و پاراسایمین می‌باشد (۱۴). محققان برای بررسی اثر روغن‌های اسانسی و اجزای اصلی آن‌ها بر تخمیر شکمبه و در نهایت پیش‌بینی اثرات درون تنی بیشتر به مدل‌های برون تنی تکیه می‌کنند (۳۱). با این حال سیستم‌های برون تنی محدودیت‌هایی دارند. اثر اسانس روغنی بر متابولیسم پروتئین شکمبه با استفاده از تکنیک درون کیسه‌ای (*in situ*) ارزیابی شده است و نتایج مطالعات مختلف بر اساس نوع منبع پروتئینی

یکی از مهم‌ترین ترکیبات افزودنی در سال‌های گذشته آنتی‌بیوتیک‌ها بوده‌اند. با وجود اثرات مفید آنتی‌بیوتیک‌های خوراکی بر تولید و سلامت حیوان، استفاده از آن‌ها در تغذیه‌ی حیوانات به‌خاطر تولید باکتری‌های مقاوم به داروهای مختلف (که ممکن است برای سلامتی انسان خطرناک باشند) بحث برانگیز بوده است (۳). خیراً استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به‌علت ایجاد مقاومت باکتریایی و باقی ماندن مواد شیمیایی آن‌ها در گوشت و اثرات جانبی آن‌ها در انسان ممنوع شده است (۳). ممنوعیت کامل استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در سال ۲۰۰۳ به‌طور کامل اجباری شد (۱۸). بنابراین باید جایگزین‌هایی را به‌جای استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد شناسایی و پرورش‌دهندگان دام معرفی کرد تا هم بازدهی و سود اقتصادی دچار کاهش نشود و هم نگرانی‌ها در مورد سلامت مصرف‌کنندگان برطرف

۱- کارشناس ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۲- استادیار گروه علوم دامی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۳- استاد گروه علوم دامی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۴- دانشجوی دکتری تغذیه نشخوارکنندگان دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

(Email: alijoo@gmail.com)

Doi: 10.22067/ijasr.v13i1.84211

(*) نویسنده مسئول:

تمیز و شستشو گردید. بزها همواره به آب تازه در تمام اوقات شبانه‌روز دسترسی داشتند. همچنین آبشخورها هر دو روز یک‌بار کاملاً تمیز می‌شدند. این پژوهش در سه دوره‌ی آزمایشی ۲۱ روزه شامل، ۱۴ روز عادت دهی و ۷ روز رکورد برداری انجام گردید. همه‌ی نمونه‌برداری‌ها و اندازه‌گیری پارامترهای مختلف در ۷ روز رکورد برداری مزرعه‌ای انجام شد و مرحله‌ی عادت‌دهی ۱۴ روزه بخاطر آدپتاسیون حیوان و محیط شکمبه‌ی حیوان با جیره‌ی پایه بود.

جیره‌ی پایه بر اساس توصیه‌های NRC و با استفاده از نرم افزار SRNS (نسخه‌ی ۱،۹،۴۴۶۸)، تنظیم شد (۲۶). حیوانات مورد استفاده در این آزمایش طبق راهنمای نگهداری حیوانات مزرعه‌ای در تحقیقات علوم دامی در داخل تیمارها نگهداری شدند (۱۶). تیمارهای آزمایشی شامل تیمارهای آزمایش شامل جیره‌ی شاهد (جیره‌ی پایه بدون اسانس زنیان)، جیره‌ی پایه+۳۰۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم ماده خشک اسانس زنیان و جیره‌ی پایه+۶۰۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم ماده خشک اسانس زنیان بود. تیمارها به‌صورت TMR در اختیار دام‌ها قرار گرفتند. جدول (۱) اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی تیمارها را نشان می‌دهد. آنالیز اسانس با دستگاه GC Mass مدل (Agilent 5973N-6890N) با ستونی به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میلی‌متر از نوع HP-5MS بود. برنامه دمایی آون به این صورت تنظیم شد که دمایی ابتدایی آن ۵۰ درجه سانتی‌گراد و توقف در این دما به مدت ۵ دقیقه، دمایی انتهایی ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد و گرادیان حرارتی ۳ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه، افزایش دما تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۵ درجه در هر دقیقه و سه دقیقه توقف در این دما بود. دمایی اتاقک تزریق ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد بود و از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۰/۸ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد. طیف نگار جرمی مورد استفاده مدل Agilent 5973 با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت، روش یونیزاسیون EL و دمایی منبع یونیزاسیون ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد بود.

ترکیب شیمیایی اسانس زنیان در جدول ۲ ارائه شده است. در طول دوره‌ی آزمایشی میزان خوراک ریخته شده در آخور و پس‌مانده‌های آن‌ها روزانه جهت محاسبه‌ی ماده‌ی خشک مصرفی ثبت گردید. و به‌صورت روزانه محاسبه می‌شد، به‌طوری که میزان خوراک داده شده‌ی روزانه وزن می‌شد، باقیمانده‌ی خوراک نیز روز بعد، جمع‌آوری و توزین شد و از آن دو بار در هفته نمونه گرفته شد. نمونه‌برداری از خوراک‌ها جهت تعیین ماده خشک مصرفی و تعیین مواد مغذی خوراک‌ها به‌طور هفتگی جهت اندازه‌گیری ماده‌ی آلی، ماده‌ی خشک، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی انجام گرفت (۱).

قابلیت هضم ظاهری به روش ون کولن و یانگ (۳۳) صورت گرفت. به‌منظور ثبت میزان تولید شیر بزها، شیر تولیدی، به‌صورت

آزمایش شده، ترکیب جیره و سطح ماده استفاده شده در حیوانات متفاوت بوده است این تفاوت بین مطالعات مختلف با استفاده از روش‌های آزمایشی مختلف به وضوح نشان می‌دهد که مطالعات برون‌تنی کوتاه مدت دارای محدودیت‌هایی هستند و ارزش نهایی روغن‌های اسانسی برای تغییر تخمیر میکروبی شکمبه باید در شرایط درون تنی بررسی شود (۲۳). همچنین اثرات افزایشی، متضاد و همکوشی بین اجزای اسانس‌های روغنی مشاهده شده است (۷). همچنین محققین مشاهده کردند که برخی از ترکیبات موجود در اسانس‌های روغنی (یوگنول، لیمونن، تیمول و وانیلین) در مقادیر زیاد (۵۰۰ و ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مایع کشت)، غلظت کل اسیدهای چرب را در آنکوباسیون مایع شکمبه به‌مدت ۲۴ ساعت کاهش داد (۹). کاهش تولید کل اسیدهای چرب فرار ممکن است انعکاسی از کاهش تخمیر جیره باشد و به‌طور کلی این موضوع از لحاظ تغذیه‌ای نامناسب است زیرا اسیدهای چرب فرار منبع اصلی انرژی قابل متابولیسم برای نشخوارکنندگان هستند. یکی از اهداف مهم در افزودن اسانس‌های روغنی به جیره، تعیین سطوح مناسبی از آن‌ها در جهت ایجاد شرایط مطلوب تخمیر شکمبه‌ای بدون کاهش غلظت کل اسیدهای چرب فرار می‌باشد (۸). جمعیت‌های میکروبی شکمبه، توانایی قابل توجهی در سازگاری و یا تجزیه‌ی مقدار بسیاری از متابولیت‌های ثانویه‌ی گیاهی از قبیل ساپونین‌ها و تانن‌ها را دارند (۲۵). مطالعات اندکی در ارتباط با اثر اسانس روغنی زنیان و یا سطوح مختلف آن در تغذیه‌ی نشخوارکنندگان به‌خصوص بزهای شیرده صورت گرفته است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر اسانس گیاهی زنیان بر تخمیر شکمبه‌ای، قابلیت هضم برخی مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای، تولید شیر و ترکیبات شیر در بزهای مهابادی در اوایل شیردهی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه آموزشی و پژوهشی گروه علوم دامی دانشگاه ارومیه واقع در ۱۱ کیلومتری جاده‌ی سرو و با استفاده از ۶ رأس بز شیرده مهابادی شکم اول و وزن زنده‌ی $39/5 \pm 6$ کیلوگرم و روزهای شیردهی 37 ± 3 روز انجام شد. این بزها با جیره‌هایی در حد نگهداری تغذیه می‌شدند. اسانس گیاهی زنیان از شرکت کوشا تجارت هیراد تهیه گردید. در این شرکت اسانس‌گیری به روش تقطیر صورت می‌گیرد به این صورت که بخار تازه اشباع شده یا فوق‌العاده داغ و با فشاری بیشتر از فشار اتمسفر توسط دیگ بخار تأمین و به داخل ظرف دارای سیم پیچ بخار باز یا بسته فرستاده و به بالای شبکه و بین گیاه رانده می‌شود. در طول دوره‌ی آزمایشی، دام‌ها به‌صورت انفرادی نگهداری شدند و از لحاظ سلامتی کنترل شدند. هر دام دارای آبشخور و آخور جداگانه بود. قبل از مستقر شدن دام‌ها، جایگاه کاملاً

سریعاً به آزمایشگاه منتقل شده و پس از سانتریفوژ کردن با 6000 g به مدت ۷ دقیقه سرم حاصله جدا و در میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی‌لیتری و در داخل فریزر در دمای ۲۰- درجه‌ی سانتیگراد نگهداری شد.

روزانه ثبت گردید. برای تعیین ترکیب شیر تولیدی، نمونه‌ی شیر هر هفته در دو روز متوالی جمع‌آوری شد و ترکیبات آن شامل میزان درصد چربی، پروتئین، لاکتوز و کل مواد جامد با استفاده از دستگاه میلکو اسکن مدل MilcoscanTMS50 (مدل ۷۵۶۱۰ ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین فراسنجه‌های خونی نمونه خون از ورید و داج بزها در روز پایانی آزمایش، ۴ ساعت پس از مصرف خوراک وعده‌ی صبح گرفته شد. نمونه‌های خون گرفته شده

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه (درصد ماده خشک)

Table 1- Ingredients and chemical composition of basal diet (% DM)

اجزا Ingredient	شاهد Control
Barley	61.93
جو Corn Silage	15.13
ذرت Alfalfa hay	19.31
یونجه Wheat bran	1.42
سیوس گندم Mineral and vitamin Premix	0.69
مکمل ویتامینی و معدنی Salt	0.28
نمک Limestone	1.24
سنگ آهک Vitamin A	10000
(واحد در کیلوگرم) ویتامین A Vitamin D ₃	2000
(واحد در کیلوگرم) ویتامین D ₃ Vitamin E	100
(واحد در کیلوگرم) ویتامین E	
ترکیب شیمیایی (درصد ماده خشک) Chemical composition DM(%)	
CP	12.10
پروتئین خام EE	2.2
چربی خام NDF	31.60
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NFC	48.80
کربوهیدرات غیر فیبری Ash	7
خاکستر NEI(Mcal/kg)	1.62
انرژی خالص برای شیردهی (مگا کالری / کیلوگرم ماده خشک)	

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی اسانس روغنی زنیان

Table 2- Chemical composition of *Carum copticum* L essential oil

نام ترکیب Chemical composition	زمان بازداری (دقیقه) Retention time (minutes)	درصد Percentage
2-phenyl 2-tuple snaptonen	2.20	5.4
۲- فنل ۲- تیپل اسناپتون Alpha Flanders	2.42	0.21
آلفا فلاندرن Alpha Pinen	4.67	28.9
آلفا پینن Delta - 3 Karen	4.83	0.7
دلتا ۳- کارن Sabineen	5.21	0.1
سایبینن 2 - beta pinene	5.29	1.41
۲- بتا پینن beta pinene	5.48	0.74
بتا پینن 4 Karen	5.96	0.33
۴- کارن Thymol	6.26	35.37
تیمول DL-Limonen	6.32	12.49
دی ال- لیمونن Gamma Terpinen	6.79	13.84
گاما ترپین Alpha Terpinolene	7.21	0.41
آلفا ترپینولن Carvacrol	10.12	0.15
کارواکرول 5-Methyl phenol	12.38	0.09
فنل ۵- متیل Trans Karyophyllonen	13.66	0.06
ترانس کاریوفیلونن		

آزمایش‌های بعدی نگهداری شد. برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار در مایع شکمبه به روش اوتنسیتین و باتلر (۲۷)، از کروماتوگرافی گازی با ستون شیشه‌ای (۴/۶×۱/۶۵ میلی لیتر) فیلپس مدل PU4410 استفاده شد.

طرح آماری

آزمایش بر اساس طرح مربع لاتین تکرار شده ۳×۳ چرخشی با ۳ تیمار و ۳ دوره آزمایشی بر روی ۶ راس بز اجرا گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار آماری SAS و از رویه GLM استفاده گردید (۳۰). از مدل مدل آماری زیر در این مطالعه استفاده شد:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + C_j + P_k + E_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = مشاهده μ ، میانگین مشاهده‌ها، T_i = اثر تیمار، C_j = اثر حیوان، P_k = اثر دوره‌ی آزمایشی، E_{ijkl} = خطای آزمایشی. میانگین تیمارها به روش آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

سرم جدا شده جهت اندازه‌گیری آلبومین، کراتینین، لیپوپروتئین با چگالی کم، لیپوپروتئین با چگالی زیاد، تری‌گلیسرید، کلسترول، اوره، پروتئین تام و گلوکز با استفاده از کیت‌های تشخیصی پارس آزمون توسط دستگاه اتو آنالیز (مدل UotoAnalisa1000 ساخت شرکت Technicon Corporation) اندازه‌گیری گردید. به منظور تعیین فراسنجه‌های شکمبه‌ای، نمونه‌ی مایع شکمبه در روز پایانی آزمایش، ۴ ساعت پس از خوراک‌دهی صبح با استفاده از روش سوند مری گرفته شد. pH مایع شکمبه بلافاصله با استفاده از دستگاه pH متر (مدل Schott Titrator Titroline easy) ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری گردید. نمونه‌های مایع شکمبه با استفاده از پارچه ۴ لایه - ی متقال صاف شده و ۲ نمونه ۵۰ میلی‌لیتری از مایع شکمبه با ۱ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۵۰ درصد با نسبت ۱ به ۵۰ اسید سولفوریک به مایع شکمبه برای تعیین پروفایل اسیدهای چرب فرار شکمبه بر اساس روش رینال و همکاران (۲۸) مخلوط شده و بلافاصله در سردخانه با دمای ۲۰- درجه‌ی سانتیگراد تا انجام

نتایج و بحث

در جدول (۳) مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به تاثیر اسانس زنیان بر خوراک مصرفی و قابلیت هضم ظاهری گزارش شده است. از نظر خوراک مصرفی بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P < 0.05$). نتایج مشابهی توسط محققین دیگر گزارش شده است که افزودن اسانس زنیان به جیره اثر معنی‌داری بر میزان مصرف و قابلیت هضم ظاهری ماده‌خشک و مواد مغذی جیره‌ها نداشت (۲۹). از عوامل مؤثر احتمالی بر نتایج فوق می‌توان به فاکتورهایی از قبیل دزهای مورد استفاده اسانس‌ها، نوع ترکیبات فرار مورد استفاده در جیره، نوع علوفه مصرفی، نحوه خوراک‌دهی و نسبت علوفه به کنسانتره اشاره کرد. ماده خشک مصرفی برای تیمارهای یک، دو و سه به ترتیب برابر با ۱/۰۸، ۱/۰۹ و ۱/۰۰ کیلو گرم در روز بود. بنچار و همکاران (۴) عملکرد گاوهای گوشتی تغذیه شده با جیره‌ی غذایی بر پایه‌ی علوفه‌ی سیلویی مکمل شده با ۲ و ۴ گرم در روز از مخلوط تجاری ترکیبات اسانس‌های حاوی تیمول، یوگنول، وانیلین و لیمونین را ارزیابی نمودند، نتایج نشان داد که مصرف ماده خشک و افزایش وزن روزانه با اضافه نمودن مخلوط ترکیبات اسانس‌ها تحت تاثیر قرار نگرفت. بنچار و همکاران (۵) در اثر افزودن دوزهای ۷۵۰ میلی گرم و ۲ گرم در روز مخلوط اسانس‌های روغنی (سینامالدهید، کارواکرول، تیمول، برگ دارچین، آویشن، پونه کوهی) به جیره‌ی گاوهای شیری، تغییر در مصرف ماده خشک روزانه و قابلیت هضم ظاهری ماده‌ی آلی مشاهده نمودند. چاوز و همکاران (۱۰) گزارش کردند که افزودن سینامالدئید یا کارواکرول به میزان ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه‌ی جو یا ذرت اثری بر میزان مصرف ماده خشک، رشد، بازده غذایی، خصوصیات و کیفیت لاشه‌ی بره‌های در حال رشد نداشت. در مطالعه‌ی بوسکت و همکاران (۳)، در اثر استفاده از اسانس‌های کارواکرول، سینامالدهید، آنتول و ترکیبات فنولی مصرف ماده‌ی خشک افزایش یافت، هرچند گزارش شده است که نسبت علوفه به کنسانتره بر روی مصرف ماده خشک در حیوانات دریافت کننده تیمول و کارواکرال مؤثر است (۹).

همچنین اثر جیره‌های آزمایشی بر روی قابلیت هضم ظاهری ماده خشک معنی‌دار نبود ($P < 0.05$). داده‌های مربوط به اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم جیره‌های آزمایشی نیز در جدول (۳) گزارش شده است. از لحاظ عددی بیشترین مقدار قابلیت هضم ماده آلی مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اسانس زنیان و کمترین آن مربوط به تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. همچنین اثر جیره‌های آزمایشی بر روی قابلیت هضم پروتئین خام، عصاره اتري، ماده‌ی آلی، الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی معنی‌دار نبود. اسانس‌های گیاهی و متابولیت‌های ثانویه حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع هستند که ممکن هست سبب

کاهش مصرف ماده خشک گردیده و تخمیر و هضم شکمبه ای ماده آلی را تحت تاثیر قرار می دهند، زیرا لیپیدهای گیاهی با مواد آلی جفت شده و باعث تغییر مکان مواد هضمی از شکمبه به روده می شوند. همچنین غلظت بالای ترکیبات فنولیک به دلیل فعالیت آنتی میکروبی وسیع اثر بازدارنده بر روی تخمیر میکروبی شکمبه دارند. به طور خلاصه، اسانس‌های گیاهی از نظر ساختار شیمیایی، منبع و فعالیت متفاوتند در نتیجه اثرات متفاوتی بر روی تخمیر شکمبه‌ای و عملکرد حیوان دارند (۳). بنچار و همکاران (۴) با افزودن دوزهای ۷۵۰ میلی گرم و ۲ گرم در روز مخلوط اسانس به جیره گاوهای شیری هیچ تغییری در مصرف ماده خشک روزانه و گوارش پذیری ظاهری ماده آلی مشاهده نمودند. همانگونه که در جدول ۳ نشان داده شده است اضافه کردن اسانس زنیان به جیره در سطوح ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در روز اثر معنی‌داری بر قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و مواد مغذی جیره‌ها نداشت. بنچار و همکاران (۴) با افزودن مخلوط اسانس‌های گیاهی شامل یوگنول، تیمول، وانیلین و لیمونین، به میزان ۲ گرم به جیره گاوهای شیری، نشان دادند که گوارش پذیری ظاهری پروتئین خام تغییری حاصل نکرد. در تحقیقی نشان داده شد که افزودن اسانس به ویژه در سطوح بالا باعث کاهش گوارش پذیری ماده‌ی آلی شد، که بیان داشتند این امر ناشی از اثرات ضد میکروبی غیر اختصاصی ترکیباتی مانند تیمول و کارواکرول علیه طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌هاست که احتمالاً باعث کاهش فعالیت باکتری‌های دخیل در هضم خوراک شده‌اند (۱۷). استفاده از اسانس‌های گیاهی تغییری در گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی ایجاد نکرد. به نظر می رسد استفاده از اسانس‌های گیاهی در خوراک ممکن است نرخ تخمیر در شکمبه را بواسطه کاهش مصرف خوراک کاهش دهد که این کاهش گوارش پذیری، با مدت ماندگاری در شکمبه مرتبط است (۳۴). هرچند در این تحقیق مصرف خوراک بین تیمارها هیچ تفاوتی باهم نداشت که بتوان حدس زد با کاهش مصرف خوراک، گوارش پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی نیز کاهش می‌یابد. همچنین در یک بررسی نشان دادند که مخلوط اسانس‌های روغنی که حاوی تیمول و لیمونین بود اثری روی قابلیت هضم DM، ADF، NDF و OM نداشت (۹)، که موافق با نتایج آزمایش حاضر می‌باشند. غلظت‌های بالای اسانس‌های گیاهی گوارش‌پذیری ماده خشک و فیبر خشک را کاهش داد (۳۵). ایوان و همکاران (۲۱) اثرات استفاده از اسانس‌ها را بر روی گوسفندان بررسی کردند، سطوح پایین اسانس‌ها تاثیری بر گوارش پذیری پروتئین خام نداشته است. به نظر می‌رسد استفاده از سطح مناسبی از اسانس در مطالعه‌ی حاضر باعث عدم تاثیر بر مقدار ماده خشک مصرفی می‌باشد.

جدول ۳- تأثیر استفاده از اسانس زنیان بر ماده خشک مصرفی و قابلیت هضم برخی از مواد مغذی (درصد ماده خشک)

Table 3 - Effect of *Carum copticum* L essential oil on dry mater intake and some nutrient digestability (% of dry mater)

ماده مغذی Nutrient	جیره‌های آزمایشی ^۱ Experimental diets ¹			SEM	P-value
	شاهد Control	۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم اسانس زنیان 300 mg/kg <i>Carum copticum</i> L. Essential oil	۶۰۰ میلی گرم در کیلوگرم اسانس زنیان 600 mg/kg <i>Carum copticum</i> L. Essential oil		
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم) DMI (Kg)	1.08	0.98	1.00	0.03	0.21
ماده خشک DM	68.49	71.68	67.33	2.69	0.52
ماده آلی OM	72.92	74.30	70.64	3.37	0.74
پروتئین خام CP	66.89	68.38	65.95	3.58	0.86
چربی خام CF	73.77	76.02	71.66	3.11	0.63
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	55.98	56.67	53.26	3.92	0.81
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF	47.57	49.82	46.88	2.81	0.75

^۱ اعداد با حروف غیر مشابه در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی داری دارند.¹Mean with different superscripts in each row are statistically different ($P < 0.05$)

در گیاهان دارویی بر تولید اسیدهای چرب فرار متفاوت بوده است. گزارشاتی مبنی بر انتخابی بودن عملکرد روغن‌های اسانسی بر روی باکتری‌ها و با عملکردهای متفاوت می‌باشد (۲۳). تیمول پروفایل اسیدهای چرب فرار را نیز در شکمبه تغییر داده است نیوبولد و همکاران، (۲۵) که این تغییر در پژوهش حاضر هرچند از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ولی به صورت جزئی مشاهده می‌شود. روغن‌های ضروری به علت خاصیت هیدروفوبی که دارند، وارد ساختار دو لایه غشای پلاسمایی سلول باکتری می‌شوند (۷) و موجب تغییر ساختار غشاء افزایش میزان سیالیت و نفوذ پذیری غشاء و بر هم خوردن تعادل یونی دو طرف غشا گردیده و گرادیان یون‌ها کاهش می‌یابد (۲۵). در برخی موارد سلول‌ها توسط پمپ یونی این عدم تعادل را جبران می‌کنند و از مرگ سلول جلوگیری می‌کنند. این عمل موجب صرف مقادیر فراوانی از انرژی می‌شود و سرعت رشد باکتری‌ها را کاهش می‌دهد. این تغییر در سرعت رشد باکتری‌ها موجب تغییراتی در تخمیر و پروفایل اسیدهای چرب می‌شود (۱۱).

تغییر غلظت اسیدهای چرب فرار ناشی از اثر مخلوط اسانس‌های گیاهی ممکن است به جیره بستگی داشته باشد (۴). اسیدیته‌ی شکمبه نیز تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. pH مایع شکمبه و غلظت اسیدهای چرب فرار تحت تأثیر عصاره برگ مرزن جوش قرار نگرفت (۳۲). مکمل سازی با دوزهای (۲۵۰ گرم در دسی لیتر در گاو)، متوسط (۵۰۰ گرم در دسی لیتر) و بالا (۷۵۰ گرم در دسی لیتر) اسانس مرزن جوش تأثیری بر pH شکمبه نداشته است (۲۰). گینه

جدول (۴) نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی بر متابولیت‌های شکمبه را نشان می‌دهد. اختلاف آماری معنی‌داری برای اسیدهای چرب فرار (اسید استیک، اسید پروپیونیک، ایزوبوتیریک، اسید والریک، اسید ایزووالریک، اسید بوتیریک) در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. ولی مقدار کل اسیدهای چرب فرار کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد. بیشترین مقدار کل اسیدهای چرب فرار در تیمار شاهد و کمترین مقدار مربوط به تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اسانس زنیان مشاهده شد. آنجلا و همکاران (۲) گزارش کردند که به‌طور کلی فرآیندهای تخمیری شکمبه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی (۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در دسی لیتر مخلوط اسانس‌های گیاهی) قرار نگرفت به جز این که غلظت اسیدبوتیریک نسبت به گروه شاهد افزایش یافت. بعضی از اجزای اسانس‌های روغنی (یوگنول، گویاکول، لیمونن، تیمول و وانیلین) در غلظت‌های بالا (۵۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر مایع کشت) غلظت کل اسیدهای چرب را در انکوباسیون مایع شکمبه به مدت ۲۴ ساعت کاهش داد. کاهش تولید کل اسیدهای چرب فرار ممکن است انعکاسی از کاهش تخمیر جیره باشد و به‌طور کلی این موضوع از لحاظ تغذیه‌ای نامناسب است، زیرا اسیدهای چرب فرار منبع اصلی انرژی قابل متابولیسم برای نشخوار کنندگان هستند (۸). میزان ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تیمول در یک مطالعه‌ی کشت انبوه غلظت کل اسیدهای چرب فرار را کاهش داد، نسبت استات را افزایش و نسبت پروپیونات را کاهش داد (۸). به هر حال، اثر مواد موثر موجود

ناس و همکاران (۱۹) مشاهده کردند که افزودن سطوح مختلف مکمل اسانس های گیاهی (مکمل حاوی ۱۰۰ الی ۳۰۰ گرم در کیلو گرم سروزول، ریزورسینول، تیمول، گویاکول و یوگنول) تاثیر

معنی داری بر pH شکمبه نداشت. به نظر می رسد استفاده از دزهای پایین در این پژوهش باعث عدم تغییر در pH شکمبه شده است.

جدول ۴- تاثیر استفاده از اسانس زنیان بر فرآستجه های شکمبه ای (اسیدهای چرب فرار بر حسب میلی مول بر لیتر)
Table 4 - Effect of ajwan essential oil on rumen metabolites (VFA based on m.mol/ml)

متابولیت های شکمبه ای Rumen metabolites	جیره های آزمایشی ^۱ Experimental diets ¹			SEM	P-value
	شاهد Control	۳۰۰ میلی گرم در کیلو گرم اسانس زنیان 300 mg/kg <i>Carum copticum</i> L. Essential oil	۶۰۰ میلی گرم در کیلو گرم اسانس زنیان 600 mg/kg <i>Carum copticum</i> L. Essential oil		
بوتیریک اسید Butyric acid	3.2	2.8	2.6	0.2	0.3
استیک اسید Acetic acid	108.4	112.76	101.4	9.71	0.74
پروپیونیک + ایزوبوتیریک اسید Propionic + Isobutyric acid	14.93	17.73	13.90	1.32	0.31
ایزو والریک اسید Iso Valeric acid	0.16	0.16	0.26	0.03	0.25
والریک اسید Valeric acid	1.1	1.33	1.56	0.43	0.77
اسید پنه pH	6.22	6.21	6.24	0.22	0.99
کل اسیدهای چرب فرار Total VFA	134.01 ^b	140.99 ^a	125.96 ^c	0.03	<0.0001

^۱اعداد با حروف غیر مشابه در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی داری دارند (P<۰/۰۵).

¹Means within same row with different superscripts are statistically different (P < 0.05).

نسبت به گروه شاهد مقدار HDL خون افزایش معنی داری نشان می دهد. غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه و همچنین غلظت تری گلیسرید و لیپوپروتئین های با دانسیته خیلی پائین در پلاسما یک معیار مهم برای سنتز تری گلیسرید در بافت های غیر کبدی است و همچنین هر گونه تغییر در غلظت تری گلیسرید و لیپوپروتئین های با دانسیته خیلی پائین در پلاسما می تواند به عنوان یک راهکار مؤثر در بهبود راندمان تولید در دامپروری گردد. السون (۱۵) دریافت که ایزوپروپنئیدها سنتز کلسترول را از راه مهار تولید ۳-هیدروکسی-۳-متیل گلو تاریل کوآنزیم A ردوکتاز (آنزیم کنترل کننده مسیر سنتز کلسترول) متوقف می کنند. این آنزیم نقش کلیدی در تنظیم واکنش های ساخت کلسترول دارا می باشد و زمانی که مقدار LDL و ترکیبات غیر استرولی محصول عمل آن افزایش یابد، ساخت کلسترول را کاهش می دهد. روغن های فرار اسانسی مستقیما می توانند این آنزیم را مهار کنند و از طرفی تجمع این ترکیبات غیر استرولی در کبد می تواند فعالیت آنزیم را کاهش دهد.

تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی داری بر غلظت گلوکز خون نداشت. گلوکز و بتا هیدروکسی بوتیریک اسید (BHBA) خون نمادی از وضعیت انرژی و سوخت و ساز در دام بوده و به عنوان شاخص های

جدول (۵) تاثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت فرآستجه های خونی را نشان می دهد. اختلاف آماری معنی داری برای برخی فرآستجه های خونی نظیر کلسترول، HDL، LDL، تری گلیسرید، آلبومین، اوره و کراتینین در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده شد. دارند. با افزایش غلظت اسانس زنیان مقدار کلسترول خون کاهش معنی داری نشان داد. در گزارش لی و همکاران (۲۲) تیمول از مواد مؤثره آویشن باعث کاهش تری گلیسرید و کلسترول و افزایش میزان HDL شد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد کاهش تری گلیسرید پلاسما با مصرف این اسانس روغنی ممکن است به دلیل کاهش سنتز تری گلیسرید در کبد و یا کاهش ترشح آن به خون از طریق VLDL باشد. مطالعه ای که کاردوز و همکاران (۱۲) بر روی گاوهای شیری شکم سوم در اوایل شیردهی انجام دادند دزهای پایین تر (۲۰۰ میلی گرم در لیتر) از اسانس های سیر دارچین، آنیسون، پونه کوهی و فلفل هیچ اثر معنی داری بر روی کلسترول خون نداشت اما دزهای بالاتر (۶۰۰ و ۸۰۰ میلی گرم در لیتر) میزان کلسترول خون را کاهش داد. غلظت LDL خون با افزایش دز اسانس زنیان در جیره روند نزولی نشان می دهد که این احتمالاً به دلیل کاهش سنتز تری گلیسرید در کبد به دلایل ذکر شده باشد. با افزایش مقدار اسانس

پروتئین کل خون نداشت.

جدول (۶) مقایسه‌ی میانگین میزان شیر تولیدی و ترکیبات شیر تیمارهای تحت تأثیر سطوح مختلف اسانس زنیان را نشان می‌دهد. اثر جیره‌های آزمایشی بر میزان شیر تولیدی معنی‌دار نبود. اثر جیره‌های آزمایشی بر میزان چربی و پروتئین شیر معنی‌دار نبود. ممکن است این نتایج به دلیل عدم تأثیر تیمارها بر روی میزان مصرف ماده خشک باشد. میزان ماده خشک مصرفی شاخص مهمی است که میزان تولید شیر را می‌تواند تحت تأثیر خود قرار دهد (۱۲). اثر تیمارها بر روی میزان لاکتوز و مواد جامد بدون چربی شیر تولیدی معنی‌دار نبود. مطابق با این نتایج بنچار و همکاران (۵) گزارش کردند که افزودن مخلوطی از اسانس (ترکیب حاوی ۱۰۰ الی ۳۰۰ گرم در کیلوگرم سرول، ریزورسینول، تیمول، گویاکول و یوگنول) در سطوح ۲ گرم در روز به جیره‌ی غذایی گاوهای شیری تأثیری بر میزان تولید شیر نداشت، و همچنین طبق مطالعه‌ای که انگالا و همکاران (۲) در گاوهای مرتعی اواسط شیردهی با سطوح صفر، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در روز اسانس آویشن انجام دادند تفاوت معنی‌داری در تولید شیر این گاوها مشاهده نکردند. از طرف دیگر گینه ناس و همکاران (۱۹) گزارش کردند که افزودن سطوح مختلف مکمل اسانس مکمل حاوی ۱۰۰ الی ۳۰۰ گرم در کیلوگرم (سرول، ریزورسینول، تیمول، گویاکول و یوگنول) به جیره‌ی غذایی میش‌های شیرده باعث افزایش تولید شیر شد. لاکتوز شیر یکی از مهم‌ترین عوامل کنترل فشار اسمزی شیر است که نسبت به چربی و پروتئین شیر به میزان کمتری تحت تأثیر تغذیه و سایر عوامل قرار می‌گیرد، چرا که تغییرات در ساخته شدن لاکتوز با تغییرات در جریان آب به داخل شیر درون پستان همراه می‌باشد، بنابراین با کاهش یا افزایش مقدار لاکتوز، تولید شیر نیز کاهش یا افزایش می‌یابد لذا عدم اختلاف معنی‌دار در میزان لاکتوز بخاطر عدم معنی‌داری در میزان تولید شیر است (۱۳).

انرژی در پلاسما به‌شمار می‌روند. این نتایج با نتایج آزمایشات ماس و همکاران (۲۴) مطابقت دارد. عدم اختلاف معنی‌دار در غلظت گلوکز سرم خون ممکن است به‌دلیل عدم تأثیر اسانس زنیان بر غلظت پروپيونات باشد. پروپيونات پیش‌ساز اصلی برای گلوکونئوسیس است (۳). پروپيونات در شکمبه از گلوکز حاصل می‌شود طبق نظریه اکسیداسیون کبدی، پروپيونات از طریق دیواره شکمبه جذب خون شده و بوسیله جریان خون به کبد می‌رود و در کبد به وسیله‌ی گلوکونئوسیس به گلوکز تبدیل می‌شود. با افزایش اسانس زنیان در تیمارهای آزمایشی مقدار اوره ی خون افزایش معنی‌داری نشان داد گزارشی مبنی بر وجود ارتباط بین نیتروژن آمونیاکی شکمبه و اوره ی خون وجود دارد، به‌طوری‌که با افزایش مقدار پروتئین جیره، جذب نیتروژن آمونیاکی در شکمبه افزایش یافته و متعاقباً افزایش در غلظت اوره ی خون را بدنبال داشت.

با افزایش اسانس در جیره‌ی پایه نسبت به تیمار شاهد غلظت تری‌گلیسرید به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. غلظت تری‌گلیسرید پلاسما، شاخص وضعیت و جابجایی چربی است و تری‌گلیسریدها لیپیدهایی هستند که انرژی را در بافت چربی دام ذخیره می‌کنند. کاهش تری‌گلیسرید پلاسما با مصرف اسانس ممکن است به‌دلیل کاهش سنتز تری‌گلیسرید در کبد و یا کاهش ترشح آن به خون از طریق VLDL باشد و یا ممکن است به دلیل افزایش میزان اسیدهای چرب اومگا-۳ با افزایش سطوح اسانس زنیان باشد (۳). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که افزودن اسانس زنیان توانسته سبب جابجایی چربی و کاهش آن گردد.

تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر غلظت کراتینین خون داشت ($p < 0.05$). با افزایش اسانس در جیره‌ی پایه، غلظت کراتینین به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. کراتینین پلاسما محصول متابولیسم نیتروژن بوده و آن را به‌عنوان یک شاخص معرف کاتابولیسم پروتئین آندوژنوس و وضعیت عضله ی دام در نظر می‌گیرند. همچنین تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر غلظت

جدول ۵- اثر استفاده از اسانس زنیان بر برخی فراسنجه‌های خونی
Table 5 - Effect of *Carum copticum* L essential oil on blood metabolites

فرآسنجه‌های خونی Blood metabolite	جیره‌های آزمایشی ^۱ Experimental diets ¹			SEM	P-value
	شاهد Control	۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اسانس زنیان 300 mg/kg <i>Carum copticum</i> L. Essential oil	۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اسانس زنیان 600 mg/kg <i>Carum copticum</i> L. Essential oil		
کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) Cholesterol (mg/dl)	135 ^a	127.33 ^b	116.33 ^c	1.69	0.0003
لیپوپروتئین با چگالی کم (میلی‌گرم / دسی‌لیتر) (mg/dl) LDL	86.53 ^a	70.01 ^b	47.9 ^c	2.28	<0.0001
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی‌گرم / دسی‌لیتر) HDL (میلی‌گرم / دسی‌لیتر)	39.33 ^c	48.66 ^b	60.33 ^a	1.79	0.0001
گلوکز (میلی‌گرم / دسی‌لیتر) Glucose (mg/dl)	46.16	45.83	48.33	1.6	0.51
اوره (میلی‌گرم / دسی‌لیتر) BUN (mg/dl)	25.33 ^c	27 ^b	29.50 ^a	0.44	0.0005
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم / دسی‌لیتر) Triglyceride (mg/dl)	28.66 ^a	26.50 ^b	22.83 ^c	0.55	0.0002
کراتینین (میلی‌گرم / دسی‌لیتر) Creatinine (mg / dL)	0.96 ^c	1.13 ^b	1.21 ^a	0.022	0.0002
آلبومین (میلی‌گرم / دسی‌لیتر) Albumin(g/dl)	4.23 ^b	4.36 ^{ab}	4.76 ^a	0.152	0.039
پروتئین کل (گرم / دسی‌لیتر) Total Protein (g/dl)	9.61	9.73	8.55	0.84	0.57

^۱ اعداد با حروف غیر مشابه در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی داری دارند ($P < 0.05$).

¹ Means within same row with different superscripts are statistically different ($P < 0.05$).

مقدار افزودنی تفاوت وجود داشته باشد درصد پروتئین شیر تحت تأثیر چنین جیره‌هایی قرار نخواهد گرفت.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزودن اسانس زنیان به جیره‌ی بزهای شیرده مهابادی، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد، تولید و ترکیب شیر نداشت. ولی باعث کاهش کل اسیدهای چرب فرار شکمبه، غلظت سرمی کلسترول، تری‌گلیسرید و LDL شد. هرچند نیازمند تحقیقات بیشتر در این زمینه می‌باشد.

در تحقیقات مختلف لاکتوز کمترین میزان تغییر در ترکیبات شیر را دارد (۱۳). نتایج بدست آمده موافق با نتایج یانگ و همکاران (۳۵) است که نشان دادند تغذیه گاوهای شیرده با ۵ گرم در روز از اسانس یوگونول تأثیری بر پروتئین و لاکتوز شیر نداشته است. نتایج مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که استفاده از گیاهان دارویی و متابولیت‌های ثانویه آن‌ها در جیره‌ی نشخوارندگان اثر معنی‌داری بر روی عملکرد تولید و ترکیبات شیر حیوان ندارد اصولاً میزان چربی شیر بیشتر از پروتئین دستخوش تغییر می‌شود هرچند می‌توان با تغییر در ترکیب جیره مقدار پروتئین شیر را نیز تغییر داد (۱۳). لذا در شرایطی که ارزش غذایی جیره‌های متعادل به یکدیگر شبیه باشد و فقط از نظر

جدول ۶ - اثر اسانس زنیان بر تولید و ترکیب شیر

Table 6 - Effect of *Carum copticum* L essential oils on milk production and composition

تولید و ترکیبات شیر Milk production and composition	جیره‌های آزمایشی ^۱ Experimental diets ¹			SEM	P-value
	شاهد Control	۳۰۰ میلی گرم / کیلوگرم اسانس زنیان 300 mg/kg <i>Carum copticum</i> L. Essential oil	۶۰۰ میلی گرم / کیلوگرم اسانس زنیان 600 mg/kg <i>Carum copticum</i> L. Essential oil		
تولید شیر (کیلوگرم در روز) Milk yield (Kg/d)	1.05	1.19	1.18	0.07	0.37
تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی (کیلوگرم در روز) Fat Corrected Milk 4% (kg/d)	0.94	1.02	1.03	0.1	0.78
راندمان شیردهی Lactation efficiency	0.86	0.83	0.81	0.15	0.82
چربی (%) Fat (%)	3.24	3.08	3.03	0.35	0.9
پروتئین (%) Protein (%)	3.26	3.04	3.44	0.06	0.16
لاکتوز (%) Lactose (%)	5.06	5	5.14	0.06	0.56
کل مواد جامد (%) Total Solids (%)	12.11	11.68	12.34	0.46	0.61
مواد جامد بدون چربی (%) Fat-free solids (%)	9.26	10.22	11.04	0.69	0.25

^۱ اعداد با حروف غیر مشابه در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی داری دارند (P < 0.05).

¹ Means within same row with different superscripts are statistically different (P < 0.05).

منابع

- 1- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2012. Official Methods of Analysis. 19th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
- 2- Angela, J., A. Flores., D. Garcarena., M. Juan., A. Hernandez Vieyra Karen., and D. C. Beauchemin. 2013. Effect of specific essential oil compounds on the ruminal environment, milk production and milk composition of lactating dairy cows at pasture. *Animal Feed Science and Technology*, 168: 20-26.
- 3- Busquet, M., S. Calsamiglia., A. Ferret., and C. Kamel. 2005. Screening for the effects of natural plant extracts and secondary plant metabolites on rumen microbial fermentation in continuous culture. *Animal Feed Science and Technology*, 123: 597-613.
- 4- Benchaar, C., H. V. Petit., R. Berthiaume., T. D. Whyte., and P. Y. Chouinard. 2006. Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production and milk composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89: 4352-4364.
- 5- Benchaar, C., A.V. Chaves., G. R. Fraser., and T. A. McAllistar. 2007. Effects of essential oils and their components on *in vitro* rumen microbial fermentation. *Journal of Animal Science*, 23:413-419.
- 6- Bager, F., M. Madsen., J. Christensen., and F. M. Aarestrup. 1997. Avoparcin used as a growth promoter is associated with the occurrence of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* on Danish poultry and pig farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 31: 95-112.
- 7- Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review *International Journal of Food Microbiology*, 94: 223-253.
- 8- Castillejos, L., S. Calsamiglia., A. Ferret., and R. Losa. 2005. Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from a continuous culture system. *Animal Feed Science and Technology*, 119:29-41.
- 9- Castillejos, L., and S. Calsamiglia. 2006. Effects of essential oils active compounds on rumen microbial fermentation and nutrient flow *in vitro* system. *Journal of Dairy Science*, 89:2649-2658.
- 10- Chaves, A.V., K. Stanford., L. L. Gibson., T. A. McAllister., and C. Benchaar. 2008. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 145: 396-408.

- 11- Calsamiglia, S., M. Busquet., P. W. Cardoz., L. Castillejos., and A. Ferret. 2007. Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 90:2580-2595.
- 12- Cardoz, P.W., S. Calsamiglia., A. Ferret., and C. Kamel. 2004. Effects of natural plant extracts on ruminal protein degradation and fermentation profiles in continuous culture. *Journal of Animal Science*, 82: 3230-3236.
- 13- DePeters, E., J. S. Taylor., C. M. Finley., and T. R. Famula. 1987. Dietary Fat and Nitrogen Composition of Milk from Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*, 70: 1192-1201.
- 14- Dalkani, M., R. Darvishzadeh., and A. Hassani 2011. Correlation and sequential path analysis in Ajowan (*Carum copticum* L). *Journal of Medicinal Plants Research*, 52: 211-216.
- 15- Elson, C. E. 1995. Suppression of mevalonate pathway activities by dietary isoprenoids: protective roles in cancer and cardiovascular disease. *Journal of Nutrition*, 125: 1666S-1672S.
- 16- FASS . 2010. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching. 3rd rev. ed. Federation of Animal Sciences Societies Savoy, IL.
- 17- Fraser, G. R., A. V. Chaves., Y. Wang., T. A. McAllister., K. A. Beauchemin., and C. Benchaar. 2007. Assessment of the effects of cinnamon leaf oil on rumen microbial fermentation using two continuous culture systems. *Journal of Dairy Science*, 90: 2315-2328.
- 18- Greathead, H. 2003. Plants and plant extracts for improving animal productivity proceedings of the Nutrition Society, 62: 279-290.
- 19- Giannenas, I., J. Skoufos., C. Giannakopoulos., M. Wiemann., O. Gortzi., S. Lalas., and I. Kyriazakis. 2011. Effects of essential oil on milk production, milk composition, and rumen micro biota in chios dairy ewes. *Journal of Dairy Science*, 94: 5569-5577.
- 20- Hristov, A. N., and J. P. Jouany. 2005. Factors affecting the efficiency of nitrogen utilization in the rumen. In *Nitrogen and Phosphorus Nutrition of cattle: Reducing the Environmental Impact of Cattle Operation* PP 117-166 Eds E Pfeffer and Hristov AN.
- 21- Ivan, M., M. D. Dayrell., S. Mahadevan., and M. Hidirolou. 1992. Effect of bentonite on wool growth and nitrogen metabolism in fauna-free and faunated sheep. *Journal of Animal Science*, 70:3194-3202.
- 22- Lee, K. W., H. Everts., H. J. Kappert., R. Losa., and A. C. Beynen. 2004. Growth performance of broiler chickens fed a carboxymethyl cellulose containing diet with supplemental carvacrol and/or cinamaldehyde. *International Journal of poultry Science*, 9:619-622.
- 23- Molero, R., M. Ibara., S. Calsamiglia., A. Ferret., and R. Losa. 2004. Effect of specific blend of essential oil compounds on dry matter and crude protein degradability in heifers fed diets with different forage to concentrate ratios. *Animal Feed Science and Technology*, 114:91-104.
- 24- Mass, J. A., G. F. Wilson., S. N. McCutcheon., G. A. Lynch., D. L. Burnham., and J. France. 2001. The effect of season and monensin sodium on the digestive characteristics of autumn and spring pasture fed to sheep. *Journal of Animal Science*, 79:1052-1058.
- 25- Newbold, C. J., F. M. McIntosh., P. Williams., R. Losa., and R. J. Wallace. 2004. Effects of a specific blend of essential oils compounds on rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, 114:105-112.
- 26- NRC (National Research Council). 2007. *Nutrient Requirements of Lamb*. 7th rev. ed Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- 27- Ottenstein, D. M., and D. A. Butler. 1971. Improved gas chromatography separation of free. Acids C-C in dilute solution. *Anal Chemistry*, 43: 952-955.
- 28- Reynal, S. M., I. R. Ipharraguerre., M. Lineiro., A. F. Brito., G. A. Broderick., and J. H. Clark. 2007. Omasal flow of soluble proteins, peptides, and free amino acids in dairy cows fed diets supplemented with proteins of varying ruminal degradabilities. *Journal of Animal Science*, 90:1887-1903.
- 29- Rostam zadeh, H., R. Pir Mohammadi., and Y. A. Alijoo. 2015. Effect of Ajowan plant essential oil (*cariumcopticum*) on performance and some blood parameters of Mahabadi goats at early lactation period. *Animal science journal*, 28(106): 103-110. (In Persian).
- 30- SAS. 2002. Version 9.1 SAS/STAT user's guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC.
- 31- Slyter, L. L., and P. A. Putnam, 1967. In vivo vs. In vitro continuous culture of ruminal microbial population. *Journal of Animal Science*, 26: 1421-1427.
- 32- Tekippe, J. A., A. N. Hristove., K. S. Heyier., T.W. Cassidy., V. D. Zhejzakov., J.F.S. Ferreira., S. K. Karnati., and G. A.Varga. 2011. Rumen fermentation and production effects of *Origanum vulgare* L. Leaves in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94: 5065-5079.
- 33- Van Keulen, J., and B.A. Young. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44: 282-287.
- 34- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminants*. 2nd Edition. Cornell University Press, NY.
- 35- Yang, W.Z., C. Benchaar, B. N. Ametaj, and K. A. Beauchemin. 2010. Dose response to eugenol supplementation in growing beef fermentation and intestinal digestion. *Animal Feed Science and Technology*, 158: 57-64.



The Effect of essential oil from *Carum copticum* L on feed intake and metabolic response of Mahabadi goats in early lactation period

Nafiseh Bahrami¹, Younes Ali Alijoo^{2*}, Rasoul Pirmohammadi³ and Behzad Asadnezad⁴

Submitted: 13-11-2019

Accepted: 14-03-2020

Introduction One of the most important additives in the past years has been antibiotics. Despite the beneficial effects of oral antibiotics on animal production and health, their use in animal nutrition for the production of bacteria resistant to various drugs (which may be hazardous to human health) has been controversial. The use of antibiotics has recently been banned due to bacterial resistance and chemical residues in meat and their side effects in humans. Therefore, alternatives to the use of growth-promoting antibiotics should be identified and introduced to livestock breeders so that both efficiency and economic benefits are not diminished and consumer health concerns are eliminated. Much research has recently been done on the effects of plant essential oils as natural additives to improve rumen fermentation such as increased production of volatile fatty acids, reduced methane production, improved protein metabolism and increased feed utilization efficiency. Humans have used plants and their extracts for thousands of years. This experiment was conducted to investigate the effects of *Carum copticum* L. essential oil supplementation on nutrient digestibility and some blood and ruminal metabolites, milk production and milk compounds in Mahabadian goats.

Materials and Methods Treatments included: control diet (basal diet without essential oil), basal diet + 300 mg/kg of *Carum copticum* L. essential oil in the ration dry matter and basal diet + 600 mg / kg *Carum copticum* L. essential oil in the dietary dry matter. Treatments were provided by TMR. During the experimental period, the animals were kept individually and healthy. Each livestock had a separate mug and manger. The cages were thoroughly cleaned and washed before the animals were deployed. Goats always had access to fresh water all day long. Drinkers were also thoroughly cleaned once every two days. The study was conducted in three 21-day trial periods including 14 days of habituation and 7 days of vector record. All measurements taken are in the record stage. Experimental rations adjusted to dry matter, based on NRC recommendations with SRNS software version 1.9.4468. During the trial period, the amount of feed poured into the manger and the daily residue was recorded to calculate the dry matter intake. It was calculated on a daily basis, so that the amount of feed given was weighed daily, and the remainder of the feed was collected, weighed, and sampled twice a week. Daily milk production was recorded in goat milk production. Milk samples were collected weekly for two consecutive days to determine the composition of the milk produced, and its composition including the percentage of fat, protein, lactose and total solids was measured using (MilcoscanTMS50 model number 75610 Was taken). Blood samples were taken at 4 h after the morning meal to determine blood parameters. The blood samples were immediately transferred to the laboratory and centrifuged at 6,000 rpm for 7 minutes, and serum was stored in 1.5 ml microtubes in a freezer at -20 °C. Isolated serum for determination of albumin, creatinine, low-density lipoprotein, high-density lipoprotein, triglyceride, cholesterol, urea, total protein and glucose.

Results and Discussion Feed intake was not significantly different between treatments. Effect of experimental treatments on dry matter digestibility was not significant ($P < 0.05$). Numerically, the highest digestibility was related to treatment of 300 mg/kg of *Carum copticum* L. essential oil and the lowest was related to 600 mg/kg treatment, and the effect of experimental diets on digestibility of crude protein, ether extract, organic

1-MSc of animal nutrition, Department of animal science, Urmia university.

2-Associated professor, Department of animal science, Urmia university.

3- professor, Department of animal science, Urmia university.

4-PhD Student of Ruminant Nutrition, Urmia university.

(*- Corresponding Author Email: alijoo@gmail.com)

Doi:10.22067/ijasr.v13i1.84211

matter, neutral detergent fiber and acid detergent fiber was not significant ($P<0.05$). The effect of the experimental treatments on the amount of volatile fatty acids was not significant ($P<0.05$) but the total amount of volatile fatty acids showed a significant decrease compared to the control. The effect of the experimental treatments on the amount of milk produced was not significant ($P<0.05$). Effect of experimental treatments on milk fat and protein content was not significant ($P<0.05$). As shown in the table, the experimental treatments had a significant effect on some blood parameters such as cholesterol, HDL, LDL, triglyceride, albumin, urea and creatinine ($P<0.05$). Blood cholesterol significantly decreased with increasing dosage of essential oil. Blood LDL concentration decreases with increasing dosage of essential oil in the diet. Blood HDL increased significantly with increasing essential oil content.

Conclusion In general, the results of this study showed that the addition of *Carum copticum* L. essential oil to Mahabadian goat's diet did not have a significant effect on milk yield, production and composition but it decreased total rumen volatile fatty acids, serum cholesterol, triglyceride and LDL concentrations. However, further research is needed.

Keywords: Dry matter intake, Female Essential Oil, Mahabadian Goat, Nutrient Digestibility.



مقاله علمی - پژوهشی

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، فرآورده‌های تخمیری تولید گاز، گوارش پذیری نشاسته و ساختار گرانول‌های نشاسته در ذرت ایرانی سینگل کراس ۷۰۲ و واریته‌های مختلف ذرت‌های تجاری-وارداتی

عطیه رحیمی^۱، عباسعلی نصریان^{۲*}، رضا ولی زاده^۲، عبدالمنصور طهماسبی^۲، حسام دهقانی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۳

چکیده

در این مطالعه ذرت ایرانی واریته سینگل کراس ۷۰۲ با ذرت‌های تجاری-وارداتی شامل روس، اکراین و برزیل از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، فرآورده‌های تخمیری تولید گاز، خصوصیات تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای، روده‌ای و کل دستگاه گوارش، میزان آسیب دیدگی و ژلاتیناسیون نشاسته و ساختار گرانول‌های نشاسته مقایسه شدند. ذرت سینگل کراس ۷۰۲ از نظر شکل ظاهری نسبت به سایر ذرت‌ها کوچکتر بود. وزن حجمی ذرت برزیل نسبت به سایر ذرت‌ها به طور معنی‌داری بالاتر بود. پروتئین، ADF، NDF، نشاسته، TDN، NE_I و NE_E به طور معنی‌داری در واریته‌های مختلف ذرت متفاوت بودند. نشاسته ذرت سینگل کراس ۷۰۲ (۶۹/۰۳ درصد) به طور معنی‌داری پایین‌تر از ذرت‌های اکراین (۷۰/۳۶ درصد)، روس (۷۱/۰۴ درصد) و برزیل (۷۱/۴۹ درصد) بود. گاز تجمعی تولید شده در مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت در ذرت برزیل، روس و سینگل کراس ۷۰۲ بالاتر از ذرت اکراین بود. غلظت نیترژن آمونیاکی و کل اسیدهای چرب فرار در زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون تحت تأثیر واریته‌های مختلف ذرت قرار نگرفت. ذرت‌های سینگل کراس ۷۰۲ و روس قابلیت هضم نشاسته شکمبه‌ای بالاتر و قابلیت هضم نشاسته روده‌ای کمتری نسبت به ذرت‌های اکراین و برزیل داشتند. قابلیت هضم شکمبه‌ای، روده‌ای و کل دستگاه گوارش برای پروتئین خام بین واریته‌های مختلف دانه ذرت اختلاف معنی‌داری نشان نداد. درصد ژلاتیناسیون نشاسته در ذرت روس (۴/۲۴ درصد) و سینگل کراس ۷۰۲ (۴/۱۷ درصد) بالاتر از ذرت برزیل (۳/۳۲ درصد) و اکراین (۳/۷۸ درصد) بود. ذرت سینگل کراس ۷۰۲ نسبت به سایر ذرت‌ها میانگین مساحت دور هر گرانول، قطر طولی و عرضی و اندازه گرانول‌های نشاسته کمتر و ماتریکس پروتئینی ضعیف‌تری داشت. نتایج این مطالعه نشان داد که ذرت سینگل کراس ۷۰۲ از لحاظ میزان و نرخ تولید گاز، درصد ژلاتیناسیون و گوارش پذیری نشاسته مشابه با ذرت روس بود.

واژه‌های کلیدی: تولید گاز، ذرت سینگل کراس ۷۰۲، ذرت‌های وارداتی، ژلاتیناسیون و گوارش پذیری نشاسته.

مقدمه

دانه ذرت مهمترین منبع انرژی و بخش اصلی کنسانتره در جیره گاوهای شیری است (۲۱). در گاوهای پر تولید استفاده از جیره‌های

حاوی سطوح بالای ذرت به منظور دستیابی به میزان انرژی مورد نیاز، ضروری است (۲۰). انرژی قابل استفاده در واریته‌های مختلف ذرت متفاوت است (۴۰). دانه ذرت دارای ساختار پیچیده‌ای است که در آن مجموعه‌ای از مواد مغذی از طریق اتصالات فیزیکی و شیمیایی با هم در ارتباط هستند و مقدار و قابلیت دسترسی این مواد مغذی تعیین کننده ارزش غذایی دانه است (۴۰). در ذرت استفاده از مواد مغذی و انرژی توسط دو عامل درونی (ساختار نشاسته و وجود مواد ضد تغذیه‌ای) و بیرونی (شرایط رشد، انبارداری و فرآوری دانه) تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۶۴). اندوسپرم دانه بیش از ۸۰ درصد وزن دانه را تشکیل می‌دهد و ترکیبی از گرانول‌های نشاسته است که در یک ماتریکس پروتئینی قرار گرفته‌اند و توسط دیواره سلولی گیاه احاطه

۱- فارغ التحصیل دکتری تغذیه دام، دانشکده کشاورزی، گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲- استاد تغذیه دام، دانشکده کشاورزی، گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳- استاد بیوتکنولوژی حیوانی، پژوهشکده زیست فناوری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

(*)- ایمیل نویسنده مسئول: Email: naserian@um.ac.ir

Doi: 10.22067/ijasr.v13i1.85030

شده‌اند. اندازه گرانول‌های نشاسته، ترکیب نشاسته (آمیروز و آمیلوپکتین) و میزان احاطه شدن نشاسته توسط دیواره‌های سلولی و ماتریکس پروتئینی اندوسپرم از عوامل مهم تأثیرگذار بر سرعت و مقدار تخمیر شکمبه‌ای نشاسته و استفاده از آن در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان هستند (۲ و ۷۹).

مطالعات بسیاری در مورد ارزش غذایی واریته‌های مختلف ذرت انجام شده است (۲، ۱۱، ۴۵، ۴۷، ۶۰، ۶۵ و ۸۶). واریته‌های مختلف دارای ساختار دیواره سلولی، نوع اندوسپرم و کریستال‌های نشاسته متفاوتی هستند که همگی این عوامل می‌توانند هضم و جذب مواد مغذی را تحت تأثیر قرار دهند (۴۷). نشان داده شده است که واریته‌های دارای گرانول‌های نشاسته کوچکتر سطح تماس بیشتر و قابلیت بالاتری برای هیدرولیز توسط میکروارگانیسم‌ها و یا آنزیم‌های آمیلاز دارند (۳۴). در واریته‌های معمولی ذرت، نشاسته حاوی ۲۶ درصد آمیروز و ۷۴ درصد آمیلوپکتین است. با این وجود، تفاوت تا ۲۲ درصد در نسبت آمیروز به آمیلوپکتین در ۹۵ نمونه ذرت مشاهده شده است (۱۳). آمیروز نسبت به آمیلوپکتین مقاومت بیشتری به هیدرولیز توسط آلفا آمیلاز و هضم میکروبی دارد (۶۵). پرون (۶۴) با بررسی ۱۶۰۰ نمونه ذرت از ۲۵ کشور گزارش کرد که محتویات مواد مغذی دانه ذرت تا ۱۷ درصد بین واریته‌های مختلف متفاوت است. بر اساس گزارشات این محقق میزان چربی، پروتئین و فسفر بین سایر مواد مغذی بیشترین نوسان را داشتند؛ در حالیکه مقدار نشاسته و ماده خشک بین واریته‌های مختلف نسبتاً ثابت بودند. همچنین خصوصیات هضم‌پذیری نشاسته در شرایط *in vitro* و شاخص حلالیت پروتئین نوسانات زیادی به ترتیب تا ۴۰ و ۴۴ درصد در انواع ذرت‌های کشورهای مختلف نشان داد. مهم‌تر از محتویات ذرت، قابلیت دسترسی نشاسته ذرت است که ارزش غذایی دانه ذرت را تعیین می‌کند (۶۴). محققان پیشنهاد می‌کنند که حرارت دادن دانه ذرت پس از برداشت جهت خشک کردن با استفاده از روش‌های مکانیکی منجر به کاهش حلالیت پروتئین و افزایش باندهای نشاسته و پروتئین می‌شود، لذا قابلیت هضم نشاسته و دسترسی گرانول‌های نشاسته برای میکروارگانیسم‌های شکمبه را کاهش می‌دهد (۳۱). در سال‌های پر باران که برداشت ذرت در شرایط آب و هوایی مرطوب انجام می‌شود به دلیل استفاده از وسایل مکانیکی با دمای بالاتر برای خشک کردن دانه‌های ذرت، شاخص حلالیت پروتئین کاهش یافته (۲۳/۷) در مقابل ۱۱/۱ درصد به ترتیب برای سال‌های کم‌باران و پر باران) و منجر به افزایش مصرف خوراک حیوان برای جبران کاهش قابلیت هضم نشاسته شده است (۶۴). در شرایط خشک کردن شدید و با دماهای بالا ممکن است حتی تغییرات شیمیایی در نشاسته از طریق تغییر ساختار آمیروز و آمیلوپکتین (ژلاتیناسیون و به دنبال آن

رتروگرادیشن^۱) ایجاد شود که در صورت وجود رتروگرادیشن کاهش در قابلیت هضم نشاسته ذرت اتفاق می‌افتد (۴۸). همچنین این نکته بسیار مهم است که اختلافات مشاهده شده بین ذرت‌های کشورهای مختلف ممکن است به واریته‌های مختلف ذرت وابسته باشد که متأسفانه به خوبی روشن نیست (لیسون و همکاران، ۲۰۰۳). لیسون و همکاران (۳۹) نشان دادند که انرژی قابل متابولیسم در نمونه‌های ذرت آمریکا از یک بار تا بار بعدی که وارد مزرعه می‌شود، ۴۷۸ کیلوکالری در هر کیلوگرم متفاوت می‌باشد. همچنین دالفونسو (۱۲) اختلاف ۱۷ درصدی برای انرژی قابل هضم ایلئومی در جیره طیور حاوی ۵۰ درصد ذرت را هنگام استفاده از بارهای مختلف ذرت مشاهده کردند. این اختلافات در کارخانجات خوراک دام از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کارخانجات نیاز به تولید خوراک یکنواخت دارند تا عملکرد حیوان را تضمین کنند و هنگام ورود ذرت‌های مختلف به کارخانه با چالش‌های کمتری مواجه شوند (۶۴).

واریته‌های مختلفی از ذرت دانه‌ای شامل سینگل کراس ۷۰۱، ۷۰۲، ۷۰۳ و ۷۰۴ در ایران کشت می‌شوند. این واریته‌ها منشأ داخلی دارند و واریته سینگل کراس ۷۰۲ نسبت به سایر واریته‌ها تولید نسبتاً بالایی در هکتار داشته و در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶ جزو بیشترین واریته زیر کشت در ایران بود (۷۳). با این وجود، به دلیل کم آبی، شرایط آب و هوایی نامساعد، مقرون به صرفه نبودن کشت ذرت در ایران و نیاز بالای صنعت دام و طیور بخش زیادی از ذرت دامی لازم از کشورهای مختلف نظیر برزیل، روسیه و اکراین وارد می‌شود. بر اساس گزارش وزارت صنعت، معدن و تجارت میزان ۲۰۹۰ میلیون دلار ذرت دامی در سال ۱۳۹۷ وارد شده است که دارای رشد ۳۰ درصدی نسبت به سال ۱۳۹۶ (۱۵۶۳ میلیون دلار) بود (۵۸). بنابراین تعیین ارزش غذایی، میزان قابلیت هضم و قابلیت دسترسی نشاسته واریته‌های تجاری-وارداتی که بخش عمده ذرت مصرفی صنعت دام را تشکیل می‌دهند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا در مطالعه حاضر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، فرآیندهای تخمیری تولید گاز، خصوصیات تجزیه پذیری شکمبه‌ای، روده‌ای و کل دستگاه گوارش، میزان ژلاتیناسیون نشاسته و ساختار گرانول‌های نشاسته در ذرت داخلی سینگل کراس ۷۰۲ (به عنوان بالاترین واریته زیر کشت در ایران) و واریته‌های مختلف ذرت‌های تجاری-وارداتی شامل روس، اکراین و برزیل (به عنوان منابع اصلی ذرت مورد استفاده در

۱- رتروگرادیشن: هنگامی که نشاسته دانه حرارت داده شده آب جذب کند، ساختار کریستالین آمیروز و آمیلوپکتین از بین می‌رود و نشاسته به صورت یک مایع ویزکوز یا ژلاتینه در می‌آید. اگر نشاسته ژلاتینه شده به شدت سرد شود و یا مدت طولانی در دمای پایین قرار گیرد، مولکول‌های خطی آمیروز و بخش‌های خطی مولکول آمیلوپکتین دوباره به هم متصل شده و ساختار کریستالین محکمی به‌وجود می‌آورند که نسبت به ساختار کریستالین اولیه نشاسته باندهای هیدروژنی قوی‌تری دارد و این سبب کاهش قابلیت هضم نشاسته می‌شود.

گاوداری‌های کشور) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آماده سازی نمونه های آزمایشی

این آزمایش در سال ۱۳۹۶ انجام شد. دانه ذرت واریته سینگل کراس ۷۰۲ از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد تهیه شد. این واریته به عنوان ذرت غالب زیر کشت در ایران بین سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶ معرفی شده است. ذرت‌های تجاری-وارداتی شامل ذرت اکراین، روس و برزیل (بر اساس آخرین آمار جهاد کشاورزی و شرکت‌های وارد کننده ذرت دامی، واریته دقیق ذرت‌های وارداتی مشخص نیست، زیرا از بخش‌های مختلف این کشورها جمع آوری شده و از گمرک‌های مختلف وارد ایران می‌شوند) از اتحادیه دامداران و گاوداران خراسان رضوی دریافت شد. سپس نمونه‌ها جهت انجام آزمایش با استفاده از آسیاب معمول آزمایشگاهی (آسیاب صنعتی توس شکن خراسان، مدل ۸۴۰۰) در اندازه‌های ۱ و ۲ میلی‌متر آسیاب شدند.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

دانشیته ظاهری دانه‌های ذرت بر اساس روش هاتجنز و دان (۲۶) از طریق تعیین وزن یک لیتر دانه خام ذرت در واریته‌های مختلف اندازه‌گیری شد و بر اساس واحد کیلوگرم بر لیتر گزارش گردید. ماده خشک (DM)، ماده آلی (CP)، پروتئین خام (CP) (با ضرب مقدار نیتروژن در عدد ۶/۲۵) و عصاره اتری (EE) بر اساس روش‌های AOAC (۳) و مقادیر فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) بر اساس روش آنکوم (۱۹۸۶) تعیین شد؛ آنزیم آلفا آمیلاز مقاوم به حرارت و دی سولفیت سدیم جهت آنالیز NDF مورد استفاده قرار گرفت. نشاسته با استفاده از روش آنزیمی (آلفا آمیلاز و آمیلوگلوکوزیداز) کیت نشاسته تام از شرکت مگازایم ایرلند (AACC Method 76-13.01; Megazyme K-TSTA-100A, example c, 09/2018) آنالیز گردید (آنالیز تقریبی این آزمایش در آزمایشگاه تغذیه دام دانشگاه کنگون کره جنوبی انجام شد). سپس کربوهیدرات‌های غیر فیبری (NFC)، کل مواد مغذی قابل هضم (TDN)، انرژی خاص شیردهی (NE_l) و انرژی خالص رشد برای افزایش وزن (NE_g) بر اساس معادلات NRC (۵۴) محاسبه گردید.

$$\begin{aligned} \text{NFC} &= 100 - (\text{NDF} + \text{CP} + \text{EE} + \text{ash}) \\ \text{TDN} (\%) &= 81.38 + (\text{CP} \times 0.36) - (\text{ADF} \times 0.77) \\ \text{NE}_l (\text{Mcal kg}^{-1}) &= [(0.0245 \times \text{TDN}) - 0.12] \\ \text{NE}_g (\text{Mcal kg}^{-1}) &= [(0.029 \times \text{TDN}) - 1.01] \end{aligned}$$

آزمایش تولید گاز و تخمین فرآسنجه‌های آن

جهت انجام آزمایش تولید گاز، از سه رأس گاو شیری (دارای وزن 15 ± 650 kg) مجهز به فیستولای شکمبه به عنوان دهنده مایع شکمبه استفاده شد. گاوها یک هفته قبل از آزمایش با جیره حاوی نسبت علوفه به کنسانتره ۵۰ به ۵۰ در دو نوبت صبح و عصر تغذیه شدند (۵۴). مایع شکمبه قبل از تغذیه صبحگاهی گرفته شد و با استفاده از پارچه متقال ۴ لایه صاف شد. سپس بلافاصله درون یک فلاسک حاوی آب ۳۹ درجه سانتیگراد قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل شد. آزمون تولید گاز روی ۲۰۰ میلی گرم از ذرت‌های آسیاب شده در اندازه ۱ میلی‌متر و درون بطری‌های شیشه‌ای ۱۲۵ میلی‌لیتری پیشنهاد شده توسط تتودرو و همکاران (۷۹) و در سه سری (ران) انکوباسیون برای هر نمونه و در هر سری ۲ تکرار از هر نمونه انجام شد. محلول‌های بافری مورد نیاز بر اساس روش منک و استینگاس (۵۲) تهیه شدند. فشار گاز تولیدی در ساعات ۱، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعت قرائت شد و سپس حجم گاز تولیدی با تصحیح بر اساس بلانک و به صورت تجمعی از تبدیل فشار به حجم تصحیح شده محاسبه شد (۷۹). داده‌های حجم به دست آمده در مدل میشلایس-منتن بدون لگ فاز قرار داده شد و فرآسنجه‌های تولید گاز تخمین زده شد (۱۸). سپس فرآسنجه‌هایی نظیر نرخ تجزیه در نیمه عمر سوپسترا (c)، ماکسیمم نرخ تجزیه (MDR) و زمان برای تجزیه ۲۵ و ۷۵ درصد سوپسترا بر اساس معادلات گروت و همکاران (۲۲) به شرح ذیل محاسبه گردید.

$$\begin{aligned} \text{GP} &= A \times (\text{Tn} / (\text{Tn} + \text{kn})) \\ \text{Degradation rate at half-life (c)} &= n / (2 \times k) \\ \text{Maximal degradation rate (MDR)} &= (n-1) ((n-1)/n)/k \\ \text{Time to ferment X\% of the substrate} &= k \times ((X / (1-X)) / (1/n)) \end{aligned}$$

که GP حجم گاز تولیدی در زمان T، A پتانسیل تولید گاز، n شاخص تعیین کننده شکل منحنی، K زمان تولید نصف A و X مقدار سوپسترا برابر با ۲۵ و ۷۵ درصد می‌باشد.

بعد از ۲۴ ساعت انکوباسیون سه تکرار از هر تیمار جهت اندازه گیری مقدار pH (Metrohm 691, pH meter) از هر سری انکوباسیون خارج شد. سپس اسیدهای چرب فرار (GC-17A, Shimadzu, Japan, gas chromatograph) و نیتروژن آمونیاکی (بر اساس روش فنول-هیپوکلیت (۸۳)) در مایع رویی بعد از سانتریفیوژ در دمای ۴ درجه سانتیگراد و دور $8000 \times g$ اندازه‌گیری شد. نرم افزار Graphpad Prism 6 جهت رسم نمودارهای تولید گاز تجمعی و نرخ تولید گاز مورد استفاده قرار گرفت.

آزمایش کیسه‌های نایلونی متحرک

قابلیت هضم شکمبه‌ای، روده‌ای و کل دستگاه گوارش ماده

اساس روش مدکالف و گیلز (۵۱) تعیین گردید؛ اساس این روش بر ظرفیت جذب ید آرد دانه غلات است که میزان جذب نشاسته آسیب دیده را نشان می‌دهد. همچنین درصد واقعی ژلاتیناسیون نشاسته بر اساس روش دو آنزیمی آلفا آمیلاز قارچی و آمیلوگلوکوزیداز با استفاده از کیت نشاسته آسیب دیده از شرکت مگازیم ایرلند (AACC Method 76-31.01; K-SDAM, 09/2018) اندازه‌گیری شد.

ساختار گرانول‌های نشاسته

تصاویر مربوط به گرانول‌های نشاسته و ماتریکس پروتئینی دانه‌ها با استفاده از دستگاه میکروسکوپ الکترونی (LEO 1450 VP, USA) با استفاده از (scanning electron microscope) در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی مشهد گرفته شد. دانه کامل ذرت در بهترین سطح خود با استفاده از نیتروژن مایع از وسط به دو نیم تقسیم، سپس روی استاب‌های مخصوص قرار داده شده و یک شب در آون خلاء قرار گرفت. سپس با لایه‌ای از طلا-پولادیوم پوشش داده شد و با استفاده از دستگاه SEM با ولتاژ ۲۵ کیلووات در بزرگنمایی ۲۵۰۰ تصویربرداری شد (۵۰).

آنالیز آماری داده‌های آزمایشی

دانشیته ظاهری، ترکیبات شیمیایی، مقدار pH، نیتروژن آمونیاکی، اسیدهای چرب فرار و آسیب دیدگی نشاسته در سه تکرار آنالیز آماری شدند؛ درحالیکه داده‌های قابلیت هضم شکمبه‌ای، روده‌ای و کل دستگاه گوارش با ۶ تکرار و داده‌های تولید گاز در سه ران با دو تکرار برای هر نمونه در هر ران (جمعا ۶ تکرار) آنالیز آماری شدند. نرم افزار پریسم (Prism 6.01) برای تخمین پارامترهای تولید گاز بر اساس مدل فرانس و همکاران (۱۸) مورد استفاده قرار گرفت. همه داده‌های آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS (9.1) (۲۲) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت؛ مدل آنالیز آماری شامل $Y = \mu + Txi + eij$ بود که Y متغیر آزمایشی، Txi اثر تیمار و eij اثر خطای آزمایشی بود.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

شکل ۱ خصوصیات ظاهری واریته‌های مختلف ذرت را نشان می‌دهد. اندازه دانه‌ها در ذرت‌های سینگل کراس ۷۰۲ و روس کوچکتر از ذرت‌های اکراین و برزیل بود. ذرت سینگل کراس ۷۰۲ از لحاظ رنگ، در انتها زرد و در دو طرف زرد مایل به قهوه‌ای؛ از لحاظ شکل، انتهای پهن و نوک کشیده؛ از لحاظ اندوسپرم، دارای اندوسپرم آردی در مرکز و سر دانه و اندوسپرم شیشه‌ای در دیواره‌های انتهایی

خشک، نشاسته و پروتئین خام با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی متحرک (*In situ mobile nylon bag*) بر اساس سوبوه و همکاران (۷۷) اندازه‌گیری شدند. دو رأس گاو نر (با وزن بدن 15 ± 490 kg) مجهز به فیستولای شکمبه و کانولای روده‌ای T شکل (در ابتدای روده باریک) مورد استفاده قرار گرفتند. حیوانات با $5/3$ کیلوگرم علوفه یونجه خشک، $3/3$ کیلوگرم بر اساس ماده خشک سیلاژ ذرت و $2/6$ کیلوگرم کنسانتره به ازای هر رأس در ساعات ۸ صبح و ۶ بعد از ظهر تغذیه شدند. از نمونه‌های آسیاب شده در اندازه ۲ میلی‌متر جهت این آزمون استفاده شد. تقریباً ۵ گرم نمونه بر اساس ماده خشک (۱۶ کیسه به ازای هر نمونه) درون کیسه‌های پلی استر (9×17 سانتیمتر و روزنه ۵۰ میکرومتر) قرار داده شد و به مدت ۱۲ ساعت درون شکمبه گاوها انکوبه شدند. همه کیسه‌ها به صورت همزمان درون شکمبه بعد از تغذیه صبحگاهی قرار داده شدند و بعد از خروج از شکمبه با استفاده از ماشین لباسشویی تا پدیدار شدن آب زلال شسته شدند و سپس با استفاده از آون (UF30plus, Memmert GmbH, Germany) در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. از باقیمانده هر کیسه بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای، مقدار ۱ گرم درون کیسه‌های پلی استر (3×6 سانتیمتر و روزنه ۵۰ میکرومتر؛ ۸ کیسه برای هر نمونه) قرار داده شد. کیسه‌ها توسط حرارت بسته شدند و سپس از طریق کانولای روده‌ای با نرخ یک کیسه در هر ۳۰ دقیقه وارد ابتدای روده باریک شدند. سپس طی مدت ۱۶ ساعت از مدفوع جمع‌آوری، شسته و در آون با حرارت ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. مقادیر ماده خشک، پروتئین و نشاسته در نمونه‌های ذرت خام، انکوبه شده در شکمبه، روده و باقیمانده جمع‌آوری شده از مدفوع اندازه‌گیری شدند. پروتئین این نمونه‌ها با استفاده از دستگاه دوماس (Elementar-N/Protein Analysis, DKSH, New Zealand) و نشاسته بر اساس روش دو آنزیمی آلفا آمیلاز و آمیلوگلوکوزیداز (Megazyme kit, example c, 9/2018) اندازه‌گیری شد.

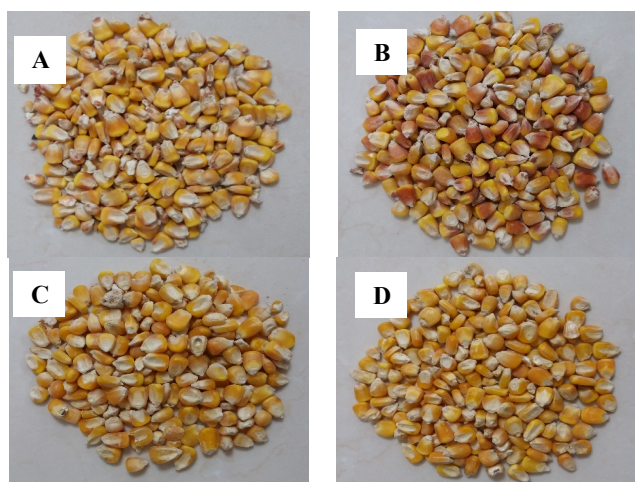
آسیب دیدگی نشاسته و ژلاتیناسیون

این بخش از آزمایش در شرکت غله مشهد با استفاده از دستگاه اس دی ماتیک ژوپین (Chopin, ZI Val de Sein, 92390 VLG, France) انجام شد. بدین منظور سه تکرار به ازای هر نمونه (نمونه‌ها برای ورود به دستگاه باید به اندازه ۱۸۰ میکرومتر آسیاب می‌شدند) در نظر گرفته شد. سپس پارامترهای مختلف آسیب دیدگی نشاسته شامل درصد جذب ید (Iodine Absorption)، میزان آسیب دیدگی نشاسته بر اساس واحد ژوپین (UCD- Chopin units)، میزان آسیب دیدگی نشاسته تصحیح شده بر اساس پروتئین (UCDe basis on protein- Chopin units)، نشاسته آسیب دیده تخمین زده شده به روش استاندارد آنزیمی (AACC 76-31) و عدد فاراند (Farrand) بر

محققین نشان دادند که سایر هیبریدهای ذرت Brown, Orange, Grey و Rubin متعلق به وارپته فلینت بودند و از لحاظ رنگ به ترتیب رنگ‌های نارنجی، قهوه‌ای، خاکستری و قهوه‌ای مایل به سیاه داشتند. از لحاظ شکل، هر چهار وارپته دارای دانه‌های کوچک، ته گرد، نوک دراز، حالت سفت و فشرده، بخش‌های بغل گرد، انتهای محدب و سطح پهن و روشنی داشتند. همچنین از لحاظ اندوسپرم، اندوسپرم شیشه‌ای به ندرت روی بخش‌های انتهایی آنها مشاهده شد، اما اندوسپرم آردی در مرکز و بخش بالایی این دانه‌ها به خوبی قابل مشاهده بود. لذا می‌توان اشاره کرد که ذرت‌های سینگل کراس ۷۰۲، روس و اکراین عمدتاً دارای اندوسپرم آردی و ذرت برزیل دارای اندوسپرم شیشه‌ای بودند. ذرت برزیل حالت سفتی و فشرده‌گی بیشتری نسبت به سایر ذرت‌ها داشت و این نتایج همسو با وزن حجمی بالاتر ذرت برزیل نسبت به سایر ذرت‌ها بود. با توجه به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای در دیواره‌های جانبی ذرت روس وارداتی به ایران، به نظر می‌رسد ذرت روس احتمالاً هیبرید قهوه‌ای یا تلاقی هیبرید قهوه‌ای با سایر هیبریدهای روسیه باشد، اما متأسفانه اطلاعات دقیقی از نوع هیبریدهای وارداتی به ایران وجود ندارد. همچنین مطالعات نشان دادند که نسبت بالای نشاسته نرم به سخت می‌تواند فرآوری دانه را سخت‌تر کند، زیرا هنگام فلیک کردن، هیبریدهای آردی تولید فلیک‌های شکسته کرده و ذرات ریز زیادی بعد از فرآوری دانه مشاهده می‌شود (۵۹). کارخانجات خوراک دام هنگام استفاده از هیبریدهای با نشاسته آردی نسبت به هیبریدهای با نشاسته شیشه‌ای تمایل کمتری به تولید فلیک نشان داده‌اند (۵۹).

بود. مقدار اندوسپرم آردی آن بیشتر از سایر ذرت‌ها به خصوص بیشتر از ذرت برزیل بود. ذرت روس از لحاظ رنگ، زرد مایل به قهوه‌ای؛ از لحاظ شکل، مشابه ذرت سینگل کراس ۷۰۲، اما درشت‌تر؛ از لحاظ اندوسپرم، مشابه ذرت سینگل کراس ۷۰۲ بود. اندوسپرم شیشه‌ای آن اندکی از سینگل کراس ۷۰۲ بیشتر و از ذرت برزیل کمتر مشاهده شد. ذرت اکراین از لحاظ رنگ، زرد؛ از لحاظ شکل، اندکی درشت‌تر از ذرت سینگل کراس ۷۰۲ و روس؛ از لحاظ اندوسپرم، دارای اندوسپرم آردی بالایی بود. اما ذرت برزیل از لحاظ رنگ، زرد؛ از لحاظ شکل، دارای اندازه کوچکتر از سایر دانه‌ها، انتهای پهن و با کشیدگی کمتر به سمت نوک دانه؛ از لحاظ اندوسپرم، مقدار بالای اندوسپرم شیشه‌ای نسبت به آردی در آن به وضوح قابل مشاهده بود.

در راستای مطالعه حاضر، ژیرکوا و همکاران (۸۸) شش وارپته ذرت روسیه (Grey, Brown, Orange, White, Uralskiy150) را بررسی و نشان دادند که هیبرید Uralskiy150 به عنوان یک هیبرید معمولی ذرت دارای رنگ زرد، دانه‌های کوچک، انتهای پهن، شکل دراز و سطح صاف و شفاف بود. اندوسپرم آردی و شیشه‌ای در این وارپته به خوبی قابل تشخیص بود به طوری که اندوسپرم آردی در مرکز و سر دانه توسعه یافته و یک حالت تورفتگی در سر دانه ایجاد کرده و اندوسپرم شیشه‌ای در دیواره‌های انتهایی ذرت مشاهده شد. همچنین وارپته White را متعلق به وارپته‌های معمولی ذرت دانستند و گزارش کردند که این وارپته دارای رنگ سفید شیری، دانه‌های بزرگ، انتهای پهن، شکل دراز و سطح صاف و روشنی می‌باشد. همچنین اظهار کردند که در این وارپته اندوسپرم آردی و شیشه‌ای به وضوح قابل تشخیص بود. با این وجود این



شکل ۱- وارپته‌های مختلف ذرت (A: ذرت ایرانی سینگل کراس ۷۰۲، B: ذرت روس، C: ذرت اکراین و D: ذرت برزیل)

Figure 1- Different corn varieties (A: Iranian single cross 702 corn; B: Russia corn; C: Ukraine corn; D: Brazil corn)

در جدول ۱ ملاحظه می‌شود که دانسیته ظاهری (وزن حجمی) ذرت برزیل در مقایسه با سایر ذرت‌ها به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P < 0.05$). ذرت سینگل کراس ۷۰۲ و اکراین دانسیته ظاهری مشابه، اما کمتر از ذرت روس نشان دادند ($P < 0.05$). ماده خشک، ماده آلی و چربی خام بین ذرت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P > 0.05$). پروتئین، ADF، NDF، نشاسته، NFC، TDN، NEI و NEG به طور معنی‌داری بین ذرت‌های مورد بررسی متفاوت بودند ($P < 0.05$). مقدار پروتئین خام در دامنه ۷/۳۰ تا ۷/۴۵ درصد قرار داشت و ذرت سینگل کراس ۷۰۲، اکراین و برزیل پروتئین خام مشابه، اما بیشتر از ذرت روس نشان دادند ($P < 0.05$). مقدار NDF و ADF به ترتیب در دامنه ۹/۸۱ تا ۱۳/۴۲ و ۳/۴۸ تا ۵/۳۰ درصد قرار داشتند و در ذرت برزیل به طور معنی‌داری بیشتر از سایر ذرت‌ها بود ($P < 0.05$). نشاسته ذرت ایرانی (۶۹/۰۳ درصد) به طور معنی‌داری پایین‌تر از ذرت‌های اکراین (۷۰/۳۶ درصد)، روس (۷۱/۰۴ درصد) و برزیل (۷۱/۴۹ درصد) بود ($P < 0.05$). ذرت برزیل حدود ۱/۵ درصد نشاسته بیشتری نسبت به ذرت سینگل کراس ۷۰۲ داشت. مقادیر TDN، NFC، NEI و NEG بین واریته‌های سینگل کراس ۷۰۲، اکراین و روس تفاوتی نداشت ($P > 0.05$), اما در ذرت برزیل به طور معنی‌داری کمتر از سایر ذرت‌ها بود ($P < 0.05$).

در راستای مطالعه حاضر، لی و همکاران (۴۰) دانسیته ظاهری چهار واریته ذرت چینی LS1، LS2، LS3 و LS4 را به ترتیب ۰/۷۱۶، ۰/۷۵۸، ۰/۷۳۸ و ۰/۷۶۵ کیلوگرم در لیتر گزارش کردند. سانجیتا و گراول (۷۱) دانسیته حجمی ۰/۷۳ و ۰/۷۴ گرم بر میلی‌لیتر را برای دو واریته ذرت هندی (HQPM1 و HQPM7) گزارش نمودند که مشابه با دانسیته ظاهری ذرت‌های سینگل کراس ۷۰۲، روس و اکراین در مطالعه حاضر بود. دانسیته ظاهری ذرت برزیل (۰/۸۱۷) بالاتر از مطالعات لی و همکاران (۴۰) و سانجیتا و گراول (۷۱) مشاهده شد. سانجیتا و گراول (۷۱) ماده خشک ۹۰/۸۷ و ۹۰/۸۴ درصد، ماده آلی ۹۸/۵۶ و ۹۸/۶۳ درصد، پروتئین ۱۰/۹۵ و ۱۱/۰۲ درصد، چربی ۴/۶۷ و ۴/۶۶ درصد و کل کربوهیدرات‌های ۸۰/۶۲ و ۸۰/۳۲ درصد را به ترتیب برای ذرت‌های HQPM1 و HQPM7 گزارش نمودند. همچنین ژیرکوا و همکاران (۸۸) با مطالعه روی شش واریته ذرت روسیه (Orange، White، Uralskiy150، Brown، Grey و Rubin) نشان دادند که مقدار پروتئین دانه‌ها از ۸/۷۵ تا ۱۰/۹۲ درصد متغیر بود که بیشترین پروتئین را واریته Uralskiy150 با مقدار ۱۰/۹۲ درصد و کمترین را واریته Rubin با مقدار ۸/۷۵ درصد داشتند. بر اساس گزارش آنها نشاسته در دامنه ۴۳ تا ۶۵ درصد قرار داشت و واریته Uralskiy150 با مقدار ۶۵/۱۵

درصد بیشترین میزان نشاسته و واریته Brown با مقدار ۴۳/۳۸ درصد کمترین میزان نشاسته را داشتند. این محققین مقدار چربی را در واریته‌های Rubin و Orange به ترتیب ۴/۱۸ و ۴/۱۱ درصد و در واریته‌های Grey و Brown زیر ۲ درصد گزارش کردند. نشان داده شده است که معمولا واریته‌های ذرت دارای چربی بالا جهت استخراج روغن ذرت استفاده می‌شوند (۸۸). واریته‌های مورد بررسی در مطالعه حاضر، پروتئین کمتر اما نشاسته بالاتری نسبت به مطالعه ژیرکوا و همکاران (۸۸) نشان دادند. زیلیک و همکاران (۸۹) با بررسی هشت واریته ذرت کشور صربستان شامل ZP504su، ZP531su، ZP74b، ZP611k، ZP434، ZP-Rumenka، ZP704ux و ZP633 به ترتیب مقدار پروتئین ۱۳/۲۷، ۱۲/۰۱، ۱۰/۴۹، ۱۲/۴۱، ۱۱/۱۴، ۱۱/۴۲، ۱۰/۴۲ و ۱۰/۱۳ درصد، نشاسته ۵۵/۳۲، ۵۴/۵۹، ۶۷/۱۹، ۶۷/۱۴، ۶۹/۰۱، ۶۵/۲۸، ۶۷/۹۲ و ۶۹/۹۲ درصد، NDF ۱۴/۷۲، ۱۴/۰۷، ۱۱/۸۷، ۱۲/۰۶، ۱۲/۴۳، ۱۱/۰۲، ۱۱/۱۳ و ۱۲/۴۱ درصد و ADF ۴/۴۳، ۴/۴۸، ۴/۲۲، ۴/۷۶، ۳/۷۹، ۳/۹۶، ۳/۹۲ و ۳/۶۳ درصد را گزارش کردند. همچنین ژانگ و همکاران (۸۷) میانگین ماده خشک، نشاسته، چربی خام، NDF، ADF، پروتئین خام، خاکستر و انرژی خام در یک واریته معمولی ذرت چین را حدود ۸۴/۴۶، ۷۳/۰۶، ۴/۱۵، ۱۳/۱۴، ۲/۵۲، ۸/۶۶، ۱/۳۲ درصد و ۱۸/۴۸ مگاژول در کیلوگرم گزارش کردند. این محققین نشان دادند که عواملی نظیر واریته، محل رشد، روش خشک کردن دانه، مدت ذخیره و سال کشت ترکیب شیمیایی دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۷، ۳۶ و ۶۹). مطالعات بسیاری ترکیب شیمیایی انواع ذرت‌های معمولی برای تغذیه دام را بررسی کرده‌اند (۴۰ و ۴۱) و گزارش نمودند که شرایط آب و هوایی بعد از واریته مهمترین نقش را در اختلاف در ترکیب مواد مغذی در دانه‌های ذرت دارد (۸۷). مدت زمان آفتابی سال، میانگین دما، میزان بارندگی و رطوبت نسبی توانسته مقدار نشاسته، پروتئین خام و چربی خام را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دهد (۱۹، ۳۸ و ۸۱). همچنین اختلافات در شرایط اگرونومیک خاک مثل باروری نیتروژن و فراهمی آب می‌تواند میزان پروتئین و لیزین را در ذرت معمولی تحت تأثیر قرار دهد (۳۳). مطالعات انجام شده توسط کنیپ و همکاران (۳۳) پیشنهاد کردند باروری نیتروژن در ذرت معمولی اگر چه پروتئین را افزایش می‌دهد، اما تأثیری بر ارزش غذایی ذرت برای جوجه‌ها نداشته است. همچنین مطالعات نشان دادند که واریته‌های حاوی روغن، لیزین و تربیتوفان بالا در تغذیه انسان استفاده می‌شوند، اما واریته‌های زرد معمولی برای تغذیه دام مورد استفاده قرار می‌گیرند (۷۵).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ذرت ایرانی (سینگل کراس ۷۰۲) در مقایسه با انواع مختلف ذرت‌های وارداتی^۱

Table 1- Physical and chemical properties of Iranian corn grain (single crass 702) in comparison with different types of imported corn¹

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی Physical and chemical properties	وارته‌های مختلف ذرت Different types of corn				SEM	P-Value
	وارته سینگل کراس ۷۰۲ Single crass 702	روس Russia	اکراین Ukraine	برزیل Brazil		
دانسیته ظاهری (کیلوگرم بر لیتر) Apparent density (kg/L)	0.713 ^c	0.789 ^b	0.712 ^c	0.817 ^a	0.01	<0.001
ماده خشک (%) Dry Matter (%)	90.94	90.89	90.86	90.84	0.02	0.483
ماده آلی (%) Organic Matter (%)	98.64	98.78	98.73	98.84	0.03	0.120
پروتئین خام (%) Crude Protein (%)	7.37 ^{ab}	7.30 ^b	7.45 ^a	7.40 ^{ab}	0.02	0.048
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (%) Neutral Detergent Fiber (NDF) (%)	9.81 ^b	11.78 ^{ab}	10.33 ^b	13.42 ^a	0.49	0.008
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (%) Acid Detergent Fiber (ADF) (%)	3.58 ^b	3.48 ^b	3.59 ^b	5.30 ^a	0.27	0.014
چربی (%) Eater Extract (%)	3.91	3.35	3.39	3.57	0.13	0.459
نشاسته (%) Starch (%)	69.03 ^b	71.04 ^{ab}	70.36 ^{ab}	71.49 ^a	0.35	0.039
کربوهیدرات غیر فیبری (%) Non-Fiber Carbohydrate (NFC) (%) ²	77.54 ^a	76.34 ^a	77.54 ^a	74.44 ^b	0.41	0.001
کل مواد مغذی قابل هضم (%) Total Digestible Nutrient (TDN) (%) ³	81.27 ^a	81.32 ^a	81.29 ^a	79.96 ^b	0.21	0.015
انرژی خالص شیردهی (مگا کالری بر کیلوگرم) Net Energy of Lactation (NEI) (Mcal/kg) ⁴	1.87 ^a	1.87 ^a	1.87 ^a	1.83 ^b	0.05	0.017
انرژی خالص افزایش وزن (مگا کالری بر کیلوگرم) Net Energy of gain (NEg) (Mcal/kg) ⁵	1.34 ^a	1.34 ^a	1.34 ^a	1.30 ^b	0.06	0.006

^۱ میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار می باشند (P<0.05)

^۱ Means with different superscript letters in each row indicate significant different (P<0.05).

^۲ NFC = 100 - (CP + NDF + Fat + Ash)

^۳ TDN = (81.38 + (CP × 0.36) - (ADF × 0.77))

^۴ NEI = ((0.0245 × TDN) - 0.12)

^۵ NEg = ((0.029 × TDN) - 1.01)

تولید گاز و فرآورده‌های تخمیری

در جدول ۲ نشان داده شده است که پتانسیل تولید گاز و شاخص تعیین کننده شکل منحنی (n) اختلاف معنی‌داری بین ذرت‌های مختلف نداشت (P>0.05). زمان رسیدن به نصف پتانسیل تولید گاز (K) در ذرت سینگل کراس ۷۰۲ و روس به طور معنی‌داری کمتر از ذرت برزیل بود (P<0.05). مقدار گاز تجمعی تولید شده در مدت ۴۸ و ۲۴ ساعت در ذرت برزیل، روس و سینگل کراس ۷۰۲ نسبت به ذرت اکراین به طور معنی‌داری بالاتر (P<0.05) بود. مقدار گاز تجمعی تولید شده بعد از ۱۲ و ۶ ساعت انکوباسیون اختلاف معنی‌داری بین ارقام مختلف ذرت نشان نداد (P>0.05)، هر چند ذرت سینگل کراس ۷۰۲ روند بالاتری از تولید گاز را طی ساعات اولیه انکوباسیون نشان داد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت انکوباسیون مقدار

pH محیط کشت به طور معنی‌داری در ذرت روس کمتر از سایر ذرت‌ها بود (P<0.05)؛ درحالی‌که غلظت نیتروژن آمونیاکی و کل اسیدهای چرب فرار بعد از ۲۴ ساعت انکوباسیون به طور معنی‌دار تحت تأثیر وارته‌های مختلف ذرت قرار نگرفت (P>0.05)؛ ذرت برزیل در مقایسه با سایر ذرت‌ها نسبت مولی استات بالاتر (P<0.05) و نسبت مولی پروپیونات کمتری (P<0.05) نشان داد؛ درحالی‌که ذرت روس نسبت مولی استات کمتر (P<0.05) و نسبت مولی پروپیونات بالاتری (P<0.05) در مقایسه با ذرت برزیل تولید کرد. نسبت استات به پروپیونات در ذرت برزیل بالاترین و در ذرت روس کمترین مقدار را داشت (P<0.05)، اما در ذرت‌های سینگل کراس ۷۰۲ و اکراین مشابه بود. غلظت ایزوبوتیرات، بوتیرات و ایزووالرات در ذرت اکراین بالاتر (P<0.05) از سایر ذرت‌ها بود، اما والرات اختلاف معنی‌داری بین ذرت‌های مختلف نداشت. نرخ تولید گاز در زمان نصف

تجزیه ماده خشک (c) و بیشترین میزان نرخ تولید گاز (MDR) اختلاف معنی داری بین ذرت‌های مختلف نشان نداد ($P > 0.05$). زمان لازم برای تخمیر ۲۵ و ۷۵ درصد سوبسترا در ذرت سینگل کراس ۷۰۲ و روس نسبت به ذرت اکراین و برزیل کمتر ($P < 0.05$) بود که نشان دهنده سرعت بالاتر تخمیر در ذرت سینگل کراس ۷۰۲ و روس نسبت به ذرت برزیل و اکراین بود. قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم در ذرت برزیل و بعد از آن در ذرت سینگل کراس ۷۰۲ بالاتر بود و ذرت روس و اکراین به ترتیب در درجات پایین‌تر قرار گرفتند.

بر اساس مطالعات چایی و همکاران (۶) تولید گاز در شرایط *in vitro* تخمینی معتبر از کنتیک تخمیر شکمبه‌ای برای دانه‌های غلات است و هر دوی میزان و نرخ تولید گاز همبستگی مثبتی با تجزیه شکمبه‌ای نشاسته دارند (۸ و ۶۲). اندوسپرم سخت (شیشه‌ای یا ویتروئوس) از گرانول‌های نشاسته‌ای تشکیل شده است که توسط ماتریکس پروتئینی به صورت فشرده و محکم احاطه شده است، در حالی که اندوسپرم نرم (آردی) حاوی مقادیر بیشتری از گرانول‌های نشاسته‌ای است که بسیار ضعیف توسط پروتئین‌ها بسته‌بندی شده‌اند. ماتریکس پروتئینی قوی دسترسی میکروارگانیسم‌های شکمبه را به نشاسته دانه محدود می‌کند و عامل اصلی در کاهش نرخ تخمیر شکمبه‌ای نشاسته در مقایسه با دانه‌های ذرت دارای ماتریکس پروتئینی ضعیف است (۴۹ و ۷۰). ونزیل (۸۲) در مطالعات خود نشان داد که حجم گاز تولیدی و نرخ تولید گاز در ذرت‌های دارای اندوسپرم نرم نسبت به اندوسپرم سخت بیشتر و سریعتر بود. تولید گاز و سرعت تخمیر بالاتر در ذرت‌های نرم در مطالعات سایرین نیز گزارش شده است (۲، ۹، ۱۷، ۲۳، ۵۵، ۵۶، ۶۵ و ۷۸). به نظر می‌آید احتمالاً میزان بالای اندوسپرم آردی، اندازه کوچکتر و تعداد بیشتر گرانول‌های نشاسته در ذرت سینگل کراس ۷۰۲ (شکل‌های ۱ و ۴) که سبب افزایش سطح تماس نشاسته و میزان تخمیر می‌شود، زمان رسیدن به ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد سوبسترا را در محیط کشت کوتاه‌تر کرده است. اما ذرت برزیل به دلیل داشتن دیواره سلولی قوی‌تر، با توجه به مقدار بالای NDF به عنوان مانعی در مقابل هضم میکروبی، زمان زیادی لازم دارد تا به نصف پتانسیل تولید گاز خود برسد و بعد از شکسته شدن دیواره سلولی در ساعات پایانی انکوباسیون تولید گاز آن افزایش یافته است. همچنین ممکن است به دلیل بالا بودن دانسیته ظاهری و فشردگی در ذرت برزیل آزاد سازی انرژی از اندوسپرم دانه توسط میکروارگانیسم‌ها به کندی صورت بگیرد. در این راستا، ساختار گرانول‌های نشاسته (شکل ۴) نشان دهنده وجود تراکم بالای گرانول‌های نشاسته و اتصالات زیاد ماتریکس پروتئینی بین گرانول‌های نشاسته در ذرت برزیل است که عامل اصلی جلوگیری از تجزیه سریع نشاسته توسط میکروارگانیسم‌ها است. همچنین نتایج نشان داد که زمان تجزیه شدن ۷۵ درصد از سوبسترا در ذرت برزیل

با حدود ۲۵/۶۴ ساعت، بالاتر از سایر دانه‌ها بود. با این وجود، میزان گاز تولید شده بالاتر بعد از گذشت ۴۸ ساعت انکوباسیون در ذرت برزیل می‌تواند تأییدی بر این فرض باشد که برای شکستن دیواره سلولی و ماتریکس پروتئینی میکروارگانیسم‌ها نیاز به زمان بیشتری داشتند تا به گرانول‌های نشاسته دسترسی پیدا کرده و آنها را هضم کنند. ونزیل (۸۲) گزارش کرد که حجم و نرخ تولید گاز در ذرت‌های نرم به طور معنی داری بالاتر از ذرت‌های سخت بود و دلیل آن را به تراکم زیاد گرانول‌های نشاسته و ماتریکس پروتئینی قوی‌تر در ذرت‌های سخت نسبت داد. نگونیا-ماجی و همکاران (۵۷) نیز نشان دادند بین اندوسپرم نرم و قابلیت هضم نشاسته دانه ذرت همبستگی مثبت بسیار قوی وجود دارد ($R = 0.93$). در این دانه‌ها تراکم بین گرانول‌های نشاسته پایین و گرانول‌ها در اندازه‌های مختلف و با اتصالات ضعیف کنار هم قرار گرفتند که این ویژگی سبب افزایش دسترسی میکروارگانیسم‌ها به گرانول‌های نشاسته و افزایش قابلیت هضم آنها می‌شود. دانشای و همکاران (۱۴ و ۱۵) نیز گزارش کردند که دانه‌های ذرت دارای اندوسپرم نرم به راحتی توسط میکروارگانیسم‌ها در شرایط *in vitro* هضم می‌شوند. همچنین همسو با نتایج مطالعه حاضر، این محققین گزارش کردند که نرخ و میزان تخمیر نشاسته و مقدار اسید پروپیونیک در مایع شکمبه در محیط کشت حاوی ذرت‌های نرم بالاتر از ذرت‌های سخت بود. چن و همکاران (۷) نیز نشان دادند که افزایش تخمیر نشاسته در شکمبه با افزایش میزان اسید پروپیونیک در بین سایر اسیدهای چرب فرار توأم است و در ذرت‌های دارای ویتروئوس بالا که نرخ هضم نشاسته پایین‌تری دارند، میزان اسید پروپیونیک کاهش یافت. نتایج حاصل از مطالعه حاضر با توجه به اسکن‌های الکترونی گرفته شده از ساختار اندوسپرم دانه‌های ذرت (شکل ۴) تأیید می‌گردد.

نمودار A در شکل ۲ نشان می‌دهد که در ساعات اولیه انکوباسیون (از زمان شروع تا ۱۲ ساعت بعد از انکوباسیون) ذرت‌های سینگل کراس ۷۰۲ و روس نسبت به ذرت‌های برزیل و اکراین سطح تولید گاز بیشتری نشان دادند، اما بعد از زمان ۱۲ ساعت، ذرت برزیل میزان تولید گاز بالاتری از خود نشان داد و مقدار تولید گاز در ساعت ۲۴ انکوباسیون در ذرت برزیل بیشتر از سایر ذرت‌ها بود و این روند افزایشی تا ۴۸ ساعت انکوباسیون ادامه داشت. در نمودار B مشاهده شد که نرخ لحظه‌ای تولید گاز در ذرت‌های سینگل کراس ۷۰۲ و روس در ساعات ۲ و ۴ انکوباسیون بیشترین مقدار را داشت و ذرت سینگل کراس ۷۰۲ تا ۸ ساعت انکوباسیون بالاترین نرخ لحظه‌ای تولید گاز را نشان داد؛ اما ذرت برزیل در ساعات اولیه انکوباسیون پایین‌ترین نرخ لحظه‌ای تولید گاز را ایجاد کرد. از ساعت ۸ تا ۲۴ انکوباسیون ذرت برزیل با سرعت بالاتری تولید گاز را ادامه داد؛ اما از زمان ۲۴ تا ۴۸ ساعت انکوباسیون نرخ لحظه‌ای تولید گاز بین انواع مختلف واریته‌های ذرت مشابه بود.

جدول ۲- فرآسنجه‌های تخمیری تولید گاز ذرت ایرانی (سینگل کراس ۷۰۲) در مقایسه با انواع مختلف ذرت‌های وارداتی^۱
Table 2- Gas production fermentation parameters of Iranian corn grain (single crass 702) in comparison with different types of imported corn¹

فرآسنجه‌های تخمیری تولید گاز Gas production fermentation parameters	وارته‌های مختلف ذرت Different types of corn				SEM	P-Value
	وارته سینگل کراس ۷۰۲ Single crass 702	روس Russia	اکراین Ukraine	برزیل Brazil		
پتانسیل تولید گاز (میلی لیتر) A=asymptote gas production (mL)	347.30	341.07	335.60	366.70	5.40	0.193
شاخص تعیین کننده شکل منحنی n= value determining the shape of the curve	1.56	1.71	1.45	1.70	0.05	0.145
زمان تولید نصف پتانسیل گاز تولیدی (ساعت) K= time to produce half of A (h)	11.69 ^c	12.06 ^{bc}	12.46 ^b	12.97 ^a	0.15	0.002
مقدار گاز واقعی تولید شده تا ۴۸ ساعت انکوباسیون (میلیلیتر بر گرم ماده خشک) GP (48) (ml/g DM) ²	312.96 ^{ab}	309.54 ^{ab}	295.86 ^b	331.24 ^a	4.61	0.023
مقدار گاز واقعی تولید شده تا ۲۴ ساعت انکوباسیون (میلیلیتر بر گرم ماده خشک) GP (24) (ml/g DM)	262.28 ^{ab}	255.80 ^{ab}	245.40 ^b	271.94 ^a	3.60	0.031
مقدار گاز واقعی تولید شده تا ۱۲ ساعت انکوباسیون (میلیلیتر بر گرم ماده خشک) GP (12) (ml/g DM)	177.24	164.85	167.20	171.20	2.45	0.330
مقدار گاز واقعی تولید شده تا ۶ ساعت انکوباسیون (میلیلیتر بر گرم ماده خشک) GP (6) (ml/g DM)	90.39	77.73	89.24	77.17	2.67	0.169
PH در زمان ۲۴ ساعت PH 24h	6.37 ^{ab}	6.34 ^b	6.46 ^a	6.41 ^{ab}	0.02	0.058
نیتروژن آمونیاکی در زمان ۲۴ ساعت (میلیگرم بر دسی لیتر) N-NH ₃ 24h (mg/dl)	19.13	18.65	22.48	20.47	0.74	0.276
کل اسیدهای چرب فرار در زمان ۲۴ ساعت (میلی مول بر میلیلیتر) Total VFA 24h (Mmol/ml)	70.08	73.61	68.15	68.41	0.92	0.107
استات در زمان ۲۴ ساعت (درصد مولی) Acetate 24h (% Mol)	60.14 ^{ab}	58.20 ^b	59.34 ^b	62.94 ^a	0.60	0.007
پروپیونات در زمان ۲۴ ساعت (درصد مولی) Propionate 24h (% Mol)	26.95 ^{ab}	28.92 ^a	25.22 ^{ab}	23.24 ^b	0.74	0.013
ایزوبوتیرات در زمان ۲۴ ساعت (درصد مولی) Is butyrate 24h (% Mol)	0.87 ^b	0.79 ^b	1.20 ^a	0.66 ^b	0.06	0.001
بوتیرات در زمان ۲۴ ساعت (درصد مولی) Butyrate 24h (% Mol)	8.88 ^b	8.77 ^b	10.49 ^a	9.02 ^b	0.24	0.008
ایزووالرات در زمان ۲۴ ساعت (درصد مولی) Iso valerate 24h (% Mol)	1.50 ^{ab}	1.16 ^b	2.16 ^a	1.98 ^{ab}	0.15	0.031
والرات در زمان ۲۴ ساعت (درصد مولی) Valerate 24h (% Mol)	1.16	2.15	1.57	2.14	0.13	0.212
نسبت استات به پروپیونات در زمان ۲۴ ساعت Acetic to propionic ratio 24h	2.23 ^{ab}	2.01 ^b	2.36 ^{ab}	2.72 ^a	0.09	0.012
نرخ تولید گاز در نقطه ای که نصف تجزیه رخ داده c= Degradation rate at half-life ³	0.067	0.066	0.060	0.066	0.01	0.269
بیشترین میزان نرخ تولید گاز MDR= Maximal degradation rate ⁴	0.989	0.989	0.980	0.989	0.01	0.125
زمان برای تخمیر ۲۵ درصد سوبسترا (ساعت) Time to ferment 25% of the substrate (h) ⁵	5.79 ^{bc}	5.67 ^c	6.50 ^{ab}	6.82 ^a	0.16	0.003
زمان برای تخمیر ۷۵ درصد از سوبسترا (ساعت) Time to ferment 75% of the substrate (h)	23.60	25.67	24.46	24.51	0.34	0.372
قابلیت هضم ماده آلی (درصد) OMD (%) ⁶	62.98 ^{ab}	61.57 ^{ab}	59.74 ^b	65.03 ^a	0.72	0.031
انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری بر کیلوگرم) ME (Mcal/kg) ⁷	9.98 ^{ab}	9.42 ^{ab}	9.09 ^b	10.04 ^a	0.13	0.033

^۱ میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار می باشند (P<0.05)

^۱ Means with different superscript letters in each row indicate significant different (P<0.05).

^۲ GP= A×(Tⁿ/(Tⁿ*Kⁿ))

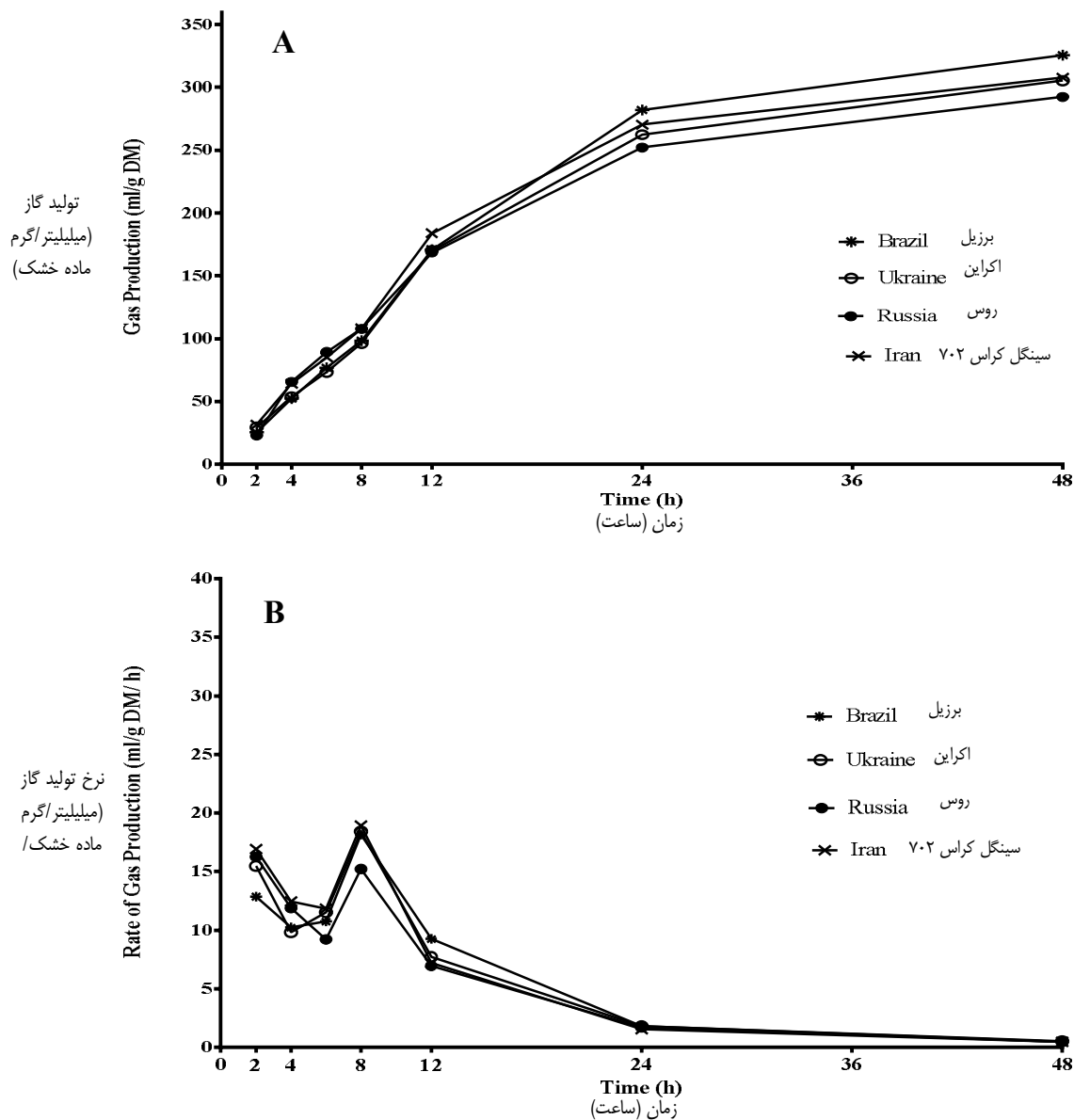
^۳ Degradation rate at half-life (c)= n/(2×K)

^۴ Maximal degradation rate (MDR)= (n-1)^{(n-1)/n}/K

^۵ Time to ferment X% of the substrate= K× ((X/1-X)^(1/n)), where X = 25, 75.

^۶ Organic Matter Digestibility= (14.88+(0.889×GP24)+(0.45×CP)/100)+(0.065×Ash)/100)

^۷ Metabolisable Energy= (1.06+(0.157×GP24)+(0.008×CP)+(0.022×EE)-(0.0081×Ash)



شکل ۲- میزان (A) و نرخ گاز تولیدی (B) در ذرت ایرانی (سینگل کراس ۷۰۲) در مقایسه با انواع مختلف ذرت‌های تجاری-وارداتی
Figure 2- Extent and rate of gas production of Iranian corn grain (single crass 702) in comparison with different types of imported corn

و بعد از آن کاهش می‌یابد و در ۲۴ ساعت تجزیه‌پذیری نشاسته بویژه در ذرت‌های نرم به کمترین مقدار خود می‌رسد. چنین نتایجی در مطالعه حاضر نیز مشاهده شد، به طوری که در ساعات اولیه انکوباسیون (از زمان شروع تا ۱۲ ساعت بعد از انکوباسیون) ذرت‌های سینگل کراس ۷۰۲ و روس نسبت به ذرت‌های برزیل و اکراین تولید گاز بیشتری نشان دادند، اما بعد از ۱۲ ساعت انکوباسیون تولید گاز

همراستا با نتایج مطالعه حاضر، ونزیل (۸۲) نشان داد که تجزیه‌پذیری نشاسته در نقطه‌های زمانی ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت انکوباسیون شکمبه‌ای بین واریته‌های مختلف ذرت متفاوت بود. هافمن و همکاران (۲۴) نیز نشان دادند که تجزیه‌پذیری نشاسته ذرت با ورود نشاسته به شکمبه شروع می‌شود و بعد از ۴ ساعت انکوباسیون به سرعت افزایش یافته و در زمان ۶ یا ۷ ساعت به پیک خود می‌رسد

آنها کاهش یافت. محققان گزارش کردند که تا ۲۴ ساعت انکوباسیون حدود ۸۰ درصد نشاسته تجزیه می‌شود و ناپدید شدن نشاسته در ساعات ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت در ذرت‌های سخت نسبت به ذرت‌های نرم به ترتیب ۱۱/۳، ۱۶/۳ و ۸ درصد کاهش می‌یابد (۸۲). همچنین مطالعات هافمن و همکاران (۲۴) نشان دادند که نرخ تخمیر نشاسته در ذرت سخت نسبت به ذرت نرم به طور معنی‌داری پایین‌تر بود و تا ۴۸ ساعت نشاسته با نرخ آهسته‌تری در ذرت سخت نسبت به ذرت نرم ناپدید شد. محققان بر اساس همبستگی بالایی تولید گاز و تجزیه پذیری نشاسته در شرایط *in vitro* فرض کردند که نشاسته ذرت سخت نسبت به ذرت نرم تا رسیدن به حالت پلاتو در ۴۸ ساعت با روند پایین‌تری ناپدید می‌شود (۶ و ۸). در همین راستا، لیز و همکاران (۴۴) در زمان‌های ۸ و ۱۶ ساعت انکوباسیون به ترتیب از ۲۴-۳۳ و ۱۸-۲۰ درصد واحد کاهش خطی در میزان ناپدید شدن نشاسته ذرت سخت نسبت به ذرت نرم مشاهده کردند.

قابلیت هضم شکمبه‌ای، روده‌ای و کل دستگاه گوارش

قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک بین واریته‌های مختلف ذرت اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P < 0.05$) (شکل ۳ بخش A). ذرت‌های سینگل کراس ۷۰۲ و روس نسبت به ذرت‌های برزیل و اکراین قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک بالاتری داشتند ($P < 0.05$). اما قابلیت هضم روده‌ای و کل دستگاه گوارش برای ماده خشک بین واریته‌های مختلف ذرت اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P > 0.05$). همچنین قابلیت هضم شکمبه‌ای، روده‌ای و کل دستگاه گوارش برای پروتئین خام بین واریته‌های مختلف دانه ذرت اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P > 0.05$) (شکل ۳ بخش B). با این وجود، ذرت برزیل کمترین و ذرت روس بیشترین میزان قابلیت هضم شکمبه‌ای پروتئین خام را داشتند. ذرت‌های ایرانی سینگل کراس ۷۰۲ (۶۱/۵۹ درصد) و روس (۵۹/۵۱ درصد) به طور معنی‌داری قابلیت هضم شکمبه‌ای نشاسته بالاتری نسبت به ذرت‌های اکراین (۴۵/۳۱ درصد) و برزیل (۴۰/۵۴ درصد) داشتند ($P < 0.05$) (شکل ۳ بخش C). همچنین ذرت‌های برزیل و اکراین قابلیت هضم روده‌ای نشاسته بیشتری نسبت به ذرت‌های سینگل کراس ۷۰۲ و روس نشان دادند ($P < 0.05$). اما قابلیت هضم کل دستگاه گوارش برای نشاسته بین ذرت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). در مطالعه حاضر، نتایج بدست آمده از آزمایش کیسه گذاری و قابلیت هضم شکمبه‌ای، روده‌ای و کل دستگاه گوارش با نتایج آزمایش تولید گاز در شرایط *in vitro* همخوانی دارد.

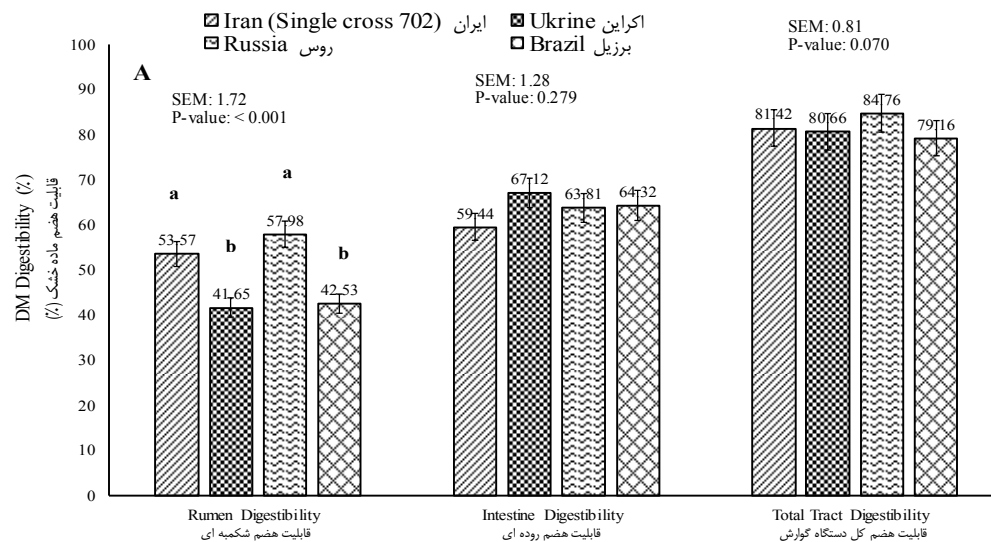
راموس و همکاران (۶۸) اختلاف در میزان و محل هضم نشاسته در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان را در واریته‌های مختلف ذرت، به ساختار گرانول‌های نشاسته و میزان ماتریکس پروتئینی بین گرانول‌ها

نسبت دادند. به عقیده این محققین، وجود ماتریکس پروتئینی بالا در برخی واریته‌های ذرت مانع تجزیه بیشتر نشاسته در شکمبه توسط میکروارگانیزم‌ها می‌شود. میزان شیشه‌ای بودن نشاسته و وجود سهم بیشتر آمیلوز در نشاسته ذرت نیز از عوامل کاهش هضم نشاسته در شکمبه و عبور به روده باریک معرفی شده‌اند (۲). بعد از ورود نشاسته به روده به دلیل وجود آنزیم‌های آمیلاز ترشح شده از روده باریک پیوندهای گلیکوزیدی بین مولکول‌های نشاسته شکسته شده و نشاسته در روده باریک هضم می‌شود (۲). نتایج مطالعه حاضر نشان داد اندوسپرم آردی در ذرت سینگل کراس ۷۰۲ به خوبی قابل مشاهده بود (شکل ۱) و ساختار گرانول‌های نشاسته آن دارای توزیع اندازه گرانول‌های ریز و فضاهای خالی اندک بودند و لایه بسیار نازکی از ماتریکس پروتئینی بین گرانول‌های آن مشاهده شد (شکل ۴) که این ویژگی‌ها از خصوصیات اندوسپرم آردی می‌باشد (۴۸) و احتمالاً به همین دلیل میزان قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک و نشاسته ذرت سینگل کراس ۷۰۲ بالاتر بود. نگونیا-ماجی و همکاران (۵۷) نشان دادند که ذرت‌های دارای اندوسپرم آردی یا دنت نسبت به ذرت‌های دارای اندوسپرم سخت یا فلینت دارای گرانول‌های نشاسته ریز و ماتریکس پروتئینی ضعیف هستند. این محققین بین اندوسپرم نرم و قابلیت هضم نشاسته دانه ذرت همبستگی بالایی گزارش کردند و نشان دادند در این دانه‌ها تراکم بین گرانول‌های نشاسته پایین و گرانول‌ها در اندازه‌های مختلف و با اتصالات ضعیف کنار هم قرار گرفتند که این ویژگی سبب افزایش قابلیت هضم آنها می‌شود. مطالعات نشان دادند که مقدار آمیلوپکتین در غلات مناطق سردسیری بالا است (۶۱) و همسو با نتایج مطالعه حاضر در ذرت روس که در شرایط آب و هوایی سردتری در مقایسه با ذرت اکراین و برزیل رشد کرده است می‌توان گفت نسبت آمیلوپکتین به آمیلوز در این واریته بالاتر باشد، زیرا اندازه گرانول‌های نشاسته بزرگتر با میزان تراکم کمتر (شکل ۴)، مقدار بالایی ژلاتیناسیون نشاسته (شکل ۳) و نرخ بالایی تولید گاز (جدول ۲) در ذرت روس بیشتر از ذرت اکراین و برزیل بود. جی و همکاران (۳۰) گزارش کردند که ذرت‌های دارای سطح آمیلوپکتین بالا درجه ژلاتیناسیون نشاسته بالاتری داشتند. اما مطالعات دیگری نشان دادند که قابلیت هضم شکمبه‌ای نشاسته بالاتر در ذرت‌های دارای اندوسپرم نرم به کوچک بودن گرانول‌های نشاسته، میزان بالای درجه ژلاتیناسیون و افزایش سطح تماس میکروارگانیزم‌های شکمبه با گرانول‌ها نسبت داده می‌شود (۸۲). درجه بالای شاخه‌دار بودن نشاسته و میزان زیاد آمیلوپکتین در ذرت واکسی نشان داده شده است که منجر به افزایش حساسیت آنزیم‌ها به گرانول‌های نشاسته و افزایش قابلیت هضم آن در شرایط *in vitro* می‌شود (۵۳) و این احتمال وجود دارد که واریته ذرت روس مورد بررسی در این آزمایش از نوع واکسی باشد.

ذرت برزیل قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک و نشاسته کمتر و

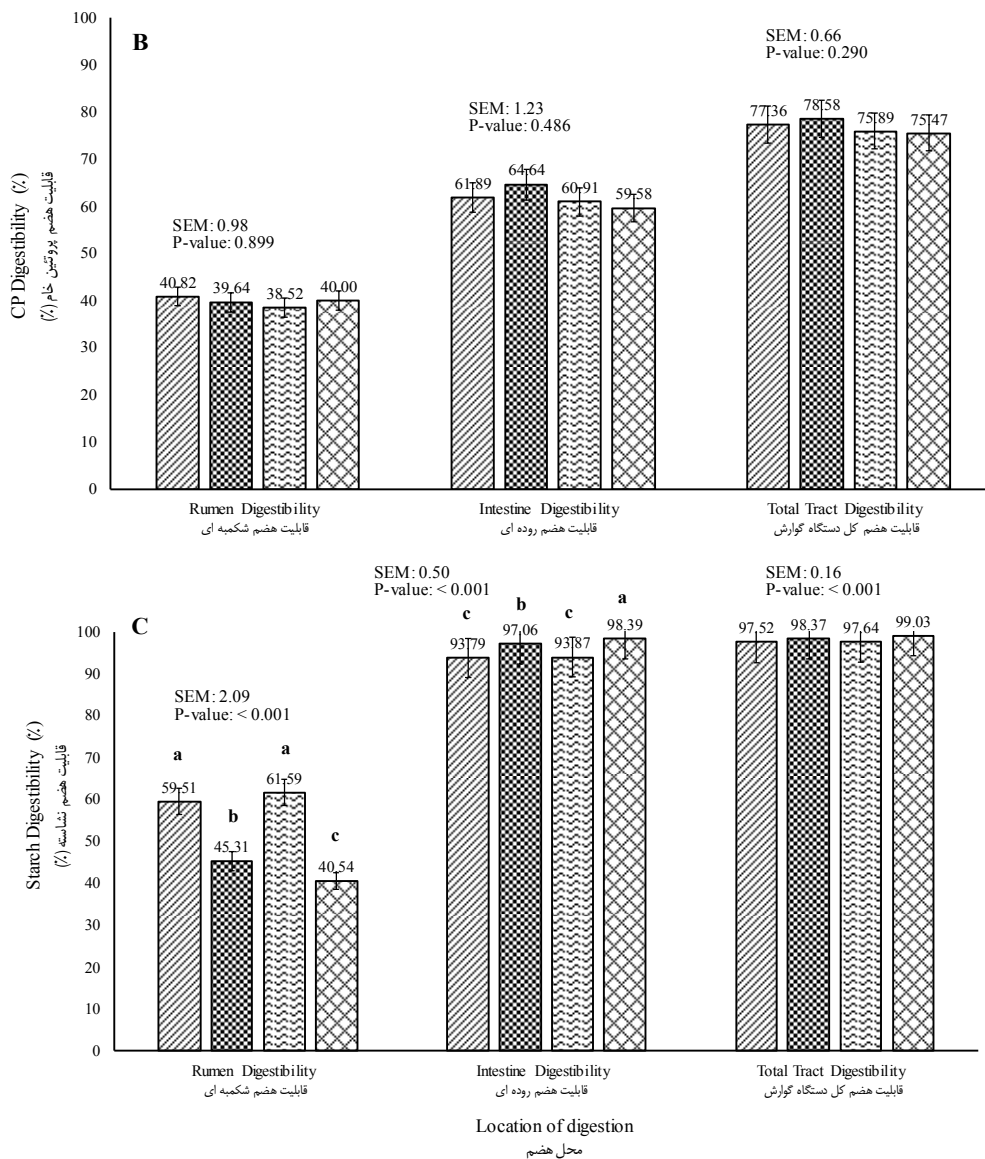
نوع اندوسپرم ذرت مشاهده نشده است، زیرا نشاسته‌های دارای اندوسپرم ویتروئوس در نهایت توسط آنزیم‌های آمیلاز در روده باریک هضم می‌شوند (۴۳). همچنین مقادیر بالای NDF در ذرت برزیل در مقایسه با سایر ذرت‌ها می‌تواند دلیلی بر کاهش قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک و نشاسته برای این ذرت باشد. در این راستا زیلیک و همکاران (۸۹) با مطالعه روی هیبریدهای ذرت صربستان نشان دادند که وجود سلولز و همی سلولز بالا در هیبریدهای دنت، پاپ و قرمز Rumenka نسبت به ذرت شیرین سبب کاهش قابلیت هضم ماده خشک شد. مقدار قابلیت هضم در ذرت‌های ZP504su، ZP434، ZP611k، ZP-Rumenka و ZP531su به ترتیب ۹۱/۰۷، ۸۵/۶۴، ۷۹/۸۴ و ۷۲/۱۳ درصد بود. گزارش شده است که وجود فیبر بالا به دلیل تداخل با سایر مواد مغذی سبب کاهش قابلیت هضم مواد مغذی می‌شود. سوسولزی و کادن (۷۶) نشان دادند که بین مقدار فیبر و قابلیت هضم ماده خشک و نشاسته در ذرت همبستگی منفی وجود دارد. در مطالعه حاضر اختلافی در مقدار پروتئین و قابلیت هضم آن بین ذرت‌های مختلف مشاهده نشد، با این حال زیلیک و همکاران (۸۹) گزارش کردند اختلافات در قابلیت هضم پروتئین به حساسیت آنزیمی پروتئین‌های ذخیره‌ای اصلی پرولامین (زئین) در دانه ذرت نسبت داده می‌شود. مقدار قابلیت هضم ماده خشک به طور منفی با مقدار پروتئین زئین و به طور مثبت با پروتئین‌های آلبومین، گلوبولین و گلوپلین ارتباط دارد (۸۹).

قابلیت هضم روده‌ای نشاسته بیشتری نسبت به سایر ذرت‌ها داشت که در راستای نرخ پایین تولید گاز در ساعات اولیه و افزایش تولید گاز در ساعات انتهایی انکوباسیون در این واریته می‌باشد (شکل ۲). مقدار بالای اندوسپرم شیشه‌ای (شکل ۱)، اندازه گرانول‌های نشاسته بزرگتر، تراکم بالای گرانول‌ها، سطح غیر یکنواخت و ماتریکس پروتئینی زیاد بین گرانول‌های نشاسته (شکل ۴) احتمالاً از عوامل کاهش قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک و نشاسته در ذرت برزیل می‌باشد و این نتایج می‌تواند به نوع واریته و دمای محیطی بالا برای ذرت برزیل مربوط باشد که در مناطق گرمسیر رشد کرده است (۶۱). ونزیل (۸۲) در مطالعات خود نشان داد که ذرت‌های دارای اندوسپرم سخت به دلیل داشتن نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین بالاتر در ساختار گرانول‌های نشاسته شان میزان تجزیه‌پذیری نشاسته کمتری نسبت به ذرت‌های حاوی اندوسپرم نرم دارند. چن و همکاران (۷) نیز نشان دادند که میزان تخمیر نشاسته در شکمبه در ذرت‌های دارای ویتروئوسس بالا کاهش یافت. همسو با نتایج این مطالعه، آونز (۵۹) گزارش کرد که در آزمایشات *in situ* میزان هضم شکمبه‌ای برای هیبریدهای آردی بالاتر از شیشه‌ای بود. فانینگ و همکاران (۱۶) نشان دادند که قابلیت هضم کل دستگاه گوارش برای نشاسته سیلاژ ذرت توسط گاوهای شیری برای هیبریدهای دارای اندوسپرم آردی نسبت به هیبریدهای دارای اندوسپرم شیشه‌ای بالاتر بود. گزارشی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد علی‌رغم اینکه راندامان و قابلیت هضم نشاسته در کل دستگاه گوارش با استفاده از ذرت دارای اندوسپرم آردی افزایش می‌یابد، هیچ تفاوتی در نرخ افزایش وزن بدن (۲۸) و تولید یا ترکیبات شیر بین دو



شکل ۳- قابلیت هضم شکمبه‌ای، روده‌ای و کل دستگاه گوارش ماده خشک (A)، پروتئین خام (B) و نشاسته (C) در ذرت ایرانی (سینگل کراس ۷۰۲) در مقایسه با انواع مختلف ذرت‌های تجاری-وارداتی

Figure 3- Rumen, intestine and total tract digestibility of DM, CP and starch in Iranian corn grain (single cross 702) in comparison with different types of imported corn



ادامه شکل ۳- قابلیت هضم شکمبه‌ای، روده‌ای و کل دستگاه گوارش ماده خشک (A)، پروتئین خام (B) و نشاسته (C) در ذرت ایرانی (سینگل کراس ۷۰۲) در مقایسه با انواع مختلف ذرت‌های تجاری-وارداتی

Continuatiun of Figure 3- Rumen, intestine and total tract digestibility of DM, CP and starch in Iranian corn grain (single crass 702) in comparison with different types of imported corn

بدست آمدند، در ذرت‌های سینگل کراس ۷۰۲ و روس نسبت به ذرت‌های اکراین و برزیل به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P < 0.05$). مقدار واقعی درصد ژلاتیناسیون نشاسته که با روش آنزیمی اندازه‌گیری شد، در راستای داده‌های تخمینی حاصل از دستگاه SDMatic بود. درصد ژلاتیناسیون نشاسته در ذرت روس (۴/۲۴ درصد) و سینگل کراس ۷۰۲ (۴/۱۷ درصد) بالاتر از ذرت برزیل (۳/۳۲ درصد) و اکراین (۳/۷۸ درصد) بود ($P < 0.05$). ژلاتیناسیون

ژلاتیناسیون نشاسته

میزان آسیب دیدگی نشاسته و درصد ژلاتیناسیون آن در واریته‌های مختلف دانه ذرت در جدول ۳ نشان داده شده است. شاخص‌های آسیب دیدگی نشاسته نظیر درصد جذب ید، میزان نشاسته آسیب دیده، میزان نشاسته آسیب دیده تصحیح شده بر اساس پروتئین دانه، میزان ژلاتیناسیون تخمین زده شده بر اساس روش AACC 76-31 و عدد فاراند که با استفاده از دستگاه SDMatic

نشاسته به روش آنزیمی در ذرت اکراین بالاتر از ذرت برزیل نشان داد ($P < 0.05$).

ژلاتیناسیون نشاسته به تورم و تغییر برگشت ناپذیر ساختار گرانول‌های نشاسته در اثر اعمال انرژی کافی برای شکستن باندهای هیدروژنی درون ناحیه کریستالین نشاسته گفته می‌شود (۹۰). این انرژی از روش‌های مختلف نظیر آسیاب کردن، رطوبت دادن، حرارت دادن و فشار می‌تواند اعمال شود. نشاسته ذرت حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد ماده خشک و بیش از ۶۰ درصد کل انرژی ذرت را تشکیل می‌دهد (۶۰) و استفاده از انرژی ذخیره شده درون نشاسته ذرت وابسته به ایجاد ژلاتیناسیون و شکست باندهای هیدروژنی درون ناحیه کریستالین است. نشان داده شده است که افزایش درجه ژلاتیناسیون با افزایش میزان قابلیت هضم نشاسته در شکمبه و کل دستگاه گوارش همبستگی مثبت قوی دارد (۳۵). نشاسته‌های آردی نسبت به شیشه‌ای هنگام اعمال انرژی مقدار ژلاتیناسیون بیشتری نشان داده‌اند (۵۳). همچنین در ذرت‌های دارای میزان آمیلوپکتین بالا نسبت به آمیلوز بالا درجه ژلاتیناسیون نشاسته بالاتری مشاهده شده است (۳۵). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میزان ژلاتیناسیون بالاتر در ذرت سینگل کراس ۷۰۲ با ساختار پراکنده گرانول‌های نشاسته، توزیع اندازه‌های ریز گرانول‌ها (شکل ۴)، مقدار و نرخ بالای تولید گاز و قابلیت هضم شکمبه‌ای نشاسته بالاتر ارتباط دارد و همسو با مطالعات سایر محققین در مورد ذرت‌های دارای نشاسته آردی و میزان آمیلوپکتین بالا است (۳۵ و ۵۳). کوتارا و فوچز (۳۵) نشان دادند که افزایش درجه ژلاتیناسیون نشاسته ذرت سبب افزایش قابلیت هضم کل دستگاه گوارش برای انرژی، NDF و نشاسته در ذرت واکسی نسبت به ذرت معمولی شد و ذرت واکسی را به عنوان یک منبع خوب انرژی جایگزین ذرت معمولی دانستند، زیرا میزان آمیلوپکتین و درجه ژلاتیناسیون بالاتری داشت. نشان داده شده است که ساختار، توزیع و اندازه گرانول‌های نشاسته در واریته‌های مختلف ذرت متفاوت است (۲۹، ۳۰، ۴۱ و ۶۳) و به طور معنی‌داری با دمای شروع، پیک و انتهای ژلاتیناسیون نشاسته ذرت ارتباط دارد (۳۴). در مطالعه‌ای روی واریته‌های مختلف گندم با شرایط آب و هوایی مختلف نشان داده شده است که سهم گرانول‌های نشاسته نوع A که اندازه‌های بزرگتری دارند و میزان آمیلوز اندوسپرم در دماهای بالای 30°C در ۱۴ روز بعد از گل‌دهی^۱ افزایش می‌یابد (۶۱). ذرت‌هایی که دارای گرانول‌های بزرگتر و حاوی مقادیر بالاتری آمیلوز هستند (۳۰) درجه ژلاتیناسیون نشاسته کمتری نشان دادند که همسو با نتایج مطالعه حاضر در مورد ذرت برزیل بود. ذرت برزیل میزان و نرخ تولید گاز کمتر، قابلیت هضم شکمبه‌ای نشاسته کمتر و درجه ژلاتیناسیون پایین‌تری نسبت به ذرت‌های روس، اکراین و سینگل کراس ۷۰۲

نشان داد. یکی از مهمترین دلایل می‌تواند رشد ذرت برزیل در شرایط آب و هوایی با دمای بالا و مرطوب باشد. مقدار بالای درجه ژلاتیناسیون نشاسته در ذرت روس نسبت به ذرت اکراین و به خصوص ذرت برزیل ممکن است به مقدار بالای آمیلوپکتین مربوط باشد، زیرا در مطالعات پانزو و همکاران (۶۱) نشان داده شده است که رشد دانه گندم در مناطق سردسیری منجر به کاهش آمیلوز و افزایش آمیلوپکتین در گرانول‌های نشاسته می‌شود که دلیل آن را به افزایش بیان ژن‌های خاص سنتز کننده آمیلوپکتین در دماهای هوایی پایین نسبت دادند. در مطالعه حاضر، مقدار بالای درجه ژلاتیناسیون نشاسته در ذرت سینگل کراس ۷۰۲ و روس توسط قابلیت هضم شکمبه‌ای و نرخ تولید گاز بالای این ذرت‌ها تأیید می‌شود.

ساختار گرانول‌های نشاسته

تصاویر میکروسکوپ الکترونی در شکل ۴ قسمت A نشان داد که میانگین مساحت دور هر گرانول، قطر طولی و عرضی و به طور کلی اندازه گرانول‌های نشاسته در ذرت سینگل کراس ۷۰۲ نسبت به سایر ذرت‌ها کمتر بود و گرانول‌های ریز نسبت به گرانول‌های درشت بیشتر مشاهده شدند؛ گرانول‌های نشاسته با تعداد فراوان و با فضاهای خالی اندک کنار هم قرار گرفته و لایه بسیار نازکی از ماتریکس پروتئینی بین گرانول‌ها مشاهده شد. وجود گرانول‌های ریز و درشت حالتی از بی نظمی در تصویر الکترونی گرانول‌های نشاسته ذرت ایرانی نسبت به ذرت‌های تجاری-وارداتی ایجاد کرد. شکل ۴ قسمت B نشان داد که اندازه گرانول‌های نشاسته ذرت روس بزرگتر از ذرت سینگل کراس ۷۰۲، اکراین و برزیل بود. تعداد گرانول‌ها در سطح اسکن شده ذرت روس نسبت به سایر ذرت‌ها کمتر بود، اما یکنواختی به لحاظ اندازه و مساحت گرانول‌های نشاسته در این ذرت مشاهده شد. تراکم گرانول‌های درون اندوسپرم کمتر و فضاهای خالی بیشتری بین گرانول‌های نشاسته مشاهده شد. لایه‌های ماتریکس پروتئینی در ذرت روس نسبت به ذرت سینگل کراس ۷۰۲ بیشتر، ولی نسبت به ذرت‌های اکراین و برزیل کمتر بود. همچنین شکل ۴ قسمت C نشان داد که ذرت اکراین همانند ذرت روس اندازه بزرگتر و یکنواختی بیشتر در گرانول‌های نشاسته، تراکم کمتر، فضاهای خالی بیشتر بین گرانول‌ها و دیواره‌های بزرگتری از ماتریکس پروتئینی نسبت به ذرت سینگل کراس ۷۰۲ داشت. در شکل ۴ قسمت D مشخص شد اندازه گرانول‌های نشاسته در ذرت برزیلی مانند ذرت سینگل کراس ۷۰۲ یکدست نبود، اما گرانول‌های آن نسبت به ذرت سینگل کراس ۷۰۲ اندازه بزرگتری داشتند. ذرت برزیل نسبت به ذرت روس و اکراین دارای گرانول‌های نشاسته با مساحت، قطر طولی و عرضی کوچکتر بود و رگه‌های ضخیمی از ماتریکس پروتئینی در اسکن آن مشاهده شد، اما اثراتی از مولکول‌های پروتئینی به صورت تفکیک شده و غیر منسجم نیز در لابلای گرانول‌های نشاسته وجود داشت. در ذرت

برزیلی سطح گرانول‌های نشاسته به صورت غیر صاف بوده که ممکن است نشان دهنده حالت خاصی از شیشه‌ای بودن گرانول‌های نشاسته باشد، در حالی که در ذرت سینگل کراس ۷۰۲، روس و حتی اکراین سطح گرانول‌های نشاسته صاف بود. در این راستا لی (۴۱)

جدول ۳- شاخص‌های آسیب دیدگی نشاسته ذرت ایرانی (سینگل کراس ۷۰۲) در مقایسه با انواع مختلف ذرت‌های تجاری-وارداتی^۱
Table 3- Starch damage parameters of Iranian corn grain (single crass 702) in comparison with different types of imported corn¹

شاخص‌های آسیب دیدگی نشاسته Starch damage parameters	وارینه‌های مختلف ذرت Different types of corn				SEM	P-Value
	وارینه سینگل کراس ۷۰۲ Single crass 702	روس Russia	اکراین Ukraine	برزیل Brazil		
درصد جذب ید AI ² (%)	93.98 ^a	93.75 ^a	91.56 ^c	92.60 ^b	0.29	<0.001
نشاسته آسیب دیده UCD ³	20.78 ^a	20.27 ^a	14.40 ^c	17.17 ^b	0.78	<0.001
نشاسته آسیب دیده تصحیح شده بر اساس رطوبت UCDc ⁴	21.36 ^a	20.71 ^a	14.79 ^c	17.51 ^b	0.80	<0.001
میزان نشاسته آسیب دیده بر اساس روش استاندارد AACC 76-31	5.96 ^a	5.76 ^a	4.18 ^c	4.83 ^b	0.22	<0.001
عدد فاراند (شاخص ژلاتیناسیون نشاسته) Farrand	24.89 ^a	22.94 ^a	10.45 ^c	15.31 ^b	1.77	<0.001
ژلاتیناسیون نشاسته (درصد) Starch gelatinization (%) ⁵	4.17 ^a	4.24 ^a	3.78 ^b	3.32 ^c	0.12	0.005

^۱ میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار می باشند (P<0.05)

^۱ Means with different superscript letters in each row indicate significant different (P<0.05).

^۲ AI: absorption of iodine,

^۳ UCD: damaged starch content- Chopin units,

^۴ UCDc - damaged starch content chopin units on protein basis matter,

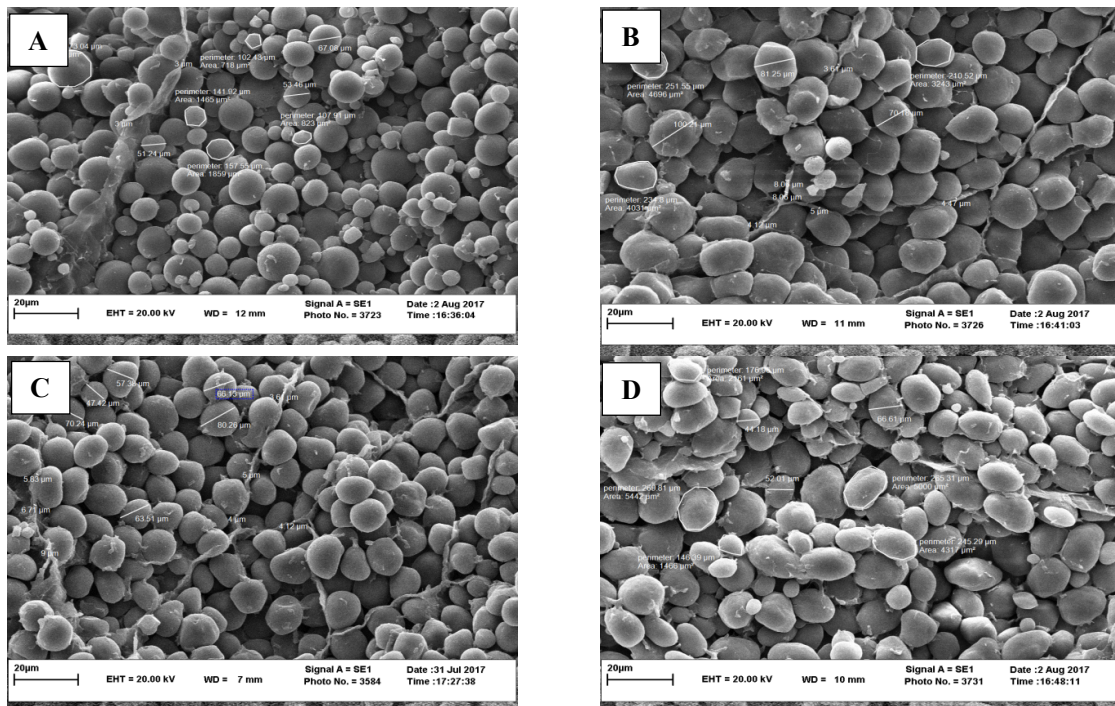
^۵ Gelatinization: Measured by Megazyme Starch Damage Kit (76-31.01 and 06/18)

گرفتند و همین ممکن است یکی از دلایلی باشد که ضریب اکسپنژن (پف کردن) دانه ذرت پاپ را خیلی افزایش می‌دهد. لیو و همکاران (۴۲) اظهار کردند که ذرت شیرین حاوی مقادیر بالایی قند محلول است و به همین دلیل این نام را گرفته است و گرانول‌های نشاسته آن تراکم بسیار کمتری دارند که همین باعث ایجاد میزان نشاسته پایین‌تر در این وارینه شده است. تصاویر میکروسکوپ الکترونی گرفته شده در مطالعه حاضر برای ذرت برزیل مشابه با ذرت پاپ و برای ذرت سینگل کراس ۷۰۲ مشابه با ذرت شیرین در مطالعه سوی و همکاران (۱۱) بود. هورکمن و همکاران (۲۵) گزارش دادند که دمای هوا بعد از مرحله گلدهی به طور مشخصی ترکیب گرانول‌های نشاسته را در دانه گندم تحت تأثیر قرار می‌دهد و این محققین نشان دادند که بر اساس حجم نسبی در دانه گندم گرانول‌های نشاسته نوع A (بزرگتر از ۱۶ میکرومتر) عمدتاً در شرایط دمایی ۳۷/۲۸ °C (دمای شب/دمای روز)، نوع B (بین ۵-۱۶ میکرومتر) در شرایط ۳۷/۱۷ °C (دمای شب/دمای روز) و نوع C (کوچکتر از ۵ میکرومتر) در شرایط ۲۴/۱۷ °C (دمای شب/دمای روز) تولید می‌شوند (۲۵). به گفته این محققین دماهای پایین شب و روز منجر به تولید گرانول‌های ریز در اندوسپرم

عوامل متعددی می‌توانند خصوصیات فیزیکی-شیمیایی دانه ذرت را تحت تأثیر قرار دهند که شامل ترکیبات سلولی، ضخامت دیواره سلولی، اندازه سلول‌های پارانشیم ذخیره‌ای درون اندوسپرم، ضخامت ماتریکس پروتئینی متصل به گرانول‌های نشاسته، طول اتصالات بدنه‌های ماتریکس پروتئینی و اندازه گرانول‌های نشاسته هستند (۱) و (۷۴). وارینه یا ژنتیک، شرایط کشت و دمای محیط ممکن است اندازه و توزیع گرانول‌های نشاسته را تحت تأثیر قرار دهند (۳۲ و ۴۲). اسکن‌های گرفته شده توسط دستگاه (differential scanning calorimetry; DSC) نشان داده است که در دانه ذرت گرانول‌های نشاسته به نوع بزرگ (A؛ بزرگتر از ۱۵ میکرومتر)، متوسط (B؛ بین ۱۵-۲ میکرومتر) و نوع کوچک (C؛ کوچکتر از ۲ میکرومتر) تقسیم‌بندی می‌شوند (۸۴ و ۸۵). مطالعات سوی و همکاران (۱۱) روی چهار وارینه ذرت شیرین، پاپ، واکسی و دنت نشان داد که ذرت شیرین عمده گرانول‌های آن در گروه B قرار داشت و میانگین قطر گرانول‌ها را به ترتیب در ذرت واکسی < پاپ < دنت < شیرین گزارش کردند. نشان داده شده است که اندوسپرم ذرت پاپ بافت ویتروئوس داشته (۴۱) و گرانول‌های نشاسته آن بسیار متراکم کنار هم قرار

حاضر با مطالعه هورکمن و همکاران (۲۵) به نظر می‌رسد بر خلاف نظر این محققین، ذرت روس و اکراین که در شرایط آب و هوایی سردتری نسبت به ایران و برزیل رشد کرده‌اند، دارای اندازه گرانول‌های نشاسته بزرگتری هستند. البته برخی مطالعات در مورد ذرت نشان دادند که با افزایش دمای هوا، اندازه گرانول‌های نشاسته کاهش یافته و ژلاتیناسیون نشاسته هنگام رشد دانه ذرت در دمای بالاتر، بیشتر می‌شود (۶۳).

دانه گندم می‌شود. پانزو و همکاران (۶۱) در مطالعات خود با روش reverse transcription-PCR مشخص کردند که توزیع اندازه گرانول‌های نشاسته تحت شرایط دمایی مختلف به طور نزدیکی با بیان ژن‌های ADP-glucose pyrophosphorylase، starch synthase، granule-bond starch synthase و آنزیم branching ارتباط دارد. تا جایی که نویسندگان بررسی کردند، مطالعه مشخصی روی تأثیر دمای شب و روز روی ساختار گرانول‌های نشاسته ذرت مانند گندم وجود ندارد. لذا هنگام مقایسه نتایج مطالعه



شکل ۴- اسکن میکروسکوپ الکترونی از گرانول‌های نشاسته و ماتریکس پروتئینی ذرت ایرانی (سینگل کراس ۷۰۲) در مقایسه با انواع مختلف ذرت‌های تجاری-وارداتی با بزرگنمایی * ۲۵۰۰ (A: ذرت ایرانی سینگل کراس ۷۰۲، B: ذرت روس، C: ذرت اکراین و D: ذرت برزیل)

Figure 4- Scanning electron microscopy of starch granules and protein matrix of Iranian corn grain (single cross 702) in comparison with different types of imported corn with 2500x magnification (A: Iranian single cross 702 corn; B: Russia corn; C: Ukraine corn; D: Brazil corn)

اطلاعات مفیدی برای دامداران و کارخانجات خوراک دام جهت فرآوری دانه ذرت ارائه دهد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از پروفسور کیانگ ایل سانگ و دکتر جلیل قاسمی نژاد جهت فراهم کردن شرایط لازم جهت آنالیز تقریبی نمونه‌های حاصل از این آزمایش در آزمایشگاه تغذیه دام دانشگاه کنگون کره جنوبی و خرید کیت‌های مگازایم آنالیز نشاسته سپاسگزاری می‌کنند.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی مطالعه حاضر نشان داد که ذرت سینگل کراس ۷۰۲ از لحاظ داشتن اندوسپرم نرم، میزان و نرخ تولید گاز، درجه ژلاتیناسیون و قابلیت هضم نشاسته در شکمبه مشابه با ذرت روس بود، هرچند ساختار گرانول‌های نشاسته آن متفاوت به نظر می‌رسید. ذرت برزیل خصوصیتی نظیر اندوسپرم سخت، نرخ تولید گاز کمتر، درصد ژلاتیناسیون کمتر و میزان قابلیت هضم روده‌ای بالاتری نشان داد. به نظر می‌رسد نتایج این مطالعه و مطالعات تکمیلی آینده بتواند

منابع

- 1- Abdelrahman, A. A., and R. C. Hosene. 1984. Basics for hardness in pearl millet, grain sorghum and corn. *Cereal Chemistry*, 61:232-235.
- 2- Allen, M. S., R. A. Longuski., and Y. Ying. 2008. Endosperm type of dry ground corn affects ruminal and total tract digestion of starch in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91 (E-Suppl. 1): 529. (Abstract)
- 3- AOAC, 2012. Official Methods of Analysis, 19th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 121-130.
- 4- Bechtel, D. B., I. Zeyas., L. Kaleikau., and Y. Pomeranz. 1990. Size-distribution of wheat starch granules during endosperm development. *Cereal Chemistry*, 67: 59-63.
- 5- Bechtel, D. B., I. Zeyas., R. Dempster., and J. D. Wilson. 1993. Size-distribution of starch granules isolated from hard red winter and soft winter wheat. *Cereal Chemistry*, 70: 238-240.
- 6- Chai, W. Z., A. H. van Gelder., and J. W. Cone. 2004. Relationship between gas production and starch degradation in feed samples. *Animal Feed Science and Technology*, 114: 195-204.
- 7- Chen, K. H., J. T. Huber., J. Simas., C. B. Theurer., P. Yu., S. C. Chan., F. Santos., Z. Wu., and R. S. Swingle. 1994. Effect of enzyme treatment or steam flaking of sorghum grain on lactation and digestion in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 78: 1721-1727.
- 8- Cone, J. W. 1998a. The development, use and application of the gas production technique at the DLO Institute for Animal Science and Health (AD-DLO), Lelystad, The Netherlands. In: Deaville, E. R., Owen, E., Adesogan, A. T., Rymer, C., Huntington, J. A., Lawrence, T. L. J. (Eds.), *In vitro Techniques for Measuring Nutrient Supply to Ruminants*. Occasional publication No. 22 British Society of Animal Science, pp. 65-78.
- 9- Correa, C. E. S., R. D. Shaver., M. N. Pereira., J. G. Lauer., and K. Kohn. 2002. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *Journal of Dairy Science*, 85: 3008-3012.
- 10- Cromwell, G. L., M. J. Bitzer., T. S. Stahly., and T. H. Johnson. 1983. Effects of soil nitrogen fertility on the protein and lysine content and nutritional value of normal and opaque-2 corn. *Journal of Animal Science*, 57:1345-1351.
- 11- Cui, L., S. Dong., J. Zhang., and P. Liu. 2014. Starch granule size distribution and morphogenesis in maize (*Zea mays* L.) grains with different endosperm types. *Australian journal of crop science*, 8 (11): 1560-1565.
- 12- D'Alfonso, T. H. 2005. Sources of variance of energy digestibility in corn-soy poultry diets and the effect on performance: Starch, protein, oil and fiber. *Agris Science*, 47:83-86.
- 13- D'Alfonso, T. H., and K. McCracken. 2002. Global corn quality variability. *Proceedings of the Multistate Poultry Meeting*, Indianapolis, Indiana, May 14-16.
- 14- Dunshea, F. R., S. A. Pate., V. M. Russo., and B. J. Leary. 2012b. A starch binding agent decreases the rate of fermentation of wheat in a dose-dependent manner. Accessed March 21. The university of Melbourne.
- 15- Dunshea, F. R., V. M. Russo., I. Sawyer., and B. J. Leary. 2012a. A starch-binding agent decreases the in vitro rate of fermentation of wheat. *Journal of Dairy Science*, 95 (Suppl 2): 199. (Abstract).
- 16- Fanning, K. C., R. A. Longuski., R. J. Grant., M. S. Allen., and J. F. Beck. 2002. Endosperm type and kernel processing of corn silage: Effect on starch and fiber digestion and ruminal turnover in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 85 (Suppl. 1): 204. (Abstract).
- 17- Firkins, J. L., M. L. Eastridge., N. R. St-Pierre., and S. M. Noffsger. 2001. Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 79 (E Suppl.): E218-E238.
- 18- France, J., J. Dijkstra., M. S. Dhanoa., S. Lopez., and A. Bannink. 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed in vitro: derivation of models and other mathematical considerations. *British Journal of Nutrition*, 83: 143-150.
- 19- Genter, C. F., J. F. Eheart., and W. N. Linkous. 1956. Effects of location, hybrid, fertilizer, and rate of planting on the oil and protein contents of corn grain. *Agronomy Journal*, 48: 63-67.
- 20- Giuberti, G., A. Gallo., F. Masoero., L. F. Ferraretto., P. C. Hoffman., and R. D. Shaver. 2014. Factors affecting starch utilization in large animal food production system: A review. *Starch*, 66: 72-90.
- 21- Gozho, G. N., and T. Mutsvangwa. 2008. Influence of carbohydrate source on ruminal fermentation characteristics, performance, and microbial protein synthesis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91: 2726-2735.
- 22- Groot, J. C. J., J. W. Cone., B. A. Williams., F. M. Debersaques., and E. A. Lantinga. 1996. Multiphasic analysis of gas production kinetics for in vitro fermentation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 64: 77-89.
- 23- Hoffman, P. C., and R. D. Shaver. 2009. *Corn Biochemistry: Factors relating to starch digestibility in lactating cows*. Dairy Health and Nutrition Conference. New York, USA.
- 24- Hoffman, P. C., D. Ngonyamo-Majee., and R. D. Shaver. 2010. Technical note: Determination of corn hardness in

- diverse corn germplasm using near-infrared reflectance baseline shift as a measure of grinding resistance. *Journal of Dairy Science*, 93: 1685-1689.
- 25- Hurkman, W. J., K. F. McCue., S. B. Altenbach., A. Korn., C. K. Tanaka., K. M. Kothari., E. L. Johnson., D. B. Bechtel., J. D. Wilson., O. D. Anderson., and F. M. Dupont. 2003. Effect of temperature on expression of genes encoding enzymes for starch biosynthesis in developing wheat endosperm. *Plant Science*, 164: 873-881
- 26- Hutjens, M., and H. Dann. 2000. Grain processing: is too coarse or too fine? Department of Animal Sciences, University of Illinois.
- 27- Iji, P. A., K. Khumalo., S. Slippers., and R. M. Gous. 2003. Intestinal function and body growth of broiler chickens on diets based on maize dried at different temperatures and supplemented with a microbial enzyme. *Reproduction Nutrition Development*, 43:77-90.
- 28- Jaeger, S. L., C. N. Macken., G. E. Erickson., T. J. Klopfenstein., W. A. Fithian., and D. S. Jackson. 2004. The influence of corn kernel traits on feedlot cattle performance. *Nebraska Beef Report*, 54-57.
- 29- Ji, Y., K. Seetharaman., K. Wong., J. Hasjim., L. M. Pollak., S. Duvick., J. Jane., and P. J. White. 2003a. Thermal and structure properties of unusual starches from developmental corn lines. *Carbohydrate Polymer*, 51: 439-450.
- 30- Ji, Y., K. Wong., J. Hasjim., L. M. Pollak., S. Duvick., J. Jane., and P. J. White. 2003b. Structure and function of starch from advanced generation of new corn lines. *Carbohydrate Polymer*, 54: 305-319.
- 31- Kaczmarek, S., A. Cowieson., D. Jozefiak., and M. Bochenek. 2007. The effect of drying temperature and exogenous enzymes supplementation on the nutritional value of maize for broiler chickens. In: *Proceedings of the 16th European Symposium on poultry nutrition*, August 26-30, 2007, Strasbourg, France, 555-558.
- 32- Kaur, A., N. Singh., R. Ezekiel., and H. S. Guraya. 2007. Physicochemical, thermal and pasting properties of starches separated from different potato cultivars grown at different locations. *Food Chemistry*, 101: 643-651.
- 33- Kniep, K. R., and S. C. Mason. 1991. Lysine and protein content of normal and opaque-2 maize grain as influenced by irrigation and nitrogen. *Crop Science*, 31: 177-181.
- 34- Knutson, C. A. 1990. Annealing of maize starches at elevated temperatures. *Cereal Chemistry*, 67: 376-384.
- 35- Kotara, D., and B. Fuchs. 2001. The effect of gelatinization degree and source of starch on the ileal and faecal digestibility of nutrients and growth performance of early-weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology*, 10:163-70.
- 36- Leeson, S., A. Yersin., and L. Volker. 1993. Nutritive value of the 1992 corn crop. *Journal of Applied Poultry Research*, 2: 208-213.
- 37- Leeson, S., and J. D. Summers. 1976. Effect of adverse growing conditions on corn maturity and feeding value for poultry. *Poultry Science*, 55: 588-593.
- 38- Leeson, S., J. D. Summers, and T. B. Daynard. 1977. The effect of kernel maturity at harvest as measured by moisture content, on the metabolizable energy value of corn. *Poult. Sci.* 56:154-156.
- 39- Leeson, S., J. D. Summers., and T. R. Daynard. 2003. The effect of kernel maturity at harvest as measured by moisture content, on the metabolizable energy value of corn. *Poultry Science*, 56: 154-156.
- 40- Li, Q. F., M. Shi., and C. X. Shi. 2014. Effect of variety and drying method on the nutritive value of corn for growing pigs. *Journal of Animal Science Biotechnology*, 5:18-28.
- 41- Li, Y. L. 1999. Effect of normal corn pollen burst of maize grain and burst characteristics. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 15 (6): 24-26.
- 42- Liu, P., C. H. Hu., S. T. Dong., K. J. Wang., J. W. Zhang., and B. R. Zhang. 2005. Comparison of enzymes activity associated with sucrose metabolism in the developing grains between sweet corn and normal corns. *Scientia Agricola*, 38 (1): 52-58.
- 43- Longuski, R. A., K. C. Fanning., M. S. Allen., R. J. Grant., M. S. Allen., and J. F. Beck. 2002. Endosperm type and kernel processing of corn silage: Effect on short-term lactational performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85 (Suppl. 1): 204.
- 44- Lopes, J. C., R. D. Shaver, P. C. Hoffman, M. S. Akins, S. J. Bertics, H. Gencoglu, and J. G. Coors. 2009. Type of corn endosperm influences nutrient digestibility in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92: 4541-4548.
- 45- Lopes, J. C., R. D. Shaver., P. C. Hoffman., M. S. Akins., S. J. Bertics., H. Gencoglu., and J. G. Coors. 2009. Type of corn endosperm influences nutrient digestibility in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92: 4541-4548.
- 46- Lu, D. L., H. F. Guo., and W. P. Lu. 2011. Effects of sowing date, variety and nitrogen top-dressing at jointing stage on starch granule size distribution of waxy maize. *Scientia Agricola*, 44 (2): 263-270.
- 47- Ma, D., J. Li., C. Huang., F. Yang., Y. Wu., L. Liu., W. Jiang., Z. Jia., P. Zhang., X. Liu., and S. Zhang. 2019. Determination of the energy contents and nutrient digestibility of corn, waxy corn and steam-flaked corn fed to growing pigs. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 32 (10): 1573-1579.
- 48- McAllister, T. A., L. M. Rode., K. J. Cheng., and C. W. Forsberg. 1991. Selection of a sterilization method for the study of cereal grain digestion. *Journal of Animal Science*, 69: 3039-3043.
- 49- McAllister, T. A., R. Phillippe., L. M. Rode., and K. J. Cheng. 1993. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. *Journal of Animal Science*, 71: 205-212.

- 50- McDonough, C. M., B. J. Anderson., and L. W. Rooney. 1997. Structural Characteristics of Steam-Flaked Sorghum. *Cereal Chemistry*, 74: 542-547.
- 51- Medcalf, D., and K. Gilles. 1965. Effect of a Lyotropic Ion Series on the Pasting Characteristics of Wheat and Corn Starches. *Starch*, 18, 101-105.
- 52- Menke, H. H., and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*, 28: 7-55.
- 53- Mohd, B. M. N., and M. Wootton. 1984. In vitro digestibility of hydroxypropyl maize, waxy maize and high amylose maize starches. *Starch*, 36: 273-275.
- 54- National Research Council (NRC) (2001). Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Edn., Washington, D.C., National Academy Press. P: 450.
- 55- Ngonyamo-Majee, D., R. D. Shaver., J. G. Coors., D. Sapienza., and J. G. Lauer. 2008b. Relationships between kernel vitreousness and dry matter degradability for diverse corn germ plasm. II. Ruminant and post-ruminal degradabilities. *Animal Feed Science and Technology*, 142: 259-274.
- 56- Ngonyamo-Majee, D., R. D. Shaver., J. G. Coors., D. Sapienza., D. E. S. Correa., J. G. Lauer., and P. Berzaghi. 2008a. Relationships between kernel vitreousness and dry matter degradability for diverse corn germplasm. I. Development of near-infrared reflectance spectroscopy calibrations. *Animal Feed Science and Technology*, 142: 247-258.
- 57- Ngonyamo-Majee, D., R. D. Shaver., J. G. Coors., D. Sapienza., J. G. Lauer. 2009. Influence of single-gene mutations, harvest maturity and sample processing on ruminal in situ and post-ruminal in vitro dry matter and starch degradability of corn grain by ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 151, 240-250.
- 58- Office of Business Planning, Statistics and Research (OBPSR). 2016. Iran Foreign Trade Performance Report. [www. Tpo.ir](http://www.tpo.ir). Page 11. (In Persian)
- 59- Owens, F. 2007. Corn genetics and animal feeding value. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Johnston, I A.
- 60- Owens, F. N., D. S. Secrist., W. J. Hill., D. R. Gill. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 75: 868-79.
- 61- Panozzo, J. F., and H. A. Eagles. 1998. Cultivar and environmental effects on quality characters in wheat: I. *Starch*. *Australian Journal of Agriculture Research*, 49: 757-766
- 62- Pashaei, S., V. Razmazar., and R. Mirshekar. 2010. Gas production: A proposed in vitro method to estimate the extent of digestion of a feedstuff in the rumen. *Journal of Biology Science*, 10: 573-580.
- 63- Paterson. J. L., A. Hardacre., P. Li., and M. A. Rao. 2001. Rheology and granule size distribution of corn starch dispersions from two genotypes and grown in four regions. *Food Hydrocolloids*, 15: 453-459.
- 64- Peron, A., and C. E. Gilbert. 2011. Differences between corn: a study of origin and harvests. Asian feed technical. Poultry feed quality conference. Kuala Lumpur.
- 65- Philippeau, C., and B. Michalet-Doreeau. 1997. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. *Animal Feed Science and Technology*, 68: 25-35.
- 66- Philippeau, C., C. Martin., and B. Michalet-Doreeau. 1999b. Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site, and extent of digestion in beef steers. *Journal of Animal Science*, 77: 1587-1596.
- 67- Philippeau, C., F. Le Deschault de Monredon., and B. Michalet-Doreeau. 1999a. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. *Journal of Animal Science*, 77: 238-243.
- 68- Ramos, B. M. O., M. Championb., C. Poncet., I. Y. Mizubuti., and P. Nozi'ere. 2009. Effects of vitreousness and particle size of maize grain on ruminal and intestinal in sacco degradation of dry matter, starch and nitrogen. *Animal Feed Science and Technology*, 148: 253-266.
- 69- Rehman, Z. U., F. Habib., and S. I. Zafar. 2002. Nutritional changes in maize (*Zea mays*) during storage at three temperatures. *Food Chemistry*, 77: 197-201.
- 70- Rooney, L. W., and R. I. Pflugfelder. 1986. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *Journal of Animal Science*, 63: 1607-1623.
- 71- Sangeeta, G., and R. B. Grewal. 2018. Physical and chemical properties of corn varieties (HQPM-1 and HQPM-7). *International Journal of Chemical Studies*, 6 (3): 3380-3382.
- 72- SAS Institute. 2009. SAS/STAT Users Guide. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- 73- Shiri. M. R., F. Azizi., M. Abaspour., H. Fakhimi., A. Badali., M. Jalil., and A. Kasraei. 2016. Comparison of the performance of the new Single Cross 704 hybrid with the Single Cross 702. *Agricultural Research, Education and Promotion Organization*, R 43978: 6-7. (In Persian)
- 74- Simmonds, D. H., K. K. Barlow., and C. W. Wrigley. 1973. The biochemical basis of grain hardness in wheat. *Cereal Chemistry*, 50: 553-562.
- 75- Song, G. L., D. F. Li., X. S. Piao., F. Chi., and W. J. Yang. 2003. Apparent ileal digestibility of amino acids and the digestible and metabolizable energy content of high-oil corn varieties and its effects on growth performance of pigs. *Archive of Animal Nutrition*, 57: 297-306.
- 76- Soulski, F. W., and A. M. Cadden. 1982. Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber. *Journal of Food Science*, 47: 1472-1477.

- 77- Subuh, A. M. H., T. G. Rowan., T. L. J. Lawrence. 1996. Effect of heat or formaldehyde treatment on the rumen degradability and intestinal tract apparent digestibility of protein in soya-bean meal and in rapeseed meals of different glucosinolate content. *Animal Feed Science and Technology*, 57: 139-152.
- 78- Taylor, C. C., and M. S. Allen. 2005. Corn grain endosperm type and brown midrib 3 corn silage: Feeding behavior and milk yield of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 88: 1425-1433.
- 79- Theodorou, M. K., B. A. Williams., M. S. Dhanoa., A. B. McAllan., and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 48: 185-197.
- 80- Theurer, C. B. 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *Journal of Animal Science*, 63: 1649-1662.
- 81- Thompson, D. L., M. D. Jellum., and C. T. Young. 1973. Effect of controlled temperature environments on oil content and on fatty acid composition of corn oil. *Journal of American Oil Chemists Society*, 50: 540-542.
- 82- Van zyl, J. H. C. 2017. The effect of maize vitreousness and a starch binder on in vitro fermentation parameters and starch digestibility in dairy cows. PhD thesis. Stellenbosch University. Department of Animal Sciences. Faculty of AgriScience.
- 83- Weatherburn, W. M. 1967. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Annual Chemistry*, 39: 971-975.
- 84- Wilson, J. D., D. B. Bechtel., T. C. Todd., and P. A. Seib. 2006. Measurement of wheat starch granule size distribution using image analysis and laser diffraction technology. *Cereal Chemistry*, 83: 259-268.
- 85- Zhang, H. Y., R. Q. Gao., and S. T. Dong. 2011. Anatomical and physiological characteristics associated with corn endosperm texture. *Agronomy Journal*, 103: 1-7.
- 86- Zhang, L., J. W. Zhang., P. Liu., and S. T. Dong. 2011. Starch granule size distribution in grains of maize with different starch contents. *Scientia Agricola*, 44 (8): 1596-1602.
- 87- Zhang, L., Y. K. Li., Z. C. Li., Q. F. Li., M. B. Lyu., D. F. Li., and C. H. Lai. 2016. The Nutritive Values in Different Varieties of Corn Planted in One Location Fed to Growing Pigs over Three Consecutive Years. *Asian Australas. Journal of Animal Science*, 29 (12): 1768-1773.
- 88- Zhirkovaa, E. V., M. V. Skorokhodovaa., V. V. Martirosyanb., E. F. Sotchenkob., V. D. Malkinac., and T. A. Shatalovad. 2016. Chemical composition and antioxidant activity of corn hybrids grain of different pigmentation. *Foods and Raw Materials*, 4 (2): 85-91.
- 89- Zilic, S., M. Milasinovic., D. Terzic., M. Barac., and D. Ignjatovic-Micic. 2011. Grain characteristics and composition of maize specialty hybrids. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(1): 230-241.
- 90- Zinn, R., F. Owens., and R. Ware. 2002. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 80: 1145-56.



Physical and chemical properties, gas fermentation parameters, starch digestibility and starch granules structure in Iranian corn grain Single cross 702 in comparison with different kind of imported corn grain

Atieh Rahimi¹, Abbas Ali Naserian^{2*}, Reza Valizadeh², Abdolmansour Tahmasebi² and Hesam Dehghani³

Submitted: 10-01-2020

Accepted: 11-04-2020

Introduction Corn grain represents the most important energy source in ruminant diets. In high-producing dairy cows, the diets contain high levels of corn in order to meet their energy requirements. Corn has a complex structure where a range of nutrients interact with each other or physically associations. Ultimately, the quantity and availability of these nutrients determines the nutritional value of this grain. In corn nutrients and energy utilization is influenced by both intrinsic (e.g. starch granules and protein matrix structure) and extrinsic (e.g. growing and storage conditions, climate and agronomy conditions and grain drying process) factors. Corn endosperm represents more than 80% of total grain and is composed of starch granules that are imbedded in a protein matrix and surrounded by plant cell walls. Starch granules size, starch composition (amylose/amylopectin ratio), starch encapsulation (by endosperm cell walls and protein bodies) are among the factors with the most influence on digestion of starch. The structure and distribution of starch and protein matrix network of grains vary in different corn varieties. The Objectives of this study were to evaluate physical and chemical properties, gas fermentation parameters, starch digestibility and starch granules structure in Iranian corn grain Single cross 702 in comparison with different kind of imported corn grains (Russia, Ukraine and Brazil).

Materials and methods Corn grain samples (Single cross 702, Russia, Ukraine and Brazil) were obtained from Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, Mashhad, Iran. The apparent density was measured and the samples were analyzed for DM, OM, CP, EE, NDF, ADF, starch. Gas production was conducted in a 125 ml amber flask with three series of incubation. Gas production parameters were calculated. Also, rumen, intestine and total tract digestibility of DM, starch and CP were determined by using the *in situ* mobile bag procedure. Different parameters of damaged starch (the absorption of iodine, Ai%; damaged starch content in UCD, Chopin units; UCDc, Chopin units on protein basis matter) were determined using the amperometry method (Chopin, ZI Val de Sein, 92390 VLG, France). Starch gelatinization was determined according to the enzymatic procedure (AACC Method 76-31.01; K-SDAM, 09/2018). Scanning electron microscope (LEO 1450 VP, USA), at an accelerating voltage of 25 kV, and under 2500x magnification to study the grain structure was done. Data were analyzed by GLM procedure of SAS with a completely randomized design.

Results and discussion Apparent shape of Single cross 702 was smaller than other corn varieties. Apparent density was higher in Brazil corn than other corn varieties. DM, OM and EE were not shown significantly difference between corn varieties; however, CP, ADF, NDF, starch, NFC, TDN, NE_g and NE_i were significantly affected by different corn varieties. Starch in Single cross 702 corn (69.03%) was significantly lower than Russia (71.04%), Ukraine (70.36%) and Brazil (71.49%) corns. Asymptote gas production (A) was not influenced by different corn varieties; however, the real gas production in time 24 and 48 h incubation in Brazil, Russia and Single cross 702 corns was greater than Ukraine corn. The instant rate of gas production until 8 h incubation in Single cross 702 and Russia corns was greater than Ukraine and Brazil corns. The time for fermentation of 25 and 75% of substrate in

1- PhD student of animal nutrition, Faculty of Agriculture, Animal Science Department, Ruminant Nutrition Center, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

2- Professor of animal nutrition, Faculty of Agriculture, Animal Science Department, Ruminant Nutrition Center, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

3- Professor of animal biotechnology, Research Institute of Biotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

(*-Corresponding Author Email: naserian@um.ac.ir)

Doi: 10.22067/ijasr.v13i1.85030

Single cross 702 and Russia corns were significantly reduced than other corn varieties. The PH, NH₃-N and total VFA of bath culture in 24 h didn't influence by corn varieties, however acetate to propionate ratio in Brazil corn was greater than other corns. In spite of that the rumen starch digestibility of Single cross 702 (61.59%) and Russia (59.51%) was increased than Ukraine (45.31%) and Brazil (40.51%) corns; however, Ukraine (97.06%) and Brazil (98.39%) corns showed the intestine starch digestibility greater than Single cross 702 (93.79%) and Russia (93.87%) corns. The starch gelatinization in both of Single cross 702 (4.24%) and Russia (4.17%) was greater than Ukraine (3.78%) and Brazil (3.32%) corns. The scanning electron microscopy showed that the starch granules size was not uniform in the Single cross 702 corn and the number of small starch granules was greater than other corn varieties. Also, the thin protein matrix was observed in the Single cross 702 corn. In contrast, the starch granules size in the Russia and Ukraine corns were larger and uniform. In Brazil corn, the starch granules were arranged with greater density and a non-smooth surface was observed on the granules. Many studies were done on nutrient value of different corn varieties. Numerous factors can affect the grain chemical composition, physical properties and starch availability on corn grain that include cell wall structure, type of endosperm (floury or vitreous), starch granules and protein matrix, genetic and environment. Corns contain higher floury to horny starch ratio showed greater starch gelatinization and greater starch digestibility in the rumen and total tract. Findings of this study represent the Single cross 702 and Russia corns showed higher gas production, rate of gas production, starch gelatinization and rumen digestibility of starch than Brazil corn.

Conclusion It is concluded that the Single cross 702 corn in terms of floury endosperm, gas production, gas production rate, starch gelatinization and rumen digestibility of starch was similar to Russia corn, although the structure of starch granules was different. Brazil corn had a horny endosperm and showed lower rate of gas production in initial hours of incubation, lower starch gelatinization and higher intestine digestibility of starch than other corns. It generally seems that the result of this study and similar studies can offer useful information about corn grain for farmers and the animal feed manufactures for processing of corn.

Key words: Imported corn grain, Gas production, Single Cross 702, Starch digestibility, Starch gelatinization, Starch granules structure.



مقاله علمی - پژوهشی

تأثیر مکمل - ویتامین ث بر عملکرد رشد و فعالیت آنتی اکسیدانی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

صیاد سیف زاده^۱، جمال سیف دواتی^{۲*}، حسین عبدی بنمار^۲، عبدالفتاح زیدان محمد سالم^۳، رضا سیدشریفی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۴

چکیده

ویتامین ث یک ویتامین محلول در آب است که خاصیت آنتی اکسیدانی داشته و می‌تواند رادیکال‌های آزاد تولید شده در سلول‌ها را از بین ببرد. با توجه به اینکه گوساله‌ها تا سن ۴ هفتگی نمی‌توانند ویتامین ث را تولید کنند و به غلظت کم ویتامین در شیر وابسته هستند، بنابراین آزمایشی با هدف بررسی اثرات مکمل - ویتامین ث بر عملکرد رشد و فعالیت آنتی اکسیدانی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین طراحی و انجام شد. به این منظور تعداد ۴۰ رأس گوساله با میانگین سن ۱ الی ۱۰ روز و وزن 36 ± 1 کیلو گرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲ تیمار و ۲۰ تکرار انتخاب شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) جیره پایه بدون افزودنی، (۲) جیره پایه به همراه ۶۰۰ میلی گرم ویتامین ث در روز بودند. نتایج نشان داد که استفاده از ۶۰۰ میلی گرم ویتامین ث در جیره گوساله‌های شیرخوار تأثیر معنی‌داری بر مصرف ماده خشک در ماه دوم و کل دوره پرورشی داشت اما در ماه اول این اثر معنی‌دار مشاهده نشد. نتایج نشان داد مکمل کردن جیره با ویتامین ث سبب بهبود افزایش وزن روزانه در کل دوره پرورش شد. استفاده از ویتامین ث در جیره گوساله‌های شیرخوار تأثیری بر غلظت گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، آلبومین و پروتئین کل سرم خون در زمان‌های ۲، ۷، ۲۱ و ۴۵ روز بعد از تولد نداشت. نتایج نشان داد که افزودن ویتامین ث تأثیر معنی‌داری بر غلظت سوپراکسید دسموتاز سرم خون به جز ۲۱ روز بعد از تولد و غلظت گلوکاتیون پراکسیداز سرم خون به غیر از ۴۵ روز بعد از تولد نسبت به گروه شاهد نداشت. همچنین غلظت ویتامین ث سرم با استفاده از ۶۰۰ میلی گرم ویتامین ث در جیره گوساله‌های شیرخوار در زمان ۴۵ روز بعد از تولد افزایش معنی‌داری نسبت به گروه شاهد داشت. در مجموع استفاده از ویتامین ث سبب بهبود افزایش وزن روزانه، ماده خشک مصرفی، غلظت ویتامین ث سرم خون و غلظت گلوکاتیون پراکسیداز سرم خون گوساله‌های شیرخوار گردید.

واژه‌های کلیدی: فعالیت آنتی اکسیدانی، فراسنجه خونی، گوساله شیرخوار، ویتامین ث.

مقدمه

گوساله‌ها حساسیت بیشتری به عفونت‌های روده‌ای و تنفسی پیدا می‌کنند در نتیجه سبب تلفات بالایی در این دوره می‌شوند (۷). بنابراین استفاده از مکمل‌های غذایی و ویتامینی می‌تواند سبب بهبود سیستم ایمنی و عملکرد رشد شود. ویتامین ث یک ویتامین محلول در آب است که دارای خاصیت آنتی اکسیدانی بوده و می‌تواند رادیکال‌های آزاد تولید شده در سلول‌ها را از بین ببرد (۳۳). در هنگام تنش و مواجه شدن با بیماری میزان ویتامین ث در حیوان کاهش می‌یابد (۱). با بروز بیماری یا تنش، ویتامین ث ساخت هورمون‌های کورتیکو استروئیدی را کاهش داده که جزو هورمون‌های سرکوب کننده ایمنی شناخته می‌شوند. از طرفی ویتامین ث به دلیل خاصیت آنتی اکسیدانی از بافت‌های لنفوئیدی حفاظت کرده و کارایی آن را افزایش می‌دهد. ویتامین ث یک احیا کننده قوی محسوب شده و با دارا بودن گروه‌های دی انول یکی از عوامل مهم اکسیداسیون و احیای سلولی می‌باشد (۳۵). سون و همکاران (۳۰) گزارش کردند که

گوساله‌های شیرخوار پس از تولد با عوامل بیماری‌زای گوناگونی مواجه می‌شوند که موجب بروز بیماری‌های مختلف و به دنبال آن ضرر اقتصادی می‌شود. از مهم‌ترین دلایل مرگ و میر در گوساله‌های شیرخوار، حساسیت آن‌ها به عفونت‌ها می‌باشد. از آنجایی که

۱- دانشجوی دکتری تغذیه دام، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲- دانشیاران گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳- استاد پژوهشگر گروه تغذیه دام، دانشکده دامپزشکی دانشگاه مستقل ایالت مکزیکو تولوکا، اودو دو مکزیکو، مکزیک.

(*) - نویسنده مسئول: Email: jseifdavati@uma.ac.ir

Doi: 10.22067/ijasr.v13i1.84967

ادامه یافت. شیردهی گوساله‌ها روزانه در دو نوبت (ساعت ۸/۳۰ صبح و ساعت ۱۸/۳۰ عصر) انجام شد. تغذیه گوساله‌ها از شیر در طی ۱۴ روز اول به مقدار ۴ لیتر، از ۱۵ الی ۶۰ روزگی به مقدار ۶ لیتر و از ۶۰ الی ۶۵ روزگی به مقدار ۳ لیتر بود و در روز ۶۵ قطع شیر گردیدند. در روز ۴ تولد، گوساله‌ها به محل باکس‌های انفرادی بتونی در محل گوساله‌دانی منتقل شدند. جیره شروع کننده از روز ۵ پس از تولد به صورت آزاد در اختیار گوساله قرار گرفت تا بر اساس اشتها مصرف نمایند. آب آشامیدنی نیز همراه با جیره شروع کننده از روز ۵ تولد به صورت مصرف آزاد در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت و تنها از یک ساعت قبل تا یک ساعت پس از شیردهی از دسترسی گوساله‌ها به آب جلوگیری شد. مقدار ۱۰ درصد یونجه خشک از روز ۲۰ پس از تولد به صورت خرد شده در اندازه‌ی قطعات ۱-۲ سانتی‌متر به جیره‌ی جیره شروع کننده گوساله‌ها اضافه شد. ترکیب جیره‌های شروع کننده گوساله‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. در این جیره ترکیب جوش شیرین طبق تصمیم داخلی مدیریت تغذیه ایستگاه پرورش گوساله به جای پودر الکترولیت در پیشگیری اسهال در جیره گنجانده شد (۳۱).

در طول دوره آزمایشی، جیره‌های غذایی پس از توزین روزانه در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت. برای تعیین میزان مصرف خوراک، قبل از ریختن خوراک وعده صبح، باقیمانده خوراک روز قبل جمع آوری و آن ثبت شد. گوساله‌ها هر ماه یک‌بار و آخر دوره پرورشی با اعمال محرومیت قبلی ۱۴-۱۲ ساعت از آب و خوراک جهت جلوگیری تغییرات وزن، وزن‌کشی شدند (۲۵). همچنین بازده خوراک (ماده خشک شیر و جیره آغازین) برای هر گروه محاسبه گردید.

نمونه‌گیری خون از هر گوساله در ۴ نوبت انجام گرفت، که شامل بلافاصله ۴۸ ساعت بعد از تولد، ۷، ۲۱ و ۴۵ روز بعد از تولد بود (۲۸). مقادیر پروتئین کل، آلبومین، تری‌گلیسرید، کلسترول توسط کیت‌های تجاری (ساخت شرکت پارس آزمون) در سرم خون اندازه‌گیری شد. همچنین فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز و سوپراکسید دسموتاز سرم خون با استفاده از کیت RANSEL (شرکت RANDOX، کشور انگلیس) و با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری گردید. پژوهش حاضر به صورت کاملاً تصادفی با ۲ تیمار و ۲۰ تکرار انجام گرفت. داده‌ها به دلیل تکرار در زمان با استفاده از رویه Mixed و نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند. معادله مورد استفاده در پژوهش حاضر به صورت زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + b(x_{ij} - \bar{x}) + e_{ij}$$
 که در آن Y_{ij} مقادیر مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام، μ میانگین هر مشاهده، T_i اثر تیمار i ام، b ضریب تابعیت از وزن اولیه و e_{ij} اثر خطای آزمایش مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام است (۲۷). سطح احتمال و اطمینان ۹۵ درصد و خطای ۵ درصد به عنوان سطح معنی‌داری منظور گردید.

ویتامین‌ها به دلیل دارا بودن خاصیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش استرس اکسیداتیو در رابطه با بهبود عملکرد رشد، نقش مهمی دارد. از طرفی دیگر کامب (۴) بیان نمود که اثرات مثبت ویتامین‌ها در عملکرد رشدی می‌تواند به دلیل تأثیر این ویتامین بر ساخت کلاژن، اثر بر متابولیسم ویتامین D₃، ساخت کارنیتین برای اکسیداسیون اسیدهای چرب، تأثیر بر اکسیداسیون اسیدهای آمینه، بهبود انتقال الکترون در سلول‌ها و از بین بردن رادیکال‌های آزاد باشد. سیفتسی و همکاران (۳) گزارش کردند که ویتامین‌ها می‌تواند با احیاء آهن سه ظرفیتی به دو ظرفیتی باعث افزایش جذب آن از روده و در نتیجه بهبود عملکرد شود. نتایج متناقضی در رابطه با اثرات مکمل کردن ویتامین‌ها در جیره و افزایش غلظت این ویتامین در خون گزارش شده‌است. در همین راستا نایت و همکاران (۱۵) بیان کردند که در نشخوارکنندگان مکمل ویتامین‌ها غلظت آن را در سرم افزایش نمی‌دهد. زیرا ویتامین‌ها در شکمبه تجزیه می‌شود. درحالی‌که افزایش غلظت ویتامین‌ها در سرم با افزودن این ویتامین به جیره گوسفندان (۱۲) و گاو (۱۰) گزارش شده‌است. با توجه به این‌که گوساله‌ها تا سن ۴ هفته‌گی نمی‌توانند ویتامین‌ها را تولید کنند و به غلظت کم ویتامین در شیر وابسته هستند و همچنین کلیه‌ها به عنوان مهم‌ترین عضو سازنده ویتامین‌ها در سنین اولیه زندگی حیوان، فعالیت زیادی در خصوص تولید ویتامین‌ها نداشته است. بنابراین تأمین آن از طریق در مراحل اولیه زندگی می‌تواند سبب بهبود عملکرد حیوان گردد (۲۶ و ۳۰). با توجه به مطالعات کم در رابطه با اثرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی ویتامین‌ها و اثرات مفید این ویتامین، هدف از این پژوهش بررسی مکمل کردن ویتامین‌ها بر عملکرد رشد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مجتمع دامپروری شرکت کشت و صنعت مغان واقع در استان اردبیل، شهرستان پارس آباد در ایستگاه پرورش گوساله‌های شیری مجتمع، از اوایل بهمن ماه لغایت اواسط فروردین ماه سال ۱۳۹۷ انجام گرفت. به این منظور از ۴۰ رأس گوساله ماده هلشتاین تازه متولد شده با میانگین سن ۱ الی ۱۰ روز و میانگین وزن 36 ± 1 کیلوگرم با ۲ تیمار و ۲۰ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی به مدت ۶۵ روز استفاده گردید. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) جیره پایه بدون افزودنی و (۲) جیره پایه به همراه ۶۰۰ میلی‌گرم ویتامین‌ها (روویمیکس سی، ساخت شرکت Roche-آلمان) در روز بودند. گوساله‌ها در ۲۴ ساعت اولیه پس از تولد، از مادران خود جدا شده و پس از ضدعفونی کردن ناف و وزن‌کشی به باکس‌های انفرادی منتقل شدند. سپس در ۸ ساعت اولیه تولد با ۴ لیتر آغوز در دو نوبت تغذیه شدند و دادن آغوز برای ۲ روز دیگر بر مبنای ۱۰ درصد وزن بدن

جدول ۱ - ترکیب شیمیایی خوراک شروع کننده و درصد اجزای تشکیل دهنده

Table 1-The chemical composition and components of the starter (%)

اقلام خوراکی Feed ingredients	درصد %
دانه ذرت Corn, grain	42.5
دانه جو Barley, grain	12.0
سیوس گندم Wheat bran	5.0
کنجاله سویا Soybean meal	37.6
نمک Salt	0.4
پودر صدف Oyster shell	1.1
مکمل مواد معدنی ^۱ Mineral supplement ¹	0.5
مکمل ویتامین ^۲ Vitamin supplement ²	0.4
جوش شیرین Bicarbonate sodium	0.5
ترکیب شیمیایی (%) Chemical composition (%)	درصد %
ماده خشک Dry matter	89.7
پروتئین خام Crude Protein	18.7
عصاره اتری (چربی خام) Ether extract (Crude fat)	2.3
الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	16.3
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber	7.3
خاکستر Ash	6.3
کلسیم Calcium	0.54
فسفر Phosphorus	0.22

^۱ ترکیب مکمل معدنی: کلسیم ۱۹۵ گرم؛ فسفر ۹۰ گرم؛ منیزیم ۹۰ گرم؛ سدیم ۵۵ گرم؛ روی ۳ گرم؛ آهن ۰/۳ گرم؛ منگنز ۲ گرم؛ مس ۰/۲۸ گرم؛ کبالت ۰/۱ گرم؛ سلنیوم ۱ میلی گرم؛ آنٹی اکسیدانت ۰/۴ گرم.

^۲ ترکیب مکمل ویتامین: ویتامین آ، ۵۰۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم؛ ویتامین ای، ۰/۱ گرم در کیلوگرم؛ ویتامین د۳، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم.

¹ Mineral supplement composition: 195 g calcium, phosphorus 90g; magnesium 90 g; sodium 55g, zinc 3g; 0.3g iron, manganese 2 g copper 0.28g, cobalt 0.1g, selenium 1 mg; 0.4 g of antioxidants.

² Vitamins supplement composition: Vitamin A, 500000 IU per kg, vitamin E, 0.1 g per kg, vitamin D3 100000 IU per kg.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به اثر استفاده از ویتامین ث در جیره گوساله‌های

شیرخوار بر عملکرد رشد در جدول ۲ نشان داده شده است. استفاده از ۶۰۰ میلی گرم ویتامین ث در جیره گوساله‌های شیرخوار سبب افزایش معنی‌دار وزن نهایی گوساله‌های شیرخوار شد. نتایج نشان داد که استفاده از ۶۰۰ میلی گرم ویتامین ث در جیره گوساله‌های شیرخوار

اسید اسکوربیک کاهش یافت. امید و همکاران (۲۲) با تزریق ویتامین ث در گوسفندان بلوچی تحت استرس گرمایی تأثیر معنی-داری را در غلظت خونی کلسترول و تری گلیسرید مشاهده نکردند. رضائی و همکاران گزارش کردند (۲۵) مصرف ۶۰۰ میلی گرم در روز ویتامین ث در گوساله شیرخوار تأثیری بر غلظت پروتئین کل، آلبومین، کلسترول و تری گلیسرید نداشت. کیم و همکاران (۱۴) گزارش کردند که استفاده از ویتامین ث در گوساله‌ها، غلظت آلبومین و پروتئین کل را تحت تأثیر قرار نداد. هم‌چنین سیفی و همکاران (۲۸) نیز نشان دادند که افزودن ویتامین ث به جیره گوساله‌ها بر غلظت آلبومین سرم خون موثر نبود.

زیست فراهمی ویتامین ث و آنزیم های سرم

نتایج مربوط به اثرات مکمل کردن ویتامین ث بر زیست فراهمی ویتامین ث و غلظت گلوکاتایون پراکسیداز و سوپراکسید دسموتاز سرم گوساله‌های شیرخوار در جدول ۴ نشان داده شده است. غلظت سوپراکسید دسموتاز سرم خون در زمان ۲۱ روز بعد از تولد افزایش معنی‌داری را با افزودن ویتامین ث نسبت به گروه شاهد نشان داد ($P < 0.05$). درحالی‌که در زمان‌های دیگر این اثر معنی‌دار نبود. غلظت گلوکاتایون پراکسیداز سرم خون نیز ۴۵ روز بعد از تولد نسبت به گروه شاهد افزایش یافت ($P = 0.05$). غلظت گلوکاتایون پراکسیداز در زمان‌های دیگر تحت تأثیر ویتامین ث قرار نگرفت. غلظت ویتامین ث سرم گوساله‌های مکمل شده با ویتامین ث در زمان ۴۵ نسبت به گروه شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد ($P < 0.05$). لاندکویست و فیلیپس (۱۸) بیان کردند که غلظت پلاسمایی ویتامین ث در زمان تولد گوساله ۱/۲-۰/۴۶ میلی گرم بر دسی لیتر است و تا سن یک هفتهگی سریعاً کاهش می‌یابد. غلظت پلاسمایی ویتامین ث در گوساله تقریباً تا سن سه هفتهگی یعنی تا وقتی که ساخت آن در داخل بدن آغاز شود، پایین می‌ماند. سپس غلظت آن تا از سه تا شش ماهگی افزایش می‌یابد. در تحقیقی بیش‌ترین افزایش غلظت پلاسمایی ویتامین ث در بره‌های ۱ تا ۲ هفته پس از تولد گزارش شده به-طوری‌که تزریق ویتامین ث بعد از ۵ ساعت باعث افزایش غلظت پلاسمایی تا ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن شد (۴).

ماسلود و همکاران (۱۹) گزارش کردند که استفاده از فرم سدیم و کلسیم آسکوربیل ۱ فسفات با نیمه عمر ۶/۹ ساعت در محیط شکمبه پایدار بوده و زیست فراهمی بیشتری نسب به فرم‌های غیرپوشش دار دارند. تاکاشی و همکاران (۳۲) گزارش کردند که میزان ویتامین ث پلاسما در طول پرواربندی گوساله‌ها کاهش می‌یابد که این ممکن است به دلیل مصرف ویتامین ث به‌عنوان عاملی برای کنترل استرس اکسیداتیو باشد. مشابه با این نتایج پوگ و هانسن (۲۳) نشان دادند که غلظت ویتامین ث پلاسما در طی ۹۰ روز اول زندگی کاهش

تأثیر معنی‌داری بر مصرف ماده خشک در ماه دوم و کل دوره پرورشی داشت اما در ماه اول این اثر معنی‌دار مشاهده نشد. اثر استفاده از ویتامین ث در جیره گوساله‌های شیرخوار سبب بهبود افزایش وزن روزانه در کل دوره پرورشی شد. به‌طوری‌که در ماه اول و دوم این اثر نسبت به گروه شاهد معنی‌دار نبود.

نتایج نشان داد که مکمل کردن جیره گوساله‌های شیرخوار با ۶۰۰ میلی‌گرم ویتامین ث اثر معنی‌داری را در ضریب تبدیل غذایی در ماه‌های اول، دوم و کل دوره پرورشی ایجاد نکرد. پوگ و هانسن (۲۳) گزارش کردند که با افزایش میزان ویتامین ث تا ۱۰ گرم در جیره گوساله‌های پرواری، مصرف خوراک کاهش و ضریب تبدیل غذایی بهبود یافت. هم‌چنین این محققین بیان کردند که استفاده از ویتامین ث تأثیری بر وزن نهایی نداشت. استفاده از مقدار ۳۰۰۰ میلی‌گرم در روز ویتامین ث در گوساله‌های شیرخوار وزن بدن گوساله‌ها را در ماه‌های اول، دوم و کل دوره تحت تأثیر قرار نداد (۲۸). در بررسی اثرات ویتامین ث بر عملکرد گوساله‌ها گزارش شده است که استفاده از دو گرم در روز ویتامین ث وزن بدن گوساله‌ها را تا ۶ هفته اول زندگی تحت تأثیر قرار نداد (۱۱ و ۱۲). پوگ و همکاران (۲۴) گزارش کردند که مکمل کردن ویتامین ث در جیره گوساله‌های پرواری اثری بر مصرف خوراک نداشت. تأثیر اندک استفاده از ویتامین ث بر عملکرد رشد گوساله‌های پرواری توسط یانو و همکاران (۳۵) با ۴۰ میلی گرم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن به مدت ۳۶۵ روز و پوگ و هانسن (۲۳) با ۱۰ گرم در روز به مدت ۱۴۹ روز گزارش شده است. نجوگو و همکاران (۲۱) گزارش کردند که مصرف خوراک گوساله‌های که ۶۰۰ میلی‌گرم ویتامین ث دریافت کرده بودند، در مقایسه با گروه شاهد تغییر نکرد. ویتامین ث دارای خاصیت آنتی اکسیدانی بوده و رادیکال‌های آزاد تولید شده در سلول‌ها را از بین می‌برد. این ویتامین از تنش جلوگیری کرده و سبب بهبود عملکرد دام می‌شود (۲۰). هوشین و همکاران (۱۳) اظهار داشتند با افزایش هورمون‌های تیروئیدی، رشد گوساله به دلیل افزایش مصرف خوراک، بهبود هضم و جذب مواد مغذی افزایش می‌یابد.

متابولیت‌های سرم خون

نتایج مربوط به اثرات مکمل کردن ویتامین ث در جیره گوساله‌های شیرخوار بر متابولیت‌های سرم خون در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود استفاده از ویتامین ث در جیره گوساله‌های شیرخوار تأثیری بر غلظت گلوکز کلسترول، تری گلیسرید، آلبومین و پروتئین کل در زمان‌های ۴۸ ساعت بعد از تولد، روزهای ۷، ۲۱ و ۴۵ بعد از تولد نداشت ($P > 0.05$). کنوار و همکاران (۱۶) با بررسی اثرات اسکوربیک اسید به میزان ۱۰ و ۱۵ گرم در روز در بوفالو گزارش کردند که غلظت گلوکز خون با افزودن

می‌یابد اما با مصرف ویتامین ث این کاهش در غلظت پلاسمایی ویتامین ث مشاهده نمی‌شود. همان‌طور که نتایج این مطالعه نیز نشان می‌دهد در ۴۸ ساعت بعد از تولد مقدار ویتامین ث در گروه شاهد ۰/۳۱ میلی گرم بر دسی لیتر بود که در روز ۷ ام به ۰/۲۷ میلی گرم بر دسی لیتر رسیده بود.

جدول ۲- اثر افزودن ویتامین ث بر عملکرد رشد گوساله‌های شیرخوار هلشتاین^۱

Table 2- Effect of vitamin C supplement on growth performance of Holstein suckling calves¹

اقلام Items	جیره های آزمایشی Experimental diets		SEM	P-value
	شاهد Control	ویتامین ث Vitamin c		
وزن بدن (کیلوگرم) Body Weight (kg)				
شروع Initial	36.33	36.83	1.33	0.62
نهایی Final	64.13	70.33	0.83	0.04
افزایش وزن روزانه (گرم در روز) Average Daily gain (g/day)				
ماه اول First month	383.33	408.38	26.60	0.52
ماه دوم Second month	725.01	843.67	24.85	0.07
کل دوره Total period	433.35 ^b	528.22 ^a	12.89	0.04
مصرف ماده خشک خوراک (گرم در روز) Starter dry matter Intake (g/day)				
ماه اول First month	206.18	204.17	25.04	0.95
ماه دوم Second month	609.50 ^b	743.63 ^a	28.01	0.04
کل دوره Total period	325.98 ^b	408.10 ^a	24.21	0.03
مصرف ماده خشک شیر (گرم در روز) Milk dry matter Intake (g/day)				
ماه اول First month	608.40	608.60	0.45	0.76
ماه دوم Second month	750.80	750.20	0.66	0.54
کل دوره Total period	656.20	656.40	1.18	0.90
بازده خوراک Feed Efficiency				
ماه اول First month	0.47	0.50	0.03	0.81
ماه دوم Second month	0.53	0.56	0.03	0.61
کل دوره Total period	0.44	0.50	0.01	0.06

^۱ میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند ($P < 0.05$).

¹Means within the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

جدول ۳- اثر ویتامین ث بر متابولیت‌های خون گوساله‌های شیر خوار هلشتاین^۱

Table 3- Effect of vitamin c supplement on blood metabolites of Holstein suckling calves¹

اقلام Items	جیره‌های آزمایشی Experimental diets		SEM	P-value
	شاهد Control	ویتامین ث Vitamin c		
گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر) Glucose (mg/dL)				
روز دوم Day 2	81.60	84.20	7.56	0.81
روز هفتم Day 7	80.00	86.20	7.01	0.54
روز ۲۱ Day 21	78.60	75.40	2.37	0.81
روز ۴۵ Day 45	77.40	74.60	2.03	0.68
کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر) Cholesterol (mg/dL)				
روز دوم Day 2	83.60	81.42	4.06	0.97
روز هفتم Day 7	82.60	81.80	3.01	0.85
روز ۲۱ Day 21	92.40	89.80	6.34	0.96
روز ۴۵ Day 45	88.00	84.80	5.42	0.82
تری گلیسرید (میلی گرم بر دسی لیتر) Triglycerides (mg/dL)				
روز دوم Day 2	25.40	27.80	5.11	0.74
روز هفتم Day 7	22.80	24.72	5.77	0.99
روز ۲۱ Day 21	20.80	22.20	1.22	0.20
روز ۴۵ Day 45	19.00	20.20	0.72	0.27
پروتئین کل (گرم بر دسی لیتر) Total protein (g/dL)				
روز دوم Day 2	6.42	7.09	0.73	0.53
روز هفتم Day 7	6.95	6.72	0.59	0.19
روز ۲۱ Day 21	7.48	7.62	0.26	0.72
روز ۴۵ Day 45	7.07	7.84	0.27	0.08
آلبومین (گرم بر دسی لیتر) Albumin (g/dL)				
روز دوم Day 2	2.64	2.72	0.10	0.60
روز هفتم Day 7	2.52	2.62	0.11	0.43
روز ۲۱ Day 21	2.90	3.10	0.15	0.39
روز ۴۵ Day 45	3.23	3.58	0.19	0.52

^۱ میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند ($P < 0.05$).

¹Means within same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

جدول ۴- اثر افزودن ویتامین ث بر غلظت سرم سوپراکسید دسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز و ویتامین ث گوساله‌های شیر خوار هلشتاین^۱
Table 4- Effect of vitamin c supplement on serum concentrations of Superoxide dismutase , glutathione peroxidase and Vitamin C Holstein suckling calves¹

فراسنجه Parameter	جیره‌های آزمایشی Experimental diets		SEM	P-value
	شاهد Control	ویتامین ث Vitamin c		
سوپراکسید دسموتاز (واحد در گرم) Superoxide dismutase (U/g)				
روز دوم Day 2	38.68	42.92	4.12	0.58
روز هفتم Day 7	40.04	43.12	3.20	0.90
روز ۲۱ Day 21	39.02 ^b	48.72 ^a	1.99	0.01
روز ۴۵ Day 45	46.01	52.51	5.54	0.09
گلوتاتیون پراکسیداز (واحد در گرم) Glutathione Peroxidase (U/g)				
روز دوم Day 2	440.01	446.12	19.28	0.97
روز هفتم Day 7	442.03	466.41	27.45	0.71
روز ۲۱ Day 21	438.78	468.42	17.67	0.26
روز ۴۵ Day 45	405.01 ^b	456.20 ^a	16.58	0.05
ویتامین ث (میلی گرم بر دسی لیتر) Vitamin C (mg/dl)				
روز دوم Day 2	0.32	0.34	0.08	0.81
روز هفتم Day 7	0.27	0.30	0.03	0.79
روز ۲۱ Day 21	0.29	0.42	0.05	0.09
روز ۴۵ Day 45	0.30 ^b	0.47 ^a	0.05	0.05

^۱ میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند ($P < 0.05$).

¹Means within same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

همکاران (۵) نشان دادند که استفاده از ویتامین ث تأثیری بر غلظت پلاسمایی ویتامین ث نگذاشت اما سبب افزایش غلظت سوپراکسید دسموتاز شد. سیفی و همکاران (۲۸) با استفاده از اسکوربیک اسید در گوساله‌های شیرخوار مشاهده کردند که آنزیم سوپراکسید دسموتاز در هفته اول پس از تولد بیش‌ترین مقدار و در هفته پنجم کم‌ترین مقدار را داشت. همچنین گلوتاتیون پراکسیداز در هفته اول پس از تولد به بیش‌ترین مقدار و در هفته ۷ بعد از تولد به کم‌ترین مقدار خود رسید. در تحقیق دیگر استفاده از اسکوربیک اسید در موش‌های مسموم سبب کاهش قابل توجهی در آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و

اما با دریافت ویتامین ث افزایشی در میزان ویتامین ث سرم خون گوساله‌ها مشاهده گردید به‌طوری‌که در روز ۴۵ میزان آن به ۰/۴۷ میلی گرم بر دسی لیتر رسید. گانایی و همکاران (۸) با بررسی اثرات ویتامین ث در بوفالوها نشان دادند که استفاده از این ویتامین در جیره بوفالوها سبب افزایش غلظت سوپراکسید دسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز شده‌است. کومار و همکاران (۱۷) گزارش کردند که استفاده از ویتامین ث سبب کاهش غلظت گلوتاتیون پراکسیداز شده‌است. سطح پایین غلظت گلوتاتیون پراکسیداز ممکن است ناشی از کاهش آسیب‌های سلولی در نتیجه استفاده از ویتامین ث باشد. کوساک و

نتیجه گیری کلی

با بررسی اثرات ویتامین ث بر عملکرد رشد، متابولیتهای و زیست فراهمی آن در گوساله‌های شیرخوار می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از ویتامین ث سبب بهبود افزایش وزن روزانه، میزان ماده خشک مصرفی، افزایش غلظت گلوکوتاتیون پراکسیداز و زیست فراهمی ویتامین ث سرم در ۴۵ روزگی شد. پیشنهاد می‌گردد سطوح متفاوتی از این ویتامین در گوساله شیرخوار مورد بررسی قرار گیرد.

سوپراکسید دسموتاز شد (۷). وظیفه آنتی اکسیدانی ویتامین ث شامل احیای رادیکال آزاد و در نتیجه محافظت کردن سلول‌ها بر علیه واکنش‌های مخرب رادیکال‌های اکسید کننده و بسیار فعال می‌باشد. استفاده از مکمل ویتامین ث باعث کاهش استرس‌های اکسیداتیو در گوسفند (۹) و بز (۲) شد.

منابع

- 1- Amakye, A. J., T. L. Lin., P. Y. Hester., B. A. Watkins., and C. C. Wu. 2000. Ascorbic acid Supplementation improved antibody response to infectious bursal disease vaccination in chickens. *Poultry Science*, 79: 680-688.
- 2- Ayo, J. O., N. S. Minka., and M. Mamman. 2006. Excitability scores of goats administered ascorbic acid and transported during hot dry conditions. *Journal of Veterinary Science*, 7: 127-31.
- 3- Ciftici, M., O. N. Ertas., and T. Guler. 2005. Effects of vitamin E and vitamin C dietary supplementation on egg production and egg quality of laying hens exposed to chronic heat stress. *Revue de Medicine Veterinaires*, 156: 107-111.
- 4- Comb, G. F. 1992. Vitamin C. pages 223-249 in vitamins. Academic press, Inc., New York, NY.
- 5- Cusack P. M. V., N. P. Mc Meniman., and I. J. Lean. 2005. The physiological and production effects of increased dietary intake of vitamins E and C in feedlot cattle challenged with bovine herpesvirus. *Journal of Animal Science*, 83: 2423-2433.
- 6- El-Gendy, K. S., N. M. Aly., F. H. Mahmoud., A. Kenawy., and A. K. El-Sebae. 2010. The role of vitamin C as antioxidant in protection of oxidative stress induced by imidacloprid. *Food Chemistry Toxicology*, 48: 215-21.
- 7- Esmaeili, H., M. R. Mokhber Dezfooli., G. H. R. Nikbakht Brojeni., M. Rabbani., P. Tajik., and Z. Hamidiya. 2011. Effect of oral vitamin E supplementation on absorption of colostral IgG in calves. *Journal Veterinary Research*, 63: 143-147.
- 8- Ganaie, A. H., O. K. Hooda., S. V. Sinch., A. Ashotsh., and R. C. Upadhyay. 2013. Effect of vitamin C supplementation on immune status and oxidative stress in pregnant Murrah buffaloes during thermal stress. *Indian Journal of Animal Sciences*, 83: 649-655.
- 9- Ghanem, A. M., L. S. Jaber., M. Abi Said., E. K. Barbour., and S. K. Hamadeh. 2008. Physiological and chemical responses in water deprived Awassi ewes treated with vitamin C. *Journal of Arid Environments*, 72: 141-49.
- 10- Hidirolou, M. 1999. Technical note: Forms and route of vitamin C supplementation for cows. *Journal of Dairy Science*, 82: 1831-1833.
- 11- Hidirolou, M., T. R. Batara., and M. Ivan. 1995. Effects of supplemental vitamins e and c on the immune responses of calves. *Journal of Dairy Science*, 78: 1578-1583.
- 12- Hidirolou, M., T. R. Batra., and X. Zhao. 1997. Comparison of vitamin bioavailability after multiple or single oral dosing of different formulation in sheep. *Reproduction Nutrition Development*, 37: 443-448.
- 13- Hoshin, S., A. Wakita., Y. Kobayshi., Y. Nishiguchi., A. Ozawa., K. Hodate., T. Kakegawa., and M. Suzuki. 1991. Changes in serum concentration of insulin like growth factor, growth hormone and thyroid hormones in growing and fattening stress. *Journal of Animal Nutrition*, 65:36-44.
- 14- Kim, J. H., L. M. Lovelia., Y. Chul-Ju., K. Seon-Ho., K. H. Jong., SH. L. Wang., K. C. Kwang., and L. Sang-Suk. 2012. Hemato-biochemical and cortisol profile of Holstein growing-calves supplemented with vitamin C during Summer Season. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25: 361-368.
- 15- Knight, C. A., R. A. Dutcher., N. B. Guerrant., and S. I. Bechdel. 1940. Destruction of ascorbic acid in the rumen of the dairy cow. *Experimental Biology and Medicine*, 44: 90-93.
- 16- Konwar, D. K., T. Amonge., D. J. Dutta., A. K. Gogoi., S. R. Borah., G. Chdas., R. Bhuyan., and R. Roychoudhury. 2017. Dietary supplementation of ascorbic acid on hemato-biochemical and hormonal parameters in swamp buffaloes. *Journal of Animal Research*, 7:39-47.
- 17- Kumar, A., G. Singh., B. V. S. Kumar., and S. K. Meur. 2011a. Modulation of antioxidant status and lipid peroxidation in erythrocyte by dietary supplementation during heat stress in buffaloes. *Livestock Science*, 138: 299-303.
- 18- Lundquist, N. S., and P. H. Phillips. 1943. Certain dietary factors essential for the growing calf. *Journal of Dairy Science*, 26: 1023-30.
- 19- Macleod, D. D., X. Zhang., J. J. Kennelly., and L. Ozimek. 1999. Pharmacokinetics of ascorbic acid and ascorby

- L-2- polyphosphate in the rumen fluid of dairy cows. *Milchwissenschaft*, 54:63–65.
- 20- Mafison, R. R., and M. H. Manwaring. 1937. Ascorbic acid stimulation of specific antibody production. "Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. Society for Experimental Biology and Medicine, 37: 402-404.
- 21- Njoku, P. C. 1986. Effect of dietary ascorbic acid (vitamin C) supplementation on the performance of broiler chickens in a tropical environment. *Animal Feed Science and Technology*, 16:17-24.
- 22- Omid, A., M. Kheir, and H. Sarir. 2014. Effects of vitamin C injection on some blood parameters under hyperacute heat stress in male Baluchi sheep. *Journal of Veterinary Research*, 69:73-77.
- 23- Pogge D. J., and S. L. Hansen. 2013. Effect of varying concentrations of vitamin C on performance, blood metabolites, and carcass characteristics of steers consuming a common high-sulfur (0.55% S) diet. *Journal of Animal Science*, 91: 5754–5761.
- 24- Pogge D. J., S. M. Lonergan, and S. L. Hansen. 2015. Impact of supplementing vitamin C for 56, 90, or 127 days on growth performance and carcass characteristics of steers fed a 0.31 or 0.59% sulfur diet. *Journal of Animal Sciences*, 93:2297–2308.
- 25- Ramezani M., J. Seifdavati, S. Seifzadeh, H. Abdi-Benemar, and V. Razmazar. 2018. The effects of conjugated linoleic acid and vitamin C on growth performance, some blood metabolites and blood cell counts of Holstein suckling calves. *Journal of Ruminant Research*, 6: 101-116.
- 26- Sahinduran, S., and M. K. Albay. 2004. Supplemental ascorbic acid and prevention of neonatal calf diarrhea. *Acta Veterinaria Brno*, 73: 221–224.
- 27- SAS Institute. 2003. SAS/STAT Software, Release 8.2. SAS Institute, Inc., Cary, NC. USA.
- 28- Seifi, H. A., M. Mohri, M. Delaramy, and M. Harati. 2010. Effect of short term over-supplementation of ascorbic acid on hematology, serum biochemistry, and growth performance of neonatal dairy calves. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 2059–2062.
- 29- Seifi, H.A., M. R. Mokhber Dezfily, and M. Bolurchi. 1996. The effectiveness of ascorbic acid in the prevention of calf neonatal diarrhea. *Journal of Veterinary Medicine*, 43:189–191.
- 30- Seven, A., E. Tasan, E. F. Inci, H. Hatemi, and G. Burcak. 1998. Biochemical evaluation of oxidative stress in propylthiouracil treated hyperthyroid patients. Effects of vitamin C supplementation. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 3:767–770.
- 31- Stoltenow, C., and N. Dyer. 2013. Calf diarrhea. North Dakota State University, USA.
- 32- Takahashi, E., T. Matsui, S. Wakamatsu, N. Yuri, Y. Shiojiri, R. Matsuyama, H. Murakami, S. Tanaka, S. Torii, and H. Yano. 1999. Serum vitamin C concentration in fattening and fattened beef cattle. *Animal Science Journal (Japan)*, 70:119–122.
- 33- Trindade, M. A., and C. R. F. Grosso. 2000. The stability of ascorbic acid microencapsulated in granules of rice starch and in gum Arabic. *Journal of Microencapsulation*, 17:169–176.
- 34- Worapol, A., P. Sridama, and Y. Phasuk. 2003. Effect of ascorbic acid on cell mediated, humoral immune response and pathophysiology of white blood cell in broilers under heat stress. *Journal of Animal Science and Technology*, 25:297-305.
- 35- Yano, H. 2002. The effect of vitamin C supplementation on fattening performance and carcass characteristics in beef cattle. *Shokuniku ni kansuru Josei Kenkyu Chosa Seika Hokokusho (In Japanese)*, 20:154–158.



Evaluation of vitamin C supplementation on growth performance and antioxidant activity of Holstein suckling calves

Sayad Seifzadeh¹, Jamal Seifdavati^{2*}, Hossein Abdi Benemar², Abdolfattah Zeidan Mohammad Salem³, Reza Seyed Sharifi²

Submitted: 06-01-2020

Accepted: 12-04-2020

Introduction It has been documented many times in various articles that the plasma vitamin C concentrations have been severely reduced during stress and disease in calves. Another report shows that the production of endogenous vitamin C was not apparently observed in dairy calves up to 4 months of age, and therefore the suckling calf depended on relatively low concentrations of vitamin C in consumed milk. Therefore, suckling calves are exposed to various pathogens that cause various diseases and consequently economic loss. One of the most important causes of mortality in suckling calves is their susceptibility to infections, since calves are more susceptible to intestinal and respiratory infections resulting in high mortality during this period. Therefore, use of dietary supplements and vitamins can improve the immune system and growth performance. Vitamin C is a water-soluble vitamin that has antioxidant properties and can kill free radicals produced in cells. The amount of vitamin C in the animal is reduced during stress and exposure to the disease. Therefore, providing it through starter rations can improve animal performance. There is limited research about the effects of vitamin C on the immune system and its beneficial effects in suckling calves. Hence, this study was aimed to evaluate the supplementation of vitamin C on growth performance and immune system of Holstein suckling calves.

Materials and Methods For this experiment, 40 newborn Holstein calves with an average age of 1-10 days, and about 36 ± 1 kg weight, were used in a completely randomized design with 2 treatments and 20 replications. The treatments included: 1) Control (starter and whole milk) 2) Control + daily 600 mg vitamin C. Average daily gain and feed intake were measured and feed efficiency was determined. Blood samples from each calf were taken 4 times, including 48 h immediately after birth, 7, 21, and 45 days after birth. Total protein, albumin, triglyceride, cholesterol levels were measured by commercial kits (made by Pars Test Co.). Serum concentrations of vitamin C, super oxide dismutase and glutathione peroxidase were measured by commercial kits.

Results and Discussion Results showed that using 600 mg vitamin C in the diets of suckling calves had significant effect on final weight. Supplementation of vitamin C in calf starter diet increased dry mater intake in second months and total period ($P < 0.05$). Vitamin C supplementation had no significant effect on feed efficiency in the first, second months and the total period. Feed intake decreased with increasing vitamin C content in feeds but improved feed conversion ratio. These researchers also reported that that vitamin C use had no effect on final weight. Vitamin C supplementation in suckling calves diet had no effect on serum concentrations of glucose, cholesterol, triglyceride, albumin, and total protein at 48 hours postpartum, days 7, 21 and 45 after birth compared with the control group ($P > 0.05$). The effects of ascorbic acid at levels of 0, 10 and 15 g in Buffalo decreased glucose concentrations, these researchers stated that as the amount of ascorbic acid increased, glucose concentration decreased. Vitamin C supplementation had no significant effect on blood concentration of superoxide dismutase except 21 days after birth and glutathione peroxidase concentration except for 45 days after birth compared to the control group. Calves received ascorbic acid had the highest amount of superoxide dismutase in the first week after birth and the lowest in the fifth week. Glutathione peroxidase also reached its lowest level 45 days after birth. Furthermore, serum vitamin C concentration in suckling calves received vitamin C containing diet increased

1- Ph.D Student of Animal Nutrition of University of Mohaghegh Ardebili.

2-Associate Professor of Animal Science Department of University of Mohaghegh Ardebili.

3- Professor-Researcher Department of Animal Nutrition School of Veterinary Medicine and Zootechnics Autonomous University of the State of Mexico Toluca, Edo de México, México, Respectively:

(*- Corresponding author email: jseifdavati@uma.ac.ir)

Doi: 10.22067/ijasr.v13i1.84967

significantly at 45 days after birth compared with the control group. This may be due to the intake of vitamin C as an agent for the control of oxidative stress.

Conclusion By studying the effects of vitamin C on growth performance, blood parameters and bioavailability in suckling calves, it can be concluded that using this vitamin increased dry mater intake and average daily gain, glutathione peroxidase concentration and serum vitamin C bioavailability throughout the period. In general, supplementation of the diet of suckling calves with vitamin C had beneficial effects on the performance. It is concluded that vitamin C as supplementation of the diet (milk replacer or starter diet) may enhance immunity and resistance in Holstein suckling calves.

Keywords: Antioxidant activity, Blood parameters Suckling calves, Vitamin C.



مقاله علمی - پژوهشی

تاثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم علوفه‌های آفتاب خشک یونجه، شبدر و جو

سکینه شکری پور^۱، جواد بیات کوهسار^{۲*}، فرزاد قنبری^۲ و رضا راه چمنی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۷

چکیده

مطالعه‌ای به منظور بررسی تاثیر زمان برداشت (صبح در مقابل بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم علوفه‌های یونجه، شبدر و جو انجام شد. علوفه یونجه، شبدر و جو در دو نوبت صبح (۰۶:۰۰) و بعد از ظهر (۱۸:۰۰) تقریباً ۵ تا ۷ سانتی‌متر بالاتر از سطح خاک برداشت شدند. بخشی از آن‌ها در سطح زمین برای خشک کردن در زیر آفتاب پخش شدند. ترکیب شیمیایی نمونه‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد تعیین شد. به منظور برآورد فراسنجه‌های تولید گاز، از آزمون تولید گاز استفاده شد. قابلیت هضم برون تنی نمونه‌ها با استفاده از روش کشت بسته تعیین شد. نتایج نشان داد که زمان برداشت تاثیر معنی‌داری بر ترکیب شیمیایی علوفه‌های یونجه و شبدر داشت ($P < 0.05$)، هر چند در مورد علوفه جو این تاثیر معنی‌دار نبود. علوفه برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با نمونه‌های برداشت شده در صبح، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی کمتر و مقدار نشاسته و کربوهیدرات محلول در آب بالاتری داشتند. از نظر فراسنجه‌های تولید گاز، علوفه برداشت بعد از ظهر به‌طور غیرمعنی‌داری دارای پتانسیل تولید گاز بالاتری بودند. نتایج نشان داد که زمان برداشت تاثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک (۶۶ در مقابل ۵۹ درصد) و ماده آلی (۶۴ در مقابل ۵۸/۵ درصد) جو برداشت شده در بعد از ظهر یا صبح داشت ($P < 0.05$). زمان برداشت تاثیر معنی‌داری بر تولید پروتئین میکروبی، بازده تولید پروتئین میکروبی و عامل تفکیک علوفه خشک یونجه، شبدر و جو نداشت ($P > 0.05$). با این حال، مقدار عامل تفکیک، تولید توده میکروبی و بازده تولید توده میکروبی در علوفه بعد از ظهر برداشت بالاتر بود. با این حال، به نظر می‌رسد که در شرایط یکسان از نظر کلیه عوامل مؤثر بر کیفیت و ارزش غذایی علوفه، به تأخیر انداختن زمان برداشت از صبح به بعد از ظهر می‌تواند ارزش تغذیه‌ای علوفه را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: زمان برداشت، ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز، قابلیت هضم

مقدمه

موجود در تأمین علوفه، از عوامل محدود کننده دامپروری محسوب می‌شوند.

خشک کردن یونجه در مزرعه باعث از دست رفتن مواد مغذی به‌خاطر آسیب فیزیکی برگ‌ها و اکسیداسیون کاروتن می‌گردد. از طرفی دیگر تهیه سیلاژ یونجه به واسطه وجود کربوهیدرات‌های نامناسب و خاصیت بافری بالای آن مشکل است. ایران دارای ۲۰ میلیون هکتار زمین زراعی است. از این میزان، ۲۸۴/۹ هزار هکتار سطح زیر کشت یونجه است که بیشترین سطح را در بین گیاهان علوفه‌ای به خود اختصاص داده است. در فصول مختلف رشد، شرایط آب و هوایی به‌ویژه درجه حرارت هوا، شدت و زاویه تابش نور خورشید تغییر می‌کند که این امر ممکن است بر میزان تولید کربوهیدرات‌ها (ساختمانی و غیرساختمانی) و ترکیبات نیتروژن‌دار اثر گذاشته و در نهایت ارزش تغذیه‌ای یونجه خشک را تحت تاثیر قرار دهد. برنز و همکاران (۹) گزارش کردند که چین‌های یونجه در آخر تابستان،

در زراعت گیاهان علوفه‌ای، افزایش عملکرد علوفه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اما عملکرد به‌تنهایی تعیین کننده حد مطلوب علوفه نیست و کیفیت علوفه اهمیت بیشتری دارد (۳۵). سطح مراتع کشور در حدود ۹۰ میلیون هکتار برآورد شده است که تقریباً حدود ۱۰ میلیون تن علوفه در سال تولید می‌کنند. این مقدار علوفه تنها می‌تواند خوراک ۱۶ میلیون واحد دامی را تأمین کند. در حالی که ۵۶ میلیون واحد دامی به علوفه این مراتع متکی هستند. در این راستا مشکلات

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

(*) - نویسنده مسئول: (Email: javad_bayat@yahoo.com)

Doi: 10.22067/ijasr.v13i1.84019

نامحلول در شوینده اسیدی کمتری نسبت به برداشت صبح دارد (۳۹). برداشت علوفه در بعد از ظهر باعث جمع شدن مقدار زیادی قند می‌شود و ارزش غذایی علوفه برداشت بعد از ظهر نسبت به علوفه برداشت صبح بیشتر است (۲۹). هدف از انجام این مطالعه، بررسی تاثیر زمان برداشت (صبح و بعدازظهر) بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی علوفه‌های آفتاب خشک یونجه، شبدر و جو بود.

مواد و روش ها

جمع‌آوری و آماده‌سازی نمونه

علوفه‌های یونجه و شبدر در چین دوم و در اوایل گلدهی و جو در مرحله خمیری در دو نوبت صبح ساعت (۰۶:۰۰) و بعدازظهر ساعت (۱۸:۰۰) به‌وسیله داس و روش دستی (سنتی) تقریباً ۵ تا ۷ سانتی‌متر بالاتر از سطح خاک از مزارع اطراف شهرستان گنبد با مختصات جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ متر ارتفاع از سطح دریا، متوسط بارندگی ده ساله در حدود ۴۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۲۰ درجه سانتی‌گراد، چیده شدند و علوفه‌های برداشت شده در هر نوبت در سطح زمین جهت خشک کردن در زیر آفتاب پخش شدند. علوفه پخش شده در مزرعه جهت خشک کردن و جلوگیری از فساد، زیر و رو می‌شدند. این عمل برای ۳-۵ روز طول کشید و در تمام این مراحل سعی بر این بود که عملی مشابه آنچه که در شرایط مزرعه توسط مزرعه‌داران انجام می‌شود، انجام گیرد. پس از خشک کردن، به طور تصادفی از قسمت‌های مختلف مزرعه، اقدام به جمع‌آوری نمونه شد. نمونه‌ها سپس با هم مخلوط و جهت انجام مطالعات به آزمایشگاه منتقل شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵۵ درجه سلسیوس خشک و با استفاده از توری ۱ میلی‌متری (ترکیبات شیمیایی) و ۱/۵ میلی‌متری (آزمایش‌های تولید گاز و قابلیت هضم) آسیاب گردیدند. مقدار ماده خشک، خاکستر خام (سوزاندن در کوره الکتریکی)، چربی خام (روش سوکسله) و پروتئین خام (کجلدال، شرکت Tecator - کشور سوئد) طبق روش‌های استاندارد AOAC (۱) تعیین شدند. الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (بدون استفاده از آمیلاز) طبق روش ون‌سوست و همکاران (۴۷) تعیین گردید. مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب بر اساس روش هج و هوفریتر (۲۱)، همی‌سلولز (HC)، مقدار کل مواد مغذی قابل هضم، انرژی خالص رشد، انرژی خالص شیردهی بر اساس معادله پیشنهادی انجمن تحقیقات ملی (۳۷) و مقدار نشاسته بر اساس روش تایماناوان و سداسیوام (۴۴) انجام شد.

اندازه‌گیری فراسنجه‌های تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی

کربوهیدرات ساختمانی بیشتری نسبت به اوایل تابستان دارند. ویلسون و همکاران (۴۸) گزارش کردند که افزایش دما باعث تحریک تولید بیشتر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و لیگنین در ساقه گراس برمودا شد. مکدونالد و همکاران (۳۱) بیان کردند که درصد ماده خشک گیاهان به عوامل زیادی مانند گونه، مراحل رشد قسمت‌های مختلف گیاه، رطوبت خاک و بارندگی بستگی دارد. ترکیب شیمیایی گیاهان علوفه‌ای در شرایط طبیعی تحت تاثیر عواملی همانند توپوگرافی، زمان برداشت و چین، و شرایط آب و هوایی قرار می‌گیرند. مرحله رشد گیاه در زمان برداشت مهمترین عامل مؤثر بر کیفیت علوفه است (۸). تاریخ برداشت یونجه عامل مهمی برای به‌دست آوردن علوفه بیشتر است و تعیین آن باید براساس زمان معینی از رشد گیاه باشد. با افزایش مرحله بلوغ مقدار ماده خشک در واحد سطح افزایش و مقدار پروتئین خام و قابلیت هضم گیاه کاهش می‌یابد (۲۶). کاهش ارزش غذایی یونجه با پیشرفت مرحله رشد، به دلیل کاهش غلظت کربوهیدرات‌های محلول و پروتئین خام، افزایش سهم کربوهیدرات‌های ساختمانی و لیگنین در گیاه است (۴۶). ویلسون و همکاران (۴۸) گزارش کردند که با افزایش بلوغ، محتوای دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز افزایش می‌یابد. اثرات برداشت علوفه در صبح و بعد از ظهر متفاوت است. تفاوت روزانه گیاهان در کربوهیدرات‌های غیرساختمانی است. به تأخیر انداختن برداشت علوفه به اواخر بعد از ظهر می‌تواند باعث افزایش کربوهیدرات‌های غیرساختمانی، در علوفه شود (۵، ۱۵، ۳۰). نشخوارکنندگان می‌توانند بین علوفه برداشت صبح و بعد از ظهر فرق بگذارند و آن‌ها علوفه برداشت بعد از ظهر را در مقایسه با برداشت صبح بیشتر می‌خورند (۱۴). کربوهیدرات‌های محلول مثل گلوکز، فروکتوز و ساکارز به وسیله فتوسنتز گیاهان در طول روز تولید می‌شوند. در طول روز، فتوسنتز سبب افزایش خالص در غلظت قندهای محلول برگ‌ها می‌شود. ولی در طول شب این قندها تا حد زیادی توسط گیاه مصرف می‌شوند. پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که غلظت کربوهیدرات‌های غیرساختمانی در گراس‌ها و لگوم‌های برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با برداشت صبح به دلیل توانایی گیاه در تجمع کربوهیدرات‌های محلول در طول روز بیشتر است (۳۹). یاری و همکاران (۴۸) نتیجه گرفتند که برداشت یونجه در بعدازظهر در مقایسه با برداشت صبح باعث بهبود ارزش تغذیه‌ای در نشخوارکنندگان می‌شود. گاو، گوسفند و بز یک اولویت قوی برای علوفه برداشت بعد از ظهر در مقایسه با علوفه برداشت صبح دارند. حیوانات دیگر نیز علوفه برداشت بعد از ظهر را به علوفه برداشت صبح ترجیح می‌دهند (۱۶). کیم (۲۵) گزارش کرد که افزودن یونجه چیده شده در بعد از ظهر به مقدار ۴۰ درصد جیره پایه در جیره کاملاً مخلوط باعث بهبود عملکرد گاوهای شیرده شد.

در علوفه برداشت بعدازظهر مجموع مواد مغذی قابل هضم بالاتر، پروتئین خام متفاوت، اما الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف

دمای ۳۹ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت جهت انکوباسیون قرار داده شد. در پایان مدت انکوباسیون، ویال‌های شیشه‌ای از حمام آب گرم خارج و جهت غیر فعال شدن فعالیت میکروبی در آب سرد قرار داده شدند و pH نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری غلظت نیتروژن آمونیاکی، مقدار ۵ میلی‌لیتر از مایع شکمبه گرفته شد و با مقدار مساوی اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال، اسیدی و در فریزر با دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه با روش فنل - هیپوکلریت اندازه‌گیری شد (۷). پس از صاف نمودن محتویات کشت، باقی‌مانده به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۶۰ درجه سلسیوس خشک و درصد قابلیت هضم ماده خشک آن‌ها محاسبه شد. برای محاسبه قابلیت هضم ماده آلی، ماده خشک حاصله در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس قرار داده و خاکستر محاسبه شد. فشار گاز با استفاده از فشارسنج در ساعت‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۲۴ انکوباسیون ثبت و گاز تجمع یافته آزاد گردید. بازده تولید گاز (GP₂₄) به صورت حجم گاز تولید شده پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون تقسیم بر مقدار ماده تجزیه شده واقعی (گرم) محاسبه شد (۱۸). محاسبه توده میکروبی تولید شده با استفاده از رابطه پیشنهادی بلومل و همکاران (۴) انجام شد:

(۲/۲ - عامل تفکیک) - نسبت ماده تجزیه شده واقعی = توده

میکروبی تولید شده (میلی گرم به ازاء گرم ماده خشک)
که عامل تفکیک (PF) بنا به تعریف برابر است با نسبت میلی گرم ماده آلی حقیقی هضم شده بر میلی لیتر حجم گاز خالص تولیدی می‌باشد. بازده مقدار توده میکروبی با تقسیم توده میکروب تولید شده بر مقدار ماده آلی حقیقی قابل تخمیر در پایان زمان انکوباسیون (۲۴ ساعت) محاسبه گردید. آنالیز داده‌های حاصل با رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ (۴۰) و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد.

نتایج و بحث

تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی علوفه خشک یونجه، شبدر و جو

نتایج مربوط به تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی علوفه آفتاب خشک یونجه، شبدر و جو در جدول ۱ نشان داده شده است. طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، بین علوفه یونجه آفتاب خشک برداشت شده در صبح و علوفه برداشت شده در بعد از ظهر از نظر برخی از صفات مربوط به ترکیب شیمیایی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). علوفه یونجه برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با علوفه برداشت شده در صبح به‌طور معنی‌داری ماده آلی، پروتئین خام، کل مواد مغذی قابل هضم، انرژی خالص شیردهی و انرژی خالص رشد بالاتری داشت ($P < 0.05$). هر

برای آزمون تولید گاز طبق پیشنهاد منک و استینگاس (۳۳)، مایع شکمبه از تعداد ۳ گوسفند دارای فیستولای شکمبه‌ای با میانگین وزن 45 ± 2 کیلوگرم جمع‌آوری شد. حیوانات در سطح نگهداری با جیره حاوی ۷۰ درصد علوفه (یونجه و سیلاژ ذرت به نسبت مساوی) و ۳۰ درصد کنسانتره (جو، کنجاله تخم پنبه، سیوس و مکمل) تغذیه شدند و به آب آزادانه دسترسی داشتند. مقدار ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک از نمونه‌ها با ۳۰ میلی لیتر مخلوط بافر و مایع شکمبه (نسبت ۲ به ۱) در بطری‌های شیشه‌ای ریخته شده و درب آنها با استفاده از درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی کاملاً بسته و در دمای ۳۹ درجه سلسیوس به مدت ۹۶ ساعت انکوباسیون شدند. به منظور تصحیح گاز تولید شده با منشأ مایع شکمبه، ۵ ویال شیشه‌ای بدون نمونه خوراکی و دارای ۳۰ میلی لیتر از مخلوط مایع شکمبه و بزاق مصنوعی، به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. برای ایجاد شرایط بی‌هوازی گاز دی اکسید کربن به داخل ویال‌ها تزریق و بعد از درپوش‌گذاری، در حمام آب گرم با دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار داده شدند. فشار گاز تولید شده در فواصل زمانی ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بعد از انکوباسیون ثبت شد. آزمایش سه بار تکرار شد. مقادیر قابلیت هضم ماده آلی طبق روش منک و استینگاس (۳۳)، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر طبق روش ماکار (۲۷) و انرژی قابل متابولیسم نیز طبق منک و همکاران (۳۴) محاسبه شد. حجم خالص گاز با کاستن میانگین گاز تولیدی ویال‌های بلانک از ویال‌های دارای نمونه حاصل شد. برآورد فراسنجه‌های تولید گاز توسط رابطه ارسکوف و مکدونالد (۳۸)

$$P = b(1 - e^{-ct})$$

در این رابطه

P: حجم تولید گاز در زمان t به صورت تجمعی

c: ثابت نرخ تولید گاز

b: گاز تولید شده از بخش قابل تخمیر

t: مدت زمان انکوباسیون می‌باشد

داده‌های جمع‌آوری شده در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده

از نرم‌افزار آماری SAS (۴۰) ویرایش ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

اندازه‌گیری قابلیت هضم در شرایط برون‌تنی

در مرحله بعد، قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و ماده آلی در شرایط آزمایشگاهی (کشت بسته) انجام شد (۴۷). محلول‌های مورد نیاز بزاق مصنوعی مانند روش تولید گاز تهیه شد. شیرابه شکمبه با نسبت ۱ (مایع شکمبه) به ۲ (محلول بزاق) مخلوط شده و pH مخلوط توسط دستگاه pH سنج الکترونیکی کنترل و به ۶/۸ رسانده شد. مقدار ۵۰ میلی لیتر از مخلوط را به ویال‌های شیشه‌ای که حاوی ۵۰۰ میلی گرم ماده خشک نمونه‌ها بود ریخته و در حمام آب گرم در

گیاهان علوفه‌ای در شرایط طبیعی تحت تأثیر عواملی همانند ویژگی‌های توپوگرافی (۴۳)، شرایط آب و هوایی (۴۶)، چین و زمان برداشت (۸ و ۵) قرار دارد. تأثیر زمان برداشت بر تغییرات ترکیب شیمیایی را می‌توان به فرآیند فتوسنتز در طول روز و شب نسبت داد. با طلوع خورشید، گیاه با استفاده از انرژی نورانی خورشید آب و دی‌اکسید کربن را برای تولید قندهای محلول و نشاسته استفاده خواهد کرد، و تولید این محصولات در قسمت‌های بالایی و برگ گیاه در مقایسه با ریشه‌ها و قسمت‌های پایینی ساقه در گیاهانی مانند یونجه و گیاهان مرتعی سریع‌تر می‌باشد. در نتیجه در طول مدت روز و در اواخر روز آفتابی مقدار قندها به‌خصوص در برگ‌ها به حداکثر خود می‌رسد. در طول شب، گیاه به انتقال قندها و کربوهیدرات‌ها از برگ‌ها به ریشه‌ها ادامه داده و برای انجام تنفس از بخشی از این کربوهیدرات‌ها استفاده می‌کند. نتیجه نهایی اینکه قندها در علوفه‌های برداشت شده (برگ‌ها و ساقه‌ها) در ابتدای صبح در حداقل مقدار خود قرار دارند و این می‌تواند دلیلی برای برخی از دامداران و مزرعه‌داران باشد که معتقدند برداشت علوفه در اواخر روز موجب حداکثر شدن قندهای به‌شدت قابل‌هضم و نیز خوش‌خوراکی آن‌ها می‌شود. هنگامی که یک گیاه علوفه‌ای برداشت می‌شود، هنوز از لحاظ فیزیولوژیکی زنده است و به متابولیسم خود و استفاده از قندهای محلول ادامه می‌دهد تا زمانی که رطوبت کم و موجب کاهش و توقف متابولیسم شود. تنفس در طول شب منجر به اتلاف بیشتر ترکیبات کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی (NSC) می‌شود که با به تأخیر انداختن زمان برداشت به اواخر روز می‌توان این اتلاف را جبران کرد (۳۸، ۴۲). در این مطالعه، در هر سه علوفه غلظت کربوهیدرات محلول در آب به‌طور غیر معنی‌داری در علوفه‌های برداشت‌شده در بعدازظهر در مقایسه با علوفه برداشت‌شده در صبح بالاتر بود.

ملوین (۳۲) گزارش کرد که برداشت یونجه در بعد از ظهر باعث افزایش قابل ملاحظه قند و نشاسته می‌شود. در مطالعات فیش و همکاران (۱۴ و ۱۵)، هانتیگتون و برنز (۲۳) بالا بودن غلظت کل کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی در گراس‌ها و لگوم‌های برداشت شده در بعد از ظهر به دلیل تشکیل کربوهیدرات‌های محلول در طول روز مرتبط دانسته شد. در مطالعه‌ای نشان داده شد که برداشت یونجه در بعد از ظهر افزایش ۵۰، ۱۹ و ۲۲ درصدی در غلظت‌های به ترتیب کربوهیدرات محلول در آب، نشاسته و کل مواد مغذی قابل هضم را به دنبال داشت (۵).

چند بین دو علوفه برداشت شده در صبح و بعد از ظهر از نظر مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و همی سلولز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$)؛ اما از نظر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی برداشت یونجه در بعد از ظهر کاهش ۸/۵ درصدی را نشان داد. مقدار کربوهیدرات محلول در آب و نشاسته در علوفه یونجه برداشت بعد از ظهر به‌طور غیر معنی‌داری افزایش نشان داد ($P > 0.05$).

تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی علوفه شبدر نیز معنی‌دار بود. برداشت علوفه شبدر در بعد از ظهر به‌طور معنی‌داری باعث کاهش خاکستر خام، مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و افزایش مقدار کل مواد مغذی قابل‌هضم، انرژی خالص رشد، انرژی خالص شیردهی و همی سلولز شد ($P < 0.05$). بین علوفه شبدر برداشت شده در صبح و بعد از ظهر از نظر مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی، مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب و نشاسته اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. با این حال، مقدار نشاسته و کربوهیدرات‌های محلول در آب در علوفه برداشت شده در بعد از ظهر به‌طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به علوفه برداشت صبح بالاتر بود. ارزش انرژی‌زایی علوفه خشک یونجه و شبدر بر حسب کل مواد مغذی قابل هضم به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر زمان برداشت قرار گرفت و برای علوفه یونجه برداشت شده در صبح از ۵۵/۰۱ به ۶۲/۱۶ درصد در بعد از ظهر و برای علوفه شبدر برداشت شده در صبح از ۵۶/۷۱ به ۶۰/۹۲ درصد در بعد از ظهر رسید. زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی علوفه خشک جو کمترین تأثیر را داشت. از این نظر، علوفه برداشت شده در بعد از ظهر انرژی خالص شیردهی و انرژی خالص رشد بالاتری داشت. علوفه برداشت شده در بعد از ظهر به‌طور غیر معنی‌داری از الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی پایین‌تر و مقدار کربوهیدرات محلول در آب بالاتری برخوردار بود ($P > 0.05$).

به‌طور کلی، نتایج حاصل از برداشت هر سه علوفه در صبح و بعد از ظهر نشان داد که زمان برداشت تأثیر معنی‌داری بر ترکیب شیمیایی علوفه لگومینه یونجه و شبدر دارد. از این نظر ترکیب شیمیایی علوفه جو تحت تأثیر زمان برداشت قرار نگرفت. نتایج حاصل از این مطالعه همسو با نتایج فیش و همکاران (۱۲، ۱۴ و ۱۵)؛ هانتیگتون و برنز (۲۳)؛ بریتو و همکاران (۵ و ۶) بود. آنچه در پژوهش حاضر قابل ملاحظه بود، کاهش سهم کربوهیدرات‌های ساختمانی و افزایش کربوهیدرات‌های محلول در آب و نشاسته در نتیجه برداشت علوفه در بعد از ظهر در مقایسه با برداشت علوفه در صبح بود. از این نظر، برداشت علوفه یونجه و شبدر در بعد از ظهر در مقایسه با صبح به‌طور معنی‌داری باعث کاهش به ترتیب ۸/۵ و ۵/۲۵ درصدی در مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی شد و این کاهش در علوفه جو ۳/۲۵ درصد بود که معنی‌دار نبود. ترکیبات شیمیایی

جدول ۱- تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی علوفه آفتاب خشک، یونجه، شیر و جو (درصد ماده خشک)
Table 1-Effect of harvesting time (morning vs. afternoon) on the chemical composition of sun-drying alfalfa, clover and barley forages (% DM)

	Alfalfa			Clover			Barley		
	Morning	Afternoon	SEM	p-value	Morning	Afternoon	SEM	SEM	p-value
DM ¹	26.16 ^a	28.60 ^a	1.22	0.057	41.06 ^a	36.55 ^b	2.52	0.042	0.514
Ash	10.58 ^a	9.29 ^b	0.64	≤0.0001	10.24 ^a	8.56 ^b	0.84	≤0.0001	0.470
OM ²	89.42 ^b	90.71 ^a	0.64	≤0.0001	88.36	92.56	2.10	0.099	0.470
ADF ³	41.00 ^a	32.50 ^b	4.25	0.0009	37.25 ^a	32.00 ^b	2.62	0.025	1.375
NDF ⁴	56.25	52.00	2.12	0.069	55.00	54.00	0.50	0.632	1
CP ⁵	14.44 ^b	16.15 ^a	0.085	≤0.0001	11.16	11.61	0.22	0.176	0.142
TDN ⁶	55.01 ^b	62.16 ^a	3.57	0.0005	56.71 ^b	60.92 ^a	2.10	0.023	1.110
NFC ⁷	17.22	21.05	1.91	0.09	22.06	24.32	1.15	0.352	0.350
NEg ⁸	0.585 ^b	0.795 ^a	0.10	0.0005	0.632 ^b	0.75 ^a	0.06	0.019	0.032
NE _l ⁹	1.22 ^b	1.40 ^a	0.09	0.0004	1.27 ^b	1.37 ^a	0.05	0.024	0.475
HEMI ¹⁰	15.25	19.50	2.12	0.061	17.75 ^b	22.00 ^a	2.12	0.025	0.375
WSC ¹¹	58.07	68.63	5.28	0.111	47.10	58.55	5.72	0.111	3.67
Starch (mg/kg DM)	324.95	350.32	12.68	0.311	248.43	312.36	31.9	0.055	1.74

Means in a row with different superscripts are significant at (P<0.05)

¹Dry Matter, ²Organic Matter, ³Acid Detergent Fiber, ⁴Neutral Detergent Fiber, ⁵Crud Protein, ⁶Total Digestible Nutrients, ⁷Non-fiber carbohydrate, ⁸Net Energy Gain (Mcal kg⁻¹), ⁹Net Energy of Lactation (Mcal kg⁻¹), ¹⁰Hemicellulose, ¹¹Water Soluble Carbohydrates.

در هر ردیف اعداد با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف آماری دارند (P < ۰/۰۵).

جدول ۲- تأثیر زمان برداشت (صبح در مقابل بعدازظهر) بر فراستجهای تولید گاز علوفههای آلفا خشک یونجه، شبنر و جو
Table 2- Effect of harvest time (morning vs. afternoon) on gas production parameters of sun-drying alfalfa, clover and barley forages.

	Alfalfa			Clover			Barley		
	Morning	Afternoon	SEM	p-value	Morning	Afternoon	SEM	p-value	SEM
(a+b) (ml/gDM) ¹	339.4±5.79	340.3±4.9	-	-	296.3±8.31	293.8±6.83	-	-	452.6±12.08
C (ml/gDM) ²	0.0429±0.0019	0.0416±0.0015	-	-	0.039±0.0028	0.041±0.0025	-	-	0.027±0.0016
SCFA (mmol) ³	0.87	0.88	0.005	0.963	0.69	0.73	0.02	0.255	0.88b
ME (MJ/kg) ⁴	11.01 ^b	11.91 ^a	0.45	0.002	9.26	8.85	0.2	0.083	5.08
OMD (%DM) ⁵	50.29	50.51	0.11	0.917	42.94	44.94	1	0.267	50.24b
									55.13a

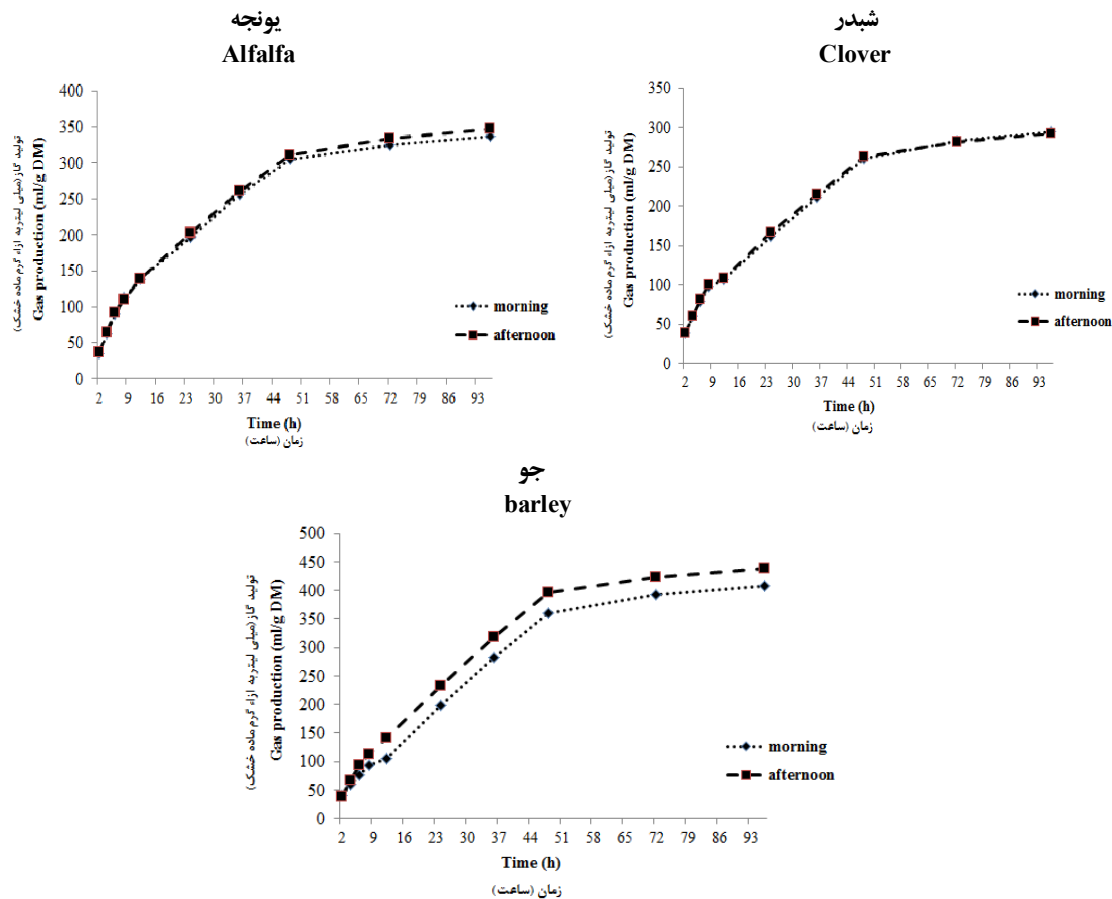
Means in a row with different superscripts are significant at (P<0.05)

¹Gas production potential, ²Gas production rate, ³Short chain fatty acid, ⁴Metabolizable energy, ⁵Organic matter digestibility.

میانگینهای هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی دار میباشند (P<0.05)

به طور کلی، در این مطالعه غلظت اجزاء دیواره سلولی گیاهان مورد مطالعه در علوفههای برداشت شده در بعد از ظهر روند کاهشی داشت که همسو با نتایج فیشر و همکاران (۱۴ و ۱۵) بود. هر چند در برخی از مطالعات تأثیری مشاهده نشده است (۹ و ۱۲) که می توان کاهش غلظت اجزاء دیواره سلولی و سایر مواد مغذی در بعد از ظهر را نتیجه رقیق شدن به خاطر افزایش نسبت قندهای محلول در گیاه نسبت داد (۴۴). علوفههای برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با علوفههای برداشت شده در صبح از مقدار انرژی خالص رشد و انرژی خالص شیردهی (به جز شیر)، بالاتری برخوردار بودند که مطابق با نتایج مایلند و همکاران (۲۹) بود که گزارش کردند برداشت علوفه در بعد از ظهر در مقایسه با برداشت صبح، باعث بهبود محتوای انرژی علوفه می شود. هر چند اشکال مختلف انرژی بیان شده در این مطالعه بر اساس معادلات انجمن تحقیقات ملی و با توجه به ترکیب شیمیایی تخمین زده شده است که به نظر می رسد با توجه به بالاتر بودن محتوای کربوهیدراتهای غیر الیافی و کمتر بودن مقادیر دیواره سلولی و لیگنین افزایش در محتوای انرژی را می توان به این خاطر هم نسبت داد. همان طور که ذکر شد غلظت کربوهیدراتهای غیر ساختمانی گیاه در طول روز متغیر و در ساعت های نزدیک به غروب آفتاب بیشتر از ساعت های اولیه روز است. در حقیقت پتانسیل گیاه در ارتباط با جمع آوری منابع کربوهیدراتی قابل تخمیر تابع طول دوره روشنائی و شدت نوردهی قرار می گیرد. زمان برداشت بر مقدار مصرف خوراک جیره در گاوهای گوشتی تأثیر داشته است (۱۴). در یک آزمایش عملکردی، گاوهای شیری تغذیه شده از جیره حاوی ۴۰ درصد علوفه یونجه برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه علوفه برداشت شده در صبح ۱۰ درصد مصرف خوراک بالاتری داشتند (۲۵). در این مطالعه، گاوها حدود ۱۰ درصد تولید شیر و افزایش وزن بالاتری داشتند.

گاوهای تغذیه شده با علوفه دارای کربوهیدرات محلول در آب بالا، مصرف نیتروژن جیره کمتری داشتند، با این حال، تبدیل نیتروژن جیره به پروتئین شیر مؤثرتر بوده است (۳۵). پیشنهاد شده است که افزایش بازدهی نیتروژن جیره، به دلیل بهبود نیتروژن شکمبه ای با افزایش تولید اسید پروپیونیک بوده است. تأثیر زمان برداشت از صبح به بعد از ظهر می تواند به عنوان یک روش کارآمد جهت افزایش غلظت کربوهیدرات های محلول در آب و قابل تخمیر در علوفه های لگومی و گرامینه باشد (۸، ۱۵ و ۳۰). بالاتر بودن غلظت کربوهیدرات محلول در آب در علوفه ها باعث افزایش ارزش غذایی و مقدار انرژی آنها شده و از این رو بازدهی مواد مغذی برای تولید شیر را افزایش می دهد (۳۵).



شکل ۱- روند تولید گاز علوفه‌های آفتاب خشک یونجه، شیدر و جو برداشت شده در صبح یا بعد از ظهر

Figure 1- Gas production curves of sun-drying alfalfa, clover and barley forages harvested at morning versus afternoon time

۱) نیز بین علوفه یونجه، شیدر و جو برداشت شده در صبح و بعد از ظهر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P>0.05$).

نتایج این مطالعه از نظر تأثیر زمان برداشت بر فراسنجه‌های تولید گاز در توافق با نتایج یاری و همکاران (۴۹) بود. بررسی کیتینک تخمیری به‌روش تولید گاز به یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای ارزیابی خوراک تبدیل‌شده است و می‌تواند بازتابی از الگوی تخمیر شکمبه باشد (۱۹، ۱۸ و ۲۴). تولید گاز عمدتاً به‌خاطر هضم کربوهیدرات‌های محلول و غیر محلول است (۳۳) و حضور پروتئین بالاتر از سطح نیاز میکروب‌ها موجود در مایع شکمبه به‌علت تبدیل شدن به آمونیاک می‌تواند اثر مهار بر تخمیر و در نتیجه بر تولید گاز داشته باشد (۱۹ و ۲۴). جان و ون‌گلدر (۲۴) گزارش کردند که با افزایش سن علف گراس پتانسیل تولید گاز به‌خاطر کاهش مقدار پروتئین خام و افزایش کربوهیدرات‌های ساختاری افزایش یافت که به‌ازاء هر درصد افزایش در مقدار پروتئین تولید گاز به مقدار ۲/۵ میلی لیتر به‌ازاء هر گرم ماده

تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر فراسنجه‌های

تولید گاز علوفه خشک یونجه، شیدر و جو

نتایج مربوط به تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر روند و فراسنجه‌های تولید گاز علوفه خشک یونجه، شیدر و جو در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد زمان برداشت تأثیر معنی‌داری بر پتانسیل تولید گاز و نرخ تولید گاز علوفه یونجه نداشت. از نظر پارامترهای تخمینی، علوفه یونجه برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با علوفه برداشت شده در صبح از انرژی قابل متابولیسم بالاتری برخوردار بود ($P<0.05$). برداشت علوفه شیدر در صبح یا بعد از ظهر هیچ تأثیری بر پتانسیل تولید گاز و پارامترهای تخمیری نداشت ($P>0.05$). علوفه جو برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با علوفه برداشت شده در صبح به‌طور معنی‌داری قابلیت هضم ماده آلی و غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر بالاتری داشت ($P<0.05$). از نظر روند تولید گاز در زمان‌های مختلف پس از انکوباسیون (شکل

آلی کاهش یافت.

تولید گاز یک فراسنجه‌ی مهم برای شناسایی قابلیت هضم و تخمیر نهایی و ساخت پروتئین میکروبی از مواد اولیه به وسیله میکروارگانیسم‌های شکمبه می‌باشد (۴۲). بالا بودن تولید گاز بیانگر بالا بودن انرژی قابل متابولیسم و همچنین نیتروژن قابل تخمیر و سایر مواد مغذی لازم برای فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه می‌باشد. بلومل و ارسکوف (۳) نشان دادند که حجم گاز تولیدی منعکس‌کننده تخمیر مواد خوراکی به تولید اسیدهای چرب زنجیر کوتاه است. این بحث می‌تواند برآوردی از قابلیت هضم ظاهری باشد. به طور دقیق، میزان گاز تولیدی با مقدار و نسبت استات و بوتیرات نیز مرتبط می‌باشد؛ زیرا فقط تخمیر ماده خوراکی به استات و بوتیرات، تولید دی‌اکسید کربن و در نتیجه گاز متان می‌کند. حدود ۵۰ درصد حجم گازهای تولیدی را دی‌اکسید کربن و متان تشکیل داده که به طور مستقیم از تخمیر ناشی می‌شوند. تولید گاز در شرایط برون‌تنی، از دو منبع متابولیسم میکروبی (مستقیم) و واکنش اسید محصول نهایی با بی‌کربنات در محیط کشت (غیرمستقیم) حاصل می‌شود (۲). با افزایش گاز تولیدی، قابلیت هضم ماده خشک نیز افزایش می‌یابد. این موضوع نشان‌دهنده آن است که تولید گاز یک بخش لاینفک از تخمیر شدن مواد خوراکی است (۲۸). محصولات نهایی هضم شکمبه‌ای، گازها (عمدتاً دی‌اکسید کربن و گاز متان)، اسیدهای چرب فرار و توده‌ی میکروبی می‌باشند (۱۹). با توجه به این که میزان گاز تولیدی وابسته به ترکیب شیمیایی ماده‌ی خوراکی می‌باشد، عواملی از جمله گونه، زمان برداشت و مرحله‌ی بلوغ گیاه و نیز روش‌های مختلف عمل‌آوری بر ترکیب شیمیایی و میزان گاز تولیدی تأثیر می‌گذارند.

منابع خوراکی که میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی کمتری دارند، پتانسیل تولید گاز آن‌ها بالا است. همچنین با افزایش نسبت بخش محتوای دیواره سلولی لیگنینی شده، تخمیر کمتر صورت گرفته و منجر به کاهش در تولید گاز می‌شود (۱۲). به دلیل وجود همبستگی منفی بین الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با نرخ و حجم گاز تولیدی (۲۰)، کاهش در میزان الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی باعث افزایش گاز تولیدی شد. این ممکن است در نتیجه‌ی افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها به دلیل دریافت منابع کربوهیدرات محلول باشد (۴۲). همچنین بین منبع کربوهیدرات و منبع نیتروژن برای کینتیک تولید گاز اثر متقابل وجود دارد. هر چه هم زمانی بین تجزیه‌پذیری کربوهیدرات و نیتروژن بهتر باشد و نیز نسبت نیتروژن به کربوهیدرات متناسب‌تر با نیاز میکروب باشد، بهبود در فرآیند تخمیر در محیط و افزایش تولید گاز قابل انتظار است (۱۱). افزایش مقدار دیواره سلولی و الیاف نامحلول در شوینده

خنثی و اسیدی موجب کاهش کربوهیدرات‌های غیر الیافی و قندهای محلول گردیده و در نهایت باعث کاهش در سهولت هضم و تولید گاز می‌گردد (۱۹). از آنجائی که طول روز، شدت نور، درجه حرارت، زاویه تابش نور خورشید و رطوبت در تجمع مواد مغذی خصوصاً کربوهیدرات‌های ساختاری، کربوهیدرات‌های محلول و سنتز پروتئین‌ها در گیاه مؤثر است (۴۶)، لذا برداشت یونجه در بعد از ظهر در مقایسه با برداشت آن در صبح که منجر به افزایش قندهای محلول شد، توانسته است بر الگوی تخمیر و فعالیت میکروارگانیسم‌ها مؤثر باشد.

تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر قابلیت هضم و فراسنجه‌های تخمیری علوفه یونجه، شبدر و جو

تأثیر زمان برداشت بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی و فراسنجه‌های تخمیری علوفه خشک یونجه، شبدر و جو در جدول ۳ نشان داده شده است. به طور کلی، نتایج نشان داد که زمان برداشت تأثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم، تولید پروتئین میکروبی، بازده تولید پروتئین میکروبی و عامل تفکیک علوفه خشک یونجه نداشت. با این حال، مقدار عامل تفکیک، تولید توده میکروبی و بازده تولید توده میکروبی در یونجه بعد از ظهر برداشت بالاتر بود. غلظت نیتروژن آمونیاکی در علوفه یونجه برداشت شده در بعد از ظهر به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P < 0.05$).

زمان برداشت (صبح در مقابل بعد از ظهر) تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی و فراسنجه‌های تخمیری علوفه شبدر نداشت ($P > 0.05$). علوفه جو برداشت شده در بعدازظهر به طور معنی‌داری در مقایسه با علوفه جو برداشت شده در صبح از قابلیت هضم ماده خشک و قابلیت هضم ماده آلی بالاتری برخوردار بود ($P < 0.05$). هرچند فراسنجه‌های تخمیری مانند pH، عامل تفکیک و پروتئین تولید میکروبی تحت تأثیر زمان برداشت قرار نگرفتند ($P > 0.05$). بازده تولید پروتئین میکروبی در علوفه جو برداشت شده در صبح به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P < 0.05$).

در این مطالعه، قابلیت هضم ماده خشک علوفه شبدر و یونجه تحت تأثیر زمان برداشت قرار نگرفت، اما علوفه جو به طور معنی‌داری تحت تأثیر زمان برداشت قرار گرفت. قابلیت هضم به عنوان قسمتی از خوراک که مورد استفاده حیوان قرار می‌گیرد، تعریف می‌شود. تفاوت در میزان تجزیه‌پذیری با قابلیت هضم بین گونه‌های مختلف گیاهی می‌تواند ناشی از تفاوت در ترکیب شیمیایی آن‌ها باشد. تجزیه‌پذیری علوفه در درجه اول توسط میزان محتویات سلول (مواد محلول) و در درجه دوم توسط ساختار و میزان دیواره سلولی تعیین می‌شود (۳۸).

جدول ۳- تاثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر قابلیت هضم، فراسجدهای تخمیری و تولید توده میکروبی علوفه خشک یونجه، شبدر و جو
Table 3- Effect of harvest time (morning vs. afternoon) on digestibility, fermentation characteristics and microbial biomass production of sun-drying alfalfa, clover and barley forages

	Alfalfa				Clover				Barley			
	Morning	Afternoon	SEM	P-value	Morning	Afternoon	SEM	P-value	Morning	Afternoon	SEM	P-value
IVDMD (%DM) ¹	51.5	52.00	0.25	0.779	57.5	57.00	0.25	0.797	59.00 ^b	66.00 ^a	3.50	0.014
IVOMD (%DM) ²	50.75	50.80	0.02	0.125	5.55	56.25	0.35	0.669	58.75 ^b	64.00 ^a	2.62	0.032
N-NH ₃ (mg/dl)	1.80 ^b	2.22 ^a	0.21	0.001	1.88	1.78	0.05	0.318	2.57	2.55	0.01	0.945
pH	6.94	6.95	0.002	0.628	6.95	6.89	0.03	0.099	6.81	6.79	0.01	0.425
PF (mg/ml) ³	6.58	7.05	0.23	0.111	5.96	6.20	0.12	0.538	5.62	5.26	0.18	0.467
Gas yield ₂₄	132.39	125.03	3.68	0.225	147.60	144.83	1.38	0.822	161.99	167.34	2.67	0.682
MCP (mg) ⁵	177.38	187.95	5.28	0.131	157.94	164.95	3.50	0.375	135.27	142.67	3.70	0.568
EMCP	0.665 ^b	0.687 ^a	0.011	0.077	0.630	0.645	0.007	0.652	0.61	0.58	0.01	0.418

Means in a row with different superscripts are significant at (p<0.05)

¹In vitro Dry matter digestibility, ²In vitro Organic matter digestibility, ³partitioning factor, ⁴Microbial crude protein, ⁵efficiency microbial crude protein

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<0.05).

در این مطالعه، علوفه یونجه، شبدر و جو برداشت شده در صبح در مقایسه با علوفه برداشت شده در بعد از ظهر از غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و ماده آلی پایین تری برخوردار بودند. بنابراین به عنوان یک عامل تأثیرگذار می توان بالا بودن قابلیت هضم در علوفه بعد از ظهر برداشت را به محتوای دیواره سلولی آن ها نسبت داد. آنچه در این مطالعه قابل ملاحظه است بالاتر بودن نسبی قابلیت هضم علوفه جو در مقایسه با علوفه شبدر و یونجه بود که دلیل آن را می توان به تفاوت در ساختار دیواره سلولی بین علوفه خانواده لگومها با دیگر علوفه دانست. اسمیت و باس (۴۱) گزارش کردند که لگومها مانند شبدر قرمز در مقایسه با دیگر علوفه از نظر ساختار دیواره سلولی تفاوت دارند و در اغلب گونه ها بین میزان لیگنین و تجزیه پذیری دیواره سلولی همبستگی بالایی گزارش شده است. اما در مطالعه اسمیت و باس (۴۱) بین لیگنینی شدن شبدر قرمز و قابلیت هضم آزمایشگاهی آن کمترین همبستگی وجود داشت. معمولاً لگومها در مقایسه با گراس ها دیواره سلولی متراکم تری دارند. همانطور که در بخش ترکیب شیمیایی ذکر شد، برداشت علوفه در بعد از ظهر باعث جمع شدن مقادیر زیادی قند، مواد مغذی قابل هضم و کاهش الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی نسبت به برداشت صبح می شود (۴۰).

عامل تفکیک که به عنوان شاخصی از راندمان سنتز توده میکروبی در شرایط آزمایشگاهی می باشد (۴)، نسبتی از سوسترای تجزیه شده به صورت حقیقی بر حسب میلی گرم به حجم گاز تولید شده در طول مدت آنکوباسیون تعریف می شود. عامل تفکیک بالا به این معنی است که نسبت ماده آلی بیشتری از ماده تجزیه شده به داخل توده میکروبی وارد شده است. برای اکثر خوراکی های متعارف دامنه عامل تفکیک بین ۲/۷۴ تا ۴/۶۵ میلی گرم گزارش شده است (۴). در این مطالعه، مقدار مقدار عامل تفکیک برای علوفه برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با علوفه برداشت شده در صبح بالاتر بود. همانطور که گفته شد بالاتر بودن این عامل نشانگر تولید توده میکروبی بیشتر می باشد. در این مطالعه، مقدار تولید توده میکروبی یا تولید پروتئین میکروبی در علوفه برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با علوفه برداشت شده در صبح بالاتر بود. بالاتر بودن این صفات را می توان به دلیل چند خصوصیت نسبت داد: اول اینکه جیره

نتیجه گیری کلی

به طور کلی، نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که برداشت علوفه در بعد از ظهر در مقایسه با برداشت علوفه در صبح منجر به کاهش دیواره سلولی و افزایش قابل ملاحظه ای در مقادیر کربوهیدرات های محلول در آب و نشاسته و به دنبال آن انرژی خالص شیردهی و انرژی خالص رشد و نیز کل مواد مغذی قابل هضم می شود. بالا بودن مقادیر کربوهیدرات های محلول در آب و نشاسته می تواند به بهبود فرآیند تخمیر کمک کند. از نظر مقایسه تأثیر زمان برداشت بر علوفه خانواده لگومها (یونجه و شبدر) و گرامینه ها (جو) می توان چنین استنباط کرد که این تأثیر بر تغییرات ترکیب شیمیایی و سایر خصوصیات مرتبط با ارزیابی علوفه در یونجه و شبدر بیشتر بوده است. با این حال، اختلافات و تغییرات جزئی در ارزش تغذیه ای علوفه برداشت شده در صبح و بعد از ظهر به شکل آفتاب خشک از نظر فراسنجه های تولید گاز و قابلیت هضم مشاهده شد. به هر حال، به نظر می رسد که در شرایط یکسان از نظر کلیه عوامل مؤثر بر کیفیت و ارزش غذایی علوفه، به تأخیر انداختن زمان برداشت از صبح به بعد از ظهر می تواند ارزش تغذیه ای علوفه را بهبود بخشد.

منابع

- 1- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2000. Official methods of analysis, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- 2- Beuvinck, J. M. W., and S. F. Spoelstra. 1992. Interactions between substrate, fermentation end products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms *in vitro*. Applied Microbiology and Biotechnology, 37: 505-509
- 3- Blummel, M., and E. R. Orskov. 1993. Comparison of gas production and nylon bag degradability of roughages in

- prediction feed intake in cattle. *Animal Feed Science Technology*, 40:109-119.
- 4- Blümmel, M., H. Steingass., and K. Becker. 1997. The relationship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, 77: 911-921.
- 5- Brito, A. F., G. F. Tremblay., A. Bertrand., Y. Castonguay., G. Bélanger., R. Michaud., and R. Berthiaume. 2008. Alfalfa cut at sundown and harvested as baleage improves milk yield of late-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91: 3968-3982.
- 6- Brito, A. F., G. F. Tremblay., H. Lapierre., A. Bertrand., Y. Castonguay., G. Bélanger., R. Michaud., C. Benchaar., D. R. Ouellet., and R. Berthiaume. 2009. Alfalfa cut at sundown and harvested as baleage increases bacterial protein synthesis in late-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92: 1092-1107.
- 7- Broderick, G. A., and J. H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Animal Science*, 63: 64-75.
- 8- Burns, J. C., D. S. Fisher, and H. F. Mayland. 2007. Diurnal shifts in nutritive value of alfalfa harvested as hay and evaluated by animal intake and digestion. *Crop Science*, 47: 2190-2197.
- 9- Burns, J. C., H. F. Mayland, and D. S. Fisher. 2005. Dry matter intake and digestion of alfalfa harvested at sunset and sunrise. *Journal of Animal Science*, 83: 262-270.
- 10- Dahmardeh, M., A. Ghanbari, B. A. Syahsar, and M. Ramrodi. 2010. The role of intercropping maize (*Zea mays* L.) and Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) on yield and soil chemical properties. *African Journal of Agricultural Research*, 5: 631-636.
- 11- Dryhurst, N. and C. D. Wood. 1998. The effect of nitrogen source and concentration on *in vitro* gas production using rumen micro-organisms. *Animal Feed Science Technology*, 71: 131-143.
- 12- Fisher, D. S., H. F. Mayland, and J. C. Burns. 2002. Variation in ruminant preference for alfalfa hays cut at sunup and sundown. *Crop Science*, 42:231-237.
- 13- Fisher, D. S., H. F. Mayland and, J. C. Burns. 1999. Variation in ruminants' preference for tall fescue hays cut either at sundown or at sunup. *Journal of Animal Science*. 77: 762-768.
- 14- Fisher, D. S., J. C. Burns and H. F. Mayland. 2005. Ruminant selection among switch grass hays cut at either sundown or sunup. *Crop Science*, 45:1394-1402.
- 15- Fisher, D. S., J. C. Burns. K. R. Pond, R. D. Mochrie, and D. H. Timothy. 1991. Effects of grass species on grazing steers: I. Diet composition and ingestive mastication. *Journal of animal science*, 69: 1188-1198.
- 16- Fisher, D. S., J. C. Burns and H. F. Mayland. 1998. Ruminant preference for alfalfa hay harvested in the afternoon. *Journal of Animal Science*, 76:194 (Abstract).
- 17- Getachew, G., E. J. Depeters, and P. H. Robinson. 2002. *In vitro* gas production provides effective method for assessing ruminant feeds. *California Agriculture*, 58: 54-58.
- 18- Getachew, G., M. Blümmel, H. P. S. Makkar, and K. Becker. 1998. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science Technology*, 72: 261-281.
- 19- Haddi, M. L., S. Filacorda, K. Meniai, F. Rollin, and P. Susmel. 2003. *In vitro* fermentation kinetics of some halophyte shrubs sampled at three stage maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 104: 215-225.
- 20- Hedge, J. E. and B. T. Hofreiter. 1962. In: *Carbohydrate Chemistry* 17 (Eds Whistler RL and Be Miller, JN) Academic Press, New York.
- 21- Huntingdon, J. A. and D. I. Givens. 1995. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. *Nutrition Abstracts and Reviews. Series B, Livestock Feeds and Feeding* (United Kingdom).
- 22- Huntingdon, G. B. and J. C. Burns. 2007. Afternoon harvest increases readily fermentable carbohydrate concentration and voluntary intake of gamagrass and switch grass baleage by beef steers. *Journal of Animal Science*, 85:276-284.
- 23- John, J. W. and A. H. van Gelder. 1999. Influence of protein fermentation on gas production profiles. *Animal Feed Science and Technology*, 76: 251-264.
- 24- Kim, D.1995. Effect of plant maturity, Cutting, growth stage and harvesting time on forage quality. Ph.D. Diss. USU, Logan, UT.
- 25- Lamb, J. F., C. C. Sheaffer, and D. A. Samac. 2003. Population density and harvest maturity effects on leaf and stem yield in alfalfa. *Agronomy Journal*, 95:635-641.
- 26- Liponi, G. B., L. Casini, S. De Vincenzi, and D. Gatta. 2009. Digestibility and nitrogen balance of diets based on faba bean, pea seeds and soybean meal in sheep. *Italian Journal of Animal Science*, 8(2): 353-360.
- 27- Makkar, H. P. S. 2005. *In vitro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. *Animal Feed Science and Technology*, 123: 291-302.

- 28- Mansuri, H. A. Nikkhah, M. Rezaeian, M. Moradi Shahraback, and S. A. Mirhadi. 2003. Determination of roughages degradability through *in vitro* gas production and nylon bag techniques. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 34: 495-507.
- 29- Mayland, H. F., G. E. Shewmaker, P. A. Harrison, and N. J. Chatterton. 2000. Nonstructural carbohydrates in tall fescue cultivars: Relationship to animal preference. *Agronomy Journal*, 92: 1203-1206.
- 30- Mayland, H. F., J. C. Burns, D. S. Fisher, and G. E. Shewmaker. 2001. Near infra-red measurement of nonstructural carbohydrates in alfalfa hay. *International Grassland Congress*, pp: 404-405.
- 31- McDonald, P., A. R. Henderson, and S. J. E. Heron. 1991. *The Biochemistry of Silage* 2nd ed. Chalcombe Publications, Marlow, UK.
- 32- Melvin, J. F. 1965. Variation in the carbohydrate content of Lucerne and the effect on ensilage. *Australasian Journal of Agriculture*, 16: 951-959.
- 33- Menke K. H. and H. H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Journal of Animal Research and Development*, 28: 7-55.
- 34- Menke, K. H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz, and W. Schneider. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *The Journal of Agricultural Science*, 93: 217-222.
- 35- Miller, L. A., J. M. Moorby, D. R., Davies, M. O. Humphreys, N. D. Scollan, J. C. MacRae, and M. K. Theodorou. 2001. Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.): milk production from late-lactation dairy cows. *Grass and Forage Science*, 56: 383-394.
- 36- Mirlohi, A., N. Bozorgvar, and M. Bassiri. 2000. Effect of nitrogen rate on growth, forage yield and silage quality of three sorghum hybrids. *Journal of Water and Soil Science*, 4: 105-116. (In Persian).
- 37- NRC. 2001. *Nutrient Requirement of Dairy Cattle*. 2001. Seventh revised edition; National Research Council; National Academy Press; Washington, D.C., USA.
- 38- Orr, R. J., P. D. Penning, A. Harvey, and R. A. Champion. 1997. Diurnal patterns of intake rate by sheep grazing monocultures of ryegrass or white clover. *Applied Animal Behaviour Science*, 52: 65-77.
- 39- Orskov, E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, 92: 499-503.
- 40- Putnam, D. H., S. Mueller, D. Marcum, C. Frate, C. Lamb, M. Canevari, and F. Dension. 1998. Diurnal changes in alfalfa forage quality. In *Proceedings, 28th California/ NV Alfalfa Symposium*. December (pp. 3-4).
- 41- SAS. 2003. *SAS User's Guide: Statistics*, Version 9.1 Edition. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- 42- Shewmaker, G. E., H. F. Mayland, C. A. Roberts, P. A. Harrison, N. J. Chatterton, and D. A. Sleper. 2006. Daily carbohydrate accumulations in eight tall fescue cultivars. *Grass and Forage Science*, 61: 413-421.
- 43- Smith, R. H. and M. H. Bass. 1972. Relationship of artificial pod removal to soybean yields. *Journal of Economic Entomology*, 65: 606-608.
- 44- Sommart, K., D. S. Parker, P. Rowlinson, and M. Wanapat. 2000. Fermentation characteristics and microbial protein synthesis in an *in vitro* system using cassava, rice straw and dried ruzi grass as substrates. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13: 1084-1093.
- 45- Tefera, S. 2008. Chemical composition and *in vitro* ruminal fermentation of common tree forages in the semi- arid rangelands of Swaziland. *Animal Feed Science and Technology*, 142: 99-110.
- 46- Thayumanavan, B. and S. Sadasivam, 1984. Physicochemical basis for the preferential uses of certain rice varieties. *Plant Foods for Human Nutrition*, 34: 253-259.
- 47- Theodore, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan, and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal of Feed Science Technology*, 48: 185-197.
- 48- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press.
- 49- Van Soest, P. V., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
- 50- Wilson, J. R., H. Denium, and E. M. Engels. 1991. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 39: 31-48.
- 51- Yari, M., R. Valizadeh, A. A. Naserian, G. R. Ghorbani, P. R. Moghaddam, A. Jonker, and P. Yu. 2012. Botanical traits, protein and carbohydrate fractions, ruminal degradability and energy contents of alfalfa hay harvested at three stages of maturity and in the afternoon and morning. *Animal Feed Science and Technology*, 172: 162-170.



The effect of harvesting time (morning vs. afternoon) on the chemical composition and nutritional value of sun-drying alfalfa, clover and barley forages

Sakineh shokripor¹ Javad Bayatkouhsar^{2*}, Farzad Ghanbari², Reza rahchamani²

Submitted: 31-10-2019

Accepted: 15-04-2020

Introduction Forages are grown mainly for feeding livestock, especially in dairy cows, because adequate roughage is needed in diets to provide good rumen function. However, as more roughage is fed, the energy density of the diet is reduced. So, the production of high quality forage is very important for dairy producers. High quality forage has direct effects on animal production efficiency, including weight gain, milk production, and reproductive success. Producing and conserving of high quality forage is a challenge because several factors can be affected forage quality including plant species, soil fertility, maturity at harvest, and harvesting (mowing, field curing, baling or chopping) and storage methods and other factors (weeds, insects and diseases). Fiber and energy contents are the most important in forage quality measures. As the fiber level increases, the energy content generally decreases. Therefore, improving forage quality can be achieved by managing forage carbohydrate content. Carbohydrates are the primary source for ruminants and contribute 60 to 70% of the net energy used for milk production and are classified as structural and non-structural. As usual, structural carbohydrates defined as neutral detergent fiber (cellulose, hemicellulose, lignin and portion of the pectin) and non-structural carbohydrates consist of the sugars, starches and pectin. Non-structural carbohydrates are a highly digestible energy source and together with degraded protein, are needed by the rumen for microbial growth and digestion. Plants accumulate sugars during the day via photosynthesis, but incur a net loss at night via dark respiration. This diurnal cycling reflects the concentration of total nonstructural carbohydrates in forages. The aim of this study was to evaluate the effect of morning versus afternoon cutting time on chemical composition, gas production parameters and digestibility of sun-drying alfalfa, clover and barley forages.

Materials and Methods About 5-7 cm above the soil stage, alfalfa, clover and barley were harvested in two times, at 06:00 AM and 18:00 PM. Whole Alfalfa and clover plants were harvested at the first bud stage of development and whole barley plant at the medium dough stage of maturity used. Their nutritive value was evaluated through the determination of chemical compositions and *in vitro* gas production techniques. Samples were tested in an *in vitro* gas production method (96 h incubation) and batch rumen culture system (24 h incubation). Rumen fluid was collected before the morning feed from three fistulated Dalagh male sheep (45 ± 1.5 kg live weight fed on a forage diet at a concentration of 40:60). *In vitro* gas production was measured in triplicate and for each replicate; a sample of 200 mg DM was used. The bottles were then filled with 30 ml of incubation medium that consisted of 10 ml of rumen fluid plus 20 ml of buffer solution and placed in a water bath at 39 °C. Gas production was recorded at 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 and 96 h. Total gas values corrected for blank incubation and gas values expressed in ml g⁻¹ of DM. The asymptotic gas production system (A) and rate of gas production (c), organic matter digestibility (OMD), metabolizable energy (ME) and short chain fatty acids (SCFA). A medium similar to one developed for gas production was used for batch rumen culture system to measure pH, and NH₃-N and *in vitro* digestibility. The pH of the media was measured after 24 h incubation. After 24 h incubation, the contents of each glass bottle were empty, strained through four layers of cheesecloth and then 10 ml of strained rumen fluid was acidified by 10 ml of 0.2 N HCl for determination of NH₃-N using the distillation method. Finally, all contents

1- Former MSc. Student of Animal Science Department, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Iran.

2- Assistant Professor of Animal Science Department, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Gonbad Kavous, University, Iran.

(*- Corresponding Author Email: javad_bayat@yahoo.com)

remaining in the bottles were filtered through nylon bags, oven dried at 60 °C for 48 h and analyzed for IVDMD and IVOMD.

Results and Discussion Results showed that cutting time affected chemical composition of alfalfa and clover forages significantly ($P < 0.05$), but had not effect on barley forage. Afternoon cutting forages had lower content of NDF and ADF and higher levels of starch and WSC compared to morning cutting forages. There were no significant differences between afternoon and morning cutting forages on gas production parameters ($P > 0.05$). However, Afternoon cut forages had higher gas production potential than morning cutting forages. Results showed that harvest time had significant effect on DMD (66 vs 59) and OMD (64 vs 58.5) of barley forage. Although, time harvesting had no effect on MCP, EMCP and PF ($P > 0.05$), but Afternoon cut forages had higher MCP, EMCP and PF than morning cutting forages.

Conclusion Generally, it was concluded that with considered all factors that affected quality and nutritive value of forages, delaying forage harvest until late afternoon could result in improve nutritive value of forage.

Keywords: Alfalfa, Chemical composition, Clover, Barley, Harvest time, Nutritional value.



مقاله علمی - پژوهشی

تعیین ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم برگ چند گونه درختی (با و بدون افزودن پلی اتیلن گلایکول) مورد استفاده در تغذیه دام

روح ا... شهرکی^۱، جواد بیات کوهسار^{۲*}، فرزاد قنبری^۲، ابوالفضل دانشور^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۰۲

چکیده

مطالعه‌ای به منظور تعیین ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و مولفه‌های قابلیت هضمی برگ چند گونه درختی مورد استفاده در تغذیه دام در قالب طرح کاملاً تصادفی (۷ تیمار و ۳ تکرار) انجام شد. در این مطالعه از ترکیب پلی اتیلن گلایکول به صورت افزودنی در سطح توصیه شده (دو برابر وزن نمونه‌های آزمایشی) استفاده شد. ترکیب شیمیایی نمونه‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد تعیین شد. به منظور برآورد فراسنجه‌های تولید گاز، از روش آزمون گاز استفاده شد. قابلیت هضم برون تنی نمونه‌ها با استفاده از روش کشت بسته تعیین شد. نتایج نشان داد که مقادیر ماده خشک، ماده آلی، غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، همی سلولز و میزان خاکستر در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. بیشترین مقدار خاکستر در تیمار افرا (۱/۲۷ درصد) و کمترین مقدار در تیمارهای بلوط، ممرز و چلم (به ترتیب ۰/۵۲، ۰/۵۶ و ۰/۵۸ درصد ماده خشک) مشاهده شد. مقدار پروتئین خام گونه‌های مختلف درختی در دامنه ۷ تا ۱۸ درصد قرار داشت. بیشترین مقدار تانن در درخت راش (۰/۰۶۳ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و کمترین مقدار در برگ درخت بلوط (۰/۰۱۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک) مشاهده گردید. نتایج نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی از نظر قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین پتانسیل و نرخ تولید گاز در برگ درخت چلم بدون افزودن پلی اتیلن گلایکول مشاهده شد (به ترتیب ۲۱۴/۹ میلی لیتر و ۴/۳۴ میلی لیتر در ساعت). افزودن پلی اتیلن گلایکول باعث افزایش میزان تولید گاز، کاهش عامل تفکیک، تولید پروتئین میکروبی و افزایش بازده تولید گاز در گونه‌های مورد مطالعه شد. به طور کلی، نتایج این مطالعه نشان داد که برگ برخی از درختان (آزاد، چلم، نمدار، راش، افرا، بلوط و ممرز) می‌تواند به عنوان مکمل پروتئینی در خوراک‌های بر پایه علوفه کم کیفیت برای زمان خشک‌سالی و کمبود علوفه در جیره نشخوارکنندگان استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: برگ درخت، ترکیب شیمیایی، پلی اتیلن گلایکول، تولید گاز، قابلیت هضم.

مقدمه

زنجیره‌ی غذایی انسانی ندارد، بهترین راهکار موجود با هدف افزایش تأمین مواد مغذی از چنین خوراک‌هایی برای تغذیه‌ی حیوانات مزرعه‌ای است. در این راستا استفاده از منابع علوفه‌ای با کیفیت پایین و بقایای صنایع غذایی و کشاورزی مورد توجه متخصصین تغذیه دام بوده است (۵۲). از نقطه نظر اقتصادی-اجتماعی و با توجه به سابقه‌ی دیرینه‌ی دامداری در ایران، مراتع به عنوان یکی از مهمترین منبع تولید علوفه به شمار می‌آیند (۷). مراتع از نظر تأمین علوفه‌ی مورد نیاز دام‌ها، پشته‌های پروتئینی کشور به حساب می‌آیند و سلامت دام و در نتیجه سلامت منابع پروتئینی و لبنی کشور وابسته به نوع علوفه و کیفیت آن است. اما عواملی نظیر شرایط متغیر اقلیمی کشور، مدیریت ناصحیح کنونی، وضعیت نامساعد مراتع و بهره‌برداری غلط منجر به نابودی و انهدام قسمت‌های زیادی از این منابع شده و پاسخگوی نیاز دام‌ها نمی‌باشند (۳۹).

معمولاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک مواد مورد استفاده در تغذیه دام گران بوده و استفاده از آن‌ها در تغذیه نشخوارکنندگان ناکارآمد و پرهزینه است (۴۰). استفاده از مواد خوراکی که رقابتی با

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

۳- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه و مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

(*)- نویسنده مسئول: Email: javad_bayat@yahoo.com

Doi: 10.22067/ijasr.v13i1.83977

در بسیاری از موارد علوفه دستی، پس چر مزارع و حتی برگ، شاخه و میوه‌های درختان و درختچه‌های موجود در مراتع مشجر نیز مورد استفاده دام‌ها قرار می‌گیرد (۵۰). وسعت جنگل‌های ایران حدود ۱۳/۸۶ میلیون هکتار است که به دو بخش جنگل‌های مرطوب و صنعتی شمال و جنگل‌های نیمه‌مرطوب و حمایتی خارج از شمال تقسیم می‌شوند (۱۵). در مراتع مشجر برگ و سرشاخه‌های گونه‌های درختی و درختچه‌ای بومی مانند انواع اکاسیاهای و دیگر درختچه‌ها منابع ارزان نیتروژن و پرتئین خام و مواد معدنی می‌باشند که می‌توانند به عنوان مکمل در جیره‌های حاوی بقایای محصولات با کیفیت پایین گنجانده شوند و به تغذیه نشخوارکنندگان برسند (۴۷، ۴۸). قسمت‌های مختلف درختان و درختچه‌ها و بوته‌ها (برگ‌ها، ساقه‌ها، غلاف، میوه‌ها، پوست و بخش‌های نرم) به دلیل مقدار پروتئین‌شان (۱۰ تا ۲۵ درصد) به عنوان منابع پروتئین محسوب می‌شوند (۱). از این رو، می‌توان از برگ و سرشاخه‌های گونه‌های مختلف درختچه‌ای و درختی به عنوان مکمل پروتئینی در جیره‌های بر پایه علوفه‌های با کیفیت پایین که منابع حجیم خوراکی در نواحی نیمه خشک و گرمسیری هستند، استفاده کرد (۴۷).

مشکل عمده استفاده از برخی برگ‌های درختان جنگلی مثل بلوط، وجود مواد ضد تغذیه‌ای از جمله تانن و اثر منفی آن بر دام می‌باشد (۲۶). تانن‌ها ترکیبات فنولی و ثانویه گیاهی هستند که به‌طور گسترده در گیاهان وجود دارند (۱، ۵۹). تانن‌ها به دو گروه اصلی قابل هیدرولیز^۱ و متراکم^۲ تقسیم شده و از تجزیه آن‌ها جلوگیری می‌کنند، بنابراین مقدار عبور آن‌ها به قسمت‌های پایین‌تر دستگاه گوارش را افزایش می‌دهند. اما اثر منفی تانن‌ها در تغذیه نشخوارکنندگان را می‌توان این‌گونه بیان کرد که تانن‌ها پروتئین‌های خوراک و آنزیم‌های گوارشی را رسوب داده و هضم پروتئین‌ها و سایر مواد مغذی را کاهش می‌دهند (۱۶). تانن‌ها با کاهش تعداد باکتری‌های تجزیه‌کننده سلولز، هضم الیاف، خروج مواد از شکمبه و مصرف خوراک را کاهش می‌دهند (۵۷).

تاکنون مطالعات مختلفی در ارتباط با ارزش تغذیه‌ای و مصرف برگ گونه‌های درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای در سطح جهانی، منطقه‌ای، ملی و محلی انجام شده است. با نتایج مطالعات نشان داد که بالاترین قابلیت هضم ماده خشک (۷۳/۵۶ درصد) مربوط به *L. leucocephala* پایین‌ترین مقدار (۴۵/۳۲ درصد) مربوط به *T. grandis* بود. به‌طور کلی، اطلاعات اندکی در این زمینه وجود دارد (۴۴). در آزمایشی گونه‌های *اقاقیا بولیویانا* و *لوکانا لوکاناسفالا*، به نسبت ۱:۱ با ذرت علوفه‌ای، سیلو شده و به تغذیه گاوهای شیری رسید. قابلیت هضم ماده‌ی خشک سیلاژ *اقاقیا/ذرت* تقریباً مشابه با

سیلاژ ذرت (۶۲/۲ در مقابل ۶۳/۸ درصد) و هر دو بالاتر از سیلاژ *لوکانا/ذرت* (۵۷/۶ درصد) بود. بسیاری از گونه‌های علوفه‌ای مثل *اقاقیا حاوی* ترکیبات ثانویه‌ای مانند تانن است که اثرات سودمند و گاهاً مضر بر حیوانات اهلی دارد (۱۵). بیشتر گونه‌های شاخ و برگدار در مطالعات مختلف حاوی غلظت متوسط و بالا پروتئین خام از ۱۲۰ تا ۲۹۲ گرم بر کیلوگرم بودند (۹). مقادیر بالای پروتئین در درختان و درختچه‌ها نشان دهنده پتانسیل آن‌ها به عنوان مکمل‌های پروتئینی برای خوراک‌های کم کیفیت نشخوارکنندگان است. مقادیر تانن در گونه‌های مختلف برگ درختان در دانه ۰/۳۶ درصد تا ۵/۲۶ درصد گزارش شده است (۴۶).

بنابراین با توجه به محدود بودن منابع خوراک دام در کشور و از طرفی نیاز روزافزون محصولات دامی و لزوم شناسایی محصولات فرعی کشاورزی و منابع طبیعی و ارزش تغذیه‌ای آن‌ها علی‌الخصوص محصولات کشاورزی و منابع طبیعی بومی و سازگار با شرایط نامساعد اقلیمی، هدف از انجام این پژوهش، تعیین ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و مولفه‌های قابلیت هضمی برگ چند گونه درختی مورد استفاده در تغذیه دام و تاثیر افزودن پلی‌اتیلن گلایکول بود.

مواد و روش‌ها

گرد آوری و آماده سازی نمونه گیاهی

۷ گونه از درختان جنگلی شامل: برگ درخت آزاد^۳، چلم (همیشک)^۴، نمدار^۵، راش^۶، افرا^۷، بلوط^۸ و ممرز^۹ از جنگل شصت کلاته گرگان با مساحت ۳۷۱۶ هکتار و از منطقه‌ای با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۸ دقیقه و ۶ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه و ۲۷ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۲۱ دقیقه و ۲۶ ثانیه تا ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه و ۵۷ ثانیه شرقی جمع آوری و مراحل انجام آزمایش در مزرعه آموزشی-پژوهشی و آزمایشگاه تغذیه دام، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس انجام شد.

تعیین ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی نمونه‌ها مطابق روش استاندارد AOAC (۵) تعیین شد. ماده خشک به وسیله قرار دادن نمونه‌ها در آون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس تعیین گردید. خاکستر خام با استفاده از کوره

3- Siberian Elm
4- Lexandrian Laurel
5- Linden
6- Beech
7- Maple Tree
8- Caucasian oak
9- Hornbean

1- Hydrolyzable Tannins (HT)
2- Condensed Tannins (CT)

این محلول به‌داخل ویال‌های شیشه‌ای حاوی ۲۰۰ میلی گرم نمونه با و بدون پلی‌اتیلن گلایکول (دو برابر وزن نمونه‌های آزمایشی، $MW = 6000$, Merck) ریخته شد. سر این ویال‌های شیشه‌ای به‌کمک درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی به‌طور کامل بسته شد. ویال‌ها درون حمام آب گرم دارای دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار داده شدند. در طی این مدت، ویال‌های شیشه‌ای در فواصل زمانی معین تکان داده می‌شدند. حجم گاز تولید شده در فواصل زمانی ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بعد از انکوباسیون، به‌صورت تجمعی محاسبه شد. برآورد فراسنجه‌های مختلف تولید گاز توسط نرم‌افزار Fit curve و بر اساس رابطه ۴ انجام شد (۴۲):

$$y = b(1 - e^{-ct}) \quad (4)$$

در این رابطه، y گاز تولید شده در زمان t ، b تولید گاز از بخش نامحلول قابل تخمیر، e عدد نپر، c ثابت نرخ تولید گاز برای بخش b و t زمان کشت هستند.

مقادیر انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم ماده آلی نمونه‌ها با استفاده از معادلات منک و استینگاس (۳۵) و نیز مقدار اسیدهای چرب کوتاه زنجیر براساس رابطه گتاچو و همکاران (۱۷) به‌ترتیب با استفاده از رابطه‌های ۵، ۶ و ۷ برآورد شدند.

$$ME = 2/20 + 0/136 GP + 0/057 CP + 0/029 CF \quad (5)$$

$$OMD = 14/88 + 0/889 GP + 0/45 CP + 0/0651 XA \quad (6)$$

$$SCFA = 0/222 GP - 0/0425 \quad (7)$$

در این روابط: ME: انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)، GP: میزان تولید گاز خالص بعد از ۲۴ ساعت (میلی‌لیتر به ازاء ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)، CP: پروتئین خام (درصد از ماده خشک)، CF: الیاف خام (درصد از ماده خشک)، OMD: قابلیت هضم ماده آلی، SCFA: اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول) و XA: میزان خاکستر (درصد از ماده خشک) می‌باشند.

برآورد قابلیت هضم برون‌تنی

اندازه‌گیری قابلیت هضم تیمارهای مختلف بر اساس روش کشت بسته انجام شد (۵۴). بدین منظور، ابتدا نمونه‌ها به اندازه یک میلی‌متر آسیاب و سپس خشک شدند. روش تهیه بزاقت مصنوعی و جمع‌آوری مایع شکمبه مطابق آنچه در آزمون تولید گاز شرح داده شد، صورت گرفت. با این تفاوت که در آزمایش تعیین قابلیت هضم، داخل هریک از ویال‌های شیشه‌ای ۵۰۰ میلی گرم از هر نمونه ریخته شده و ۵۰ میلی‌لیتر از مخلوط بزاقت مصنوعی و مایع شکمبه به‌نسبت ۲ به ۱ به داخل هر ویال با و بدون پلی‌اتیلن گلایکول (دو برابر وزن نمونه‌های آزمایشی، $MW = 6000$, Merck) اضافه شد. سپس به‌مدت ۱۰ ثانیه به‌داخل هر ویال شیشه‌ای گاز دی‌اکسیدکربن وارد شده و درب آن به کمک درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی به‌طور کامل بسته شد. سپس ویال‌ها درون حمام آب گرم در دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار

الکتریکی برآورد شد. مقدار چربی خام با استفاده از دستگاه سوکسیله اندازه‌گیری شد. مقدار پروتئین خام نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اتوکدال تعیین شد (نیتروژن $\times 6/25$). اندازه گیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با روش ون سوست (۵۶) انجام شد.

تعیین مواد معدنی و ترکیبات فنولی

اندازه‌گیری سدیم، پتاسیم با دستگاه فلیم‌فتومتر و کلسیم و فسفر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Biochrom Libera-S22) اندازه‌گیری شد (۳). به‌منظور اندازه‌گیری فنل کل مقدار ۰/۱ گرم از نمونه خشک اندام گیاهی با ۱۰ میلی‌لیتر اتانول داغ ۸۰ درصد خرد و برای ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. مخلوط رویی برای تغلیظ در حمام آب جوش قرار داده شد. سپس یک میلی‌لیتر از محلول با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. به ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول حاصل، به ترتیب ۲/۵ و ۰/۵ میلی‌لیتر آب مقطر و مصرف فولین‌سیوکالتو ۵۰ درصد اضافه شد. بعد از مدت ۳ دقیقه، ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۲۰ درصد اضافه و برای ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. در پایان مقدار جذب نمونه به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۵۰ نانومتر قرائت و سپس میزان فنل کل بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید در یک گرم وزن خشک نمونه به‌دست آمد (۲۹). جهت اندازه‌گیری تانن از روش فولین دینز استفاده شد. به این ترتیب که ۰/۵ گرم نمونه در ده میلی‌لیتر آب مقطر به‌مدت نیم ساعت به آرامی جوشید و سپس در ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. یک میلی‌لیتر از محلول فوقانی به هشت میلی‌لیتر آب مقطر، ۰/۵ میلی‌لیتر فولین دینز و یک میلی‌لیتر کربنات سدیم اشباع مخلوط شدند، پس از نیم ساعت در تاریکی جذب آن‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد (۳۱).

آزمون تولید گاز

تولید گاز تیمارهای آزمایشی بر اساس روش استاندارد اندازه‌گیری شد (۳۴). مایع شکمبه از ۳ راس گوسفند نر نژاد دالاق $45 \pm 2/5$ کیلوگرم دارای فیستولای شکمبه‌ای قبل از خوراک‌دهی صبح جمع‌آوری شد. حیوانات در سطح نگهداری با جیره حاوی ۷۰ درصد علوفه (یونجه و سیلاژ ذرت به نسبت مساوی) و ۳۰ درصد کنسانتره (جو، کنجاله تخم پنبه، سبوس و مکمل) تغذیه شدند و به آب آزادانه دسترسی داشتند. مایع شکمبه بلافاصله به آزمایشگاه انتقال یافت. بزاقت مصنوعی و مایع شکمبه تهیه شده به‌نسبت ۲ به ۱ (۲ حجم بزاقت مصنوعی و ۱ حجم مایع شکمبه) به‌داخل بالن مخصوص ریخته شدند. سپس گاز دی‌اکسید کربن به‌داخل مخلوط تزریق شده و در آب گرم با دمای ۳۹ درجه سلسیوس نگهداری شد. در نهایت ۳۰ میلی‌لیتر از

داده شدند. بعد از گذشت ۲۴ ساعت، تمامی ویال‌ها از حمام آب گرم خارج شده و به‌طرف حاوی یخ منتقل شدند. نمونه‌های موجود در هر ویال، با استفاده از پارچه مخصوص صاف شده و محتویات هضم نشده از فاز مایع جدا شدند. سپس pH فاز مایع نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. پس از صاف کردن محتویات کشت ۲۴ ساعته، نمونه‌های حاصل به‌مدت ۴۸ ساعت در آون ۶۰ درجه سلسیوس خشک شدند. سپس قابلیت هضم ظاهری نمونه‌ها محاسبه شد.

فراسنجه‌های تخمیری شکمبه با روش برون‌تنی

میزان نیتروژن آمونیاکی نمونه‌ها با استفاده از روش فنل-هیپوکلریت تعیین گردید (۱۲). بدین منظور از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر جهت قرائت جذب نوری استفاده شد. محاسبه توده میکروبی تولید شده با استفاده از رابطه ۸ انجام شد (۲۶).

$$MB = GP \times (PF - 2/2) \quad (8)$$

در این رابطه، MB تولید توده میکروبی، GP میزان تولید گاز خالص بعد از ۲۴ ساعت (میلی‌لیتر) و PF عامل تفکیک (میلی‌گرم در میلی‌لیتر) هستند. عامل تفکیک برابر با نسبت میلی‌گرم ماده آلی حقیقی هضم شده بر میلی‌لیتر حجم گاز خالص تولیدی می‌باشد. بازده مقدار توده میکروبی با تقسیم توده میکروبی تولید شده بر مقدار ماده آلی حقیقی قابل تخمیر در پایان زمان انکوباسیون (۲۴ ساعت) محاسبه گردید.

تجزیه آماری داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. مدل آماری طرح به‌صورت رابطه ۹ بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad (9)$$

در این رابطه، Y_{ij} مقدار هر مشاهده، μ میانگین کل، T_i اثر تیمار و e_{ij} خطای آزمایش هستند.

پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۵۱) و رویه GLM انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار^۱ استفاده شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی نمونه‌های برگ درختان در جدول ۱ نشان داده شده است. مقادیر ماده خشک، ماده آلی، غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، همی سلولز و میزان خاکستر در بین تیمارها

اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). میزان ماده خشک در بین گونه‌های مورد مطالعه از ۳۸/۳۰ تا ۶۱/۶۰ درصد متغیر بود. بیشترین میزان ماده خشک مربوط به برگ درخت بلوط می‌باشد. بیشترین مقدار خاکستر در تیمار افرا (۱/۲۷ درصد) و کمترین مقدار در تیمارهای بلوط، ممرز و چلم (به‌ترتیب ۰/۵۲، ۰/۵۶ و ۰/۵۸ درصد ماده خشک) مشاهده شد. برگ درخت راش بیشترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی را داشت (به‌ترتیب ۴۵/۰۶ و ۶۶/۷۳ درصد). میزان همی سلولز برگ درخت آزاد ۲۳/۰۶، چلم ۱۴/۶۰، نمدر ۱۲/۶۵، راش ۲۱/۷۶، افرا ۹/۶۰، بلوط ۱۷/۶۰ و ممرز ۲۴/۲۰ درصد ماده خشک بود.

ارزش غذایی یک علوفه به ترکیب گیاهی آن وابسته است، زیرا گونه‌های گیاهی ارزش غذایی متفاوتی دارند. همچنین، آگاهی از ترکیبات شیمیایی گیاهان مورد استفاده در تغذیه دام می‌تواند، راه‌حلی برای شناخت کمبودهای احتمالی برخی از مواد مغذی در خوراک دام باشد. اختلاف موجود در ترکیبات شیمیایی گونه‌های مختلف مربوط به توانایی ذاتی آن‌ها در گرفتن مواد مغذی از خاک و تبدیل آن‌ها به بافت‌های گیاهی می‌باشد (۲۱). یوسف الهی و همکاران (۶۰) ارزش تغذیه‌ای برگ درخت که‌هور را در مراحل مختلف رشد (۳ مرحله) بررسی کردند. محتوای ماده آلی، خاکستر، الیاف شوینده خنثی و اسیدی تحت تاثیر مرحله رشد قرار نگرفت. معمولاً در علوفه‌های خانواده لگومینه و گرامینه با پیشرفت مرحله بلوغ محتوای الیاف افزایش و پروتئین خام کاهش می‌یابد (۵۶). در پژوهشی بین برگ گونه‌های مختلف درختان مقدار خاکستر، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و لیگنین را به-ترتیب ۳۵-۶۰، ۳۰۰-۱۰۷، ۵۱۱-۱۵۴، ۳۹۶-۱۴ و ۵۱-۲۰۶ گرم بر کیلوگرم ماده خشک به‌دست آوردند (۱).

اندازه‌گیری مواد معدنی و ترکیبات فنولی

مقادیر مواد معدنی و عوامل ضدتغذیه‌ای موجود در برگ درختان آزاد، چلم (همیشک)، نمدر، راش، افرا، بلوط و ممرز در جدول ۲ آمده است. نتایج حاکی از اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف از لحاظ مواد معدنی و ترکیبات فنولی بود ($P < 0.05$). دامنه تغییرات عناصر معدنی پرمصرف سدیم، پتاسیم، فسفر و کلسیم به‌ترتیب ۸۴۲/۴۸-۲۵۱/۷۱، ۲۸/۷۹-۵/۱۵، ۳/۶۹-۰/۶۲ و ۲۱-۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک به‌دست آمد که سدیم بیشترین مقدار را در برگ گونه‌های درختی داراست. بالاترین مقدار سدیم در برگ درخت ممرز و پایین‌ترین مقدار در برگ درخت بلوط مشاهده شد. بیشترین مقدار تانن در درخت راش (۰/۰۶۳ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و کمترین مقدار در درختان بلوط و افرا (به‌ترتیب ۰/۰۱۸ و ۰/۰۲۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک) مشاهده گردید. مقدار فنل در دامنه ۰/۷۷۸-۰/۳۷۴ گرم در کیلوگرم ماده خشک که بالاترین و پایین‌ترین مقدار

1- Least Significant Difference (LSD)

آن به‌ترتیب در بلوط و ممرز (۰/۷۷۸ و ۰/۷۳۹) و نمدار و راش (۰/۳۸۶ و ۰/۳۷۴) گرم در کیلوگرم ماده خشک بود.

جدول ۱- تعیین ترکیب شیمیایی برگ چند گونه درختی^۱

Table 1- Determination of chemical composition of several tree species¹

Treatments تیمارها	ترکیب شیمیایی ^۲ Chemical composition ²									
	DM	OM	Ash	CP	ADF	NDF	Hem	TDN	NE _L	NE _g
آزاد <i>Siberian Elm</i>	56.00 ^b	99.07 ^c	0.93 ^b	17.00 ^a	28.60 ^d	51.66 ^c	23.06 ^a	65.47 ^b	1.48 ^b	0.89 ^b
چلم <i>Lexandrian Laurel</i>	38.30 ^f	99.42 ^a	0.58 ^d	11.10 ^c	35.06 ^b	49.66 ^c	14.60 ^{bc}	58.37 ^d	1.31 ^d	0.68 ^d
نمدار <i>Linden</i>	45.80 ^e	98.96 ^c	1.04 ^b	18.00 ^a	20.40 ^e	33.00 ^e	12.65 ^{cd}	72.15 ^a	1.64 ^a	1.08 ^a
راش <i>Beech</i>	52.10 ^d	99.24 ^b	0.76 ^c	17.16 ^a	45.06 ^a	66.73 ^a	21.76 ^a	52.85 ^e	1.17 ^e	0.52 ^e
افرا <i>Maple Tree</i>	44.60 ^e	98.73 ^d	1.27 ^a	14.50 ^b	29.73 ^d	39.33 ^d	9.60 ^d	63.75 ^c	1.44 ^c	0.83 ^c
بلوط <i>Caucasian oak</i>	61.60 ^a	99.48 ^a	0.52 ^d	8.00 ^d	32.46 ^c	50.06 ^c	17.60 ^b	59.26 ^d	1.33 ^d	0.71 ^d
ممرز <i>Hornbean</i>	54.00 ^c	99.44 ^a	0.56 ^d	7.00 ^d	31.93 ^c	56.13 ^b	24.20 ^a	59.31 ^d	1.33 ^d	0.71 ^d
SEM	0.577	0.038	0.038	0.503	0.417	1.200	1.240	0.435	0.011	0.012
P-value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

^۱ میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

^۲ DM: ماده خشک (درصد)، OM: ماده آلی (درصد ماده خشک)، Ash: خاکستر (درصد ماده خشک)، CP: پروتئین خام (درصد ماده خشک)، ADF: الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد ماده خشک)، NDF: الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد ماده خشک)، Hem: همی سلولز (درصد ماده خشک)، TDN: کل مواد مغذی قابل‌هضم، NE_L: انرژی خالص برای شیردهی (مگا ژول در کیلوگرم)، NE_g: انرژی خالص برای رشد (مگا ژول در کیلوگرم).

¹ Means within same column with different superscripts are differ (P<0.05).

² DM: Dry matter; OM: Oeganic matter; CP: Crude protein; ADF: Acid detergent fiber; NDF: Nutral detergent fiber; Hem: Hemycellolode; TDN: Total digestible nutrients; NE_L: Net energy for laction; NE_g: Net energy for growth.

(۴۳)، بر این اساس تانن و فنل موجود در گونه‌های پژوهش حاضر، مفید محسوب می‌شوند. ارتباط بین میزان کل فنل‌ها و کل تانن‌ها در آزمایش حاضر مخالف یافته‌های یوسف‌الهی و همکاران (۶۰) و ماکار و سینگ (۲۷) بود که یک ارتباط مثبت و بالایی را بین میزان کل فنل‌ها و کل تانن‌ها ذکر کرده بودند.

بررسی روند و فراسنجه‌های تولید گاز

نتایج مربوط به فراسنجه‌های تولید گاز برگ درختان مورد مطالعه بدون افزودن پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی از نظر قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). بیشترین پتانسیل و نرخ تولید گاز در برگ درخت چلم مشاهده شد (به‌ترتیب ۲۱۴/۹±۱۵/۸۰ میلی‌لیتر و ۴/۳۴±۰/۸۴۴ میلی‌لیتر در ساعت). تمامی تیمارها دارای

بیشتر لگوم‌های نواحی گرمسیری حاوی مقادیر کلسیم از ۸/۶ تا ۱۰/۲ گرم بر کیلوگرم ماده خشک هستند (۴۸). روبانزا و همکاران (۴۹) و متیو و همکاران (۴۱) گزارش کردند کلسیم در محدوده بالا (۶/۶-۳۵/۶) گرم بر کیلوگرم ماده خشک است که در پژوهش مورد نظر کلسیم موجود در برگ گونه‌های درختی در محدوده بالایی است. در گونه‌های درختی اغلب نسبت کلسیم به فسفری که بیشتر مورد نیاز دام است توسط روبانزا (۴۸) (۳۱/۵:۱ - ۶/۶:۱) و روبانزا و همکاران (۴۹) (۵۵/۱۱:۱ - ۱۳/۸۱:۱) گزارش شده است. سطوح فسفر برای اغلب گونه‌های درختی از ۱ تا ۵ گرم بر کیلوگرم ماده خشک اشاره شده است (۴۹، ۴۱) که در مطالعه حاضر از ۰/۶۲ تا ۳/۶۹ به دست آمد.

فنل‌ها و تانن‌ها وقتی که در سطوح پایین (کمتر از ۵ درصد) هستند، مفید هستند؛ زیرا آن‌ها به‌عنوان متابولیت‌های ثانویه گیاه عمل می‌کنند و پروتئین‌ها را از تخریب بلورین محافظت می‌کنند

با افزودن پلی اتیلن گلیکول مقادیر قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر افزایش یافت. روند تولید گاز برگ درختان آزاد، چلم، نمدار، راش، افرا، بلوط و ممز بدون پلی اتیلن گلیکول در زمان‌های مختلف انکوباسیون در نمودار ۱ نشان داده شده است. تولید گاز در تمامی تیمارها از زمان ۸ ساعت روند افزایشی پیدا کرد. برگ درختان چلم و نمدار بیشترین و برگ درخت راش کمترین روند تولید گاز را داشتند.

زمان تاخیر برای تولید گاز بودند که بیشترین در آزاد و چلم ($5/48 \pm 1/25$ و $4/34 \pm 0/844$ ساعت) و کمترین در ممز ($-/448$) بود. $2/018 \pm 0$ ساعت) بود.

نتایج حاصل از فراسنجه‌های تولید گاز برگ درختان آزاد، چلم، نمدار، راش، افرا، بلوط و ممز با افزودن پلی اتیلن گلیکول در جدول ۳ نشان داده شده است. افزودن پلی اتیلن گلیکول سبب افزایش تولید گاز شد. فراسنجه‌های تولید گاز و تخمینی در میان تیمارها اختلاف معنی‌داری با هم داشتند ($P < 0/05$). نتایج به‌دست آمده نشان داد که

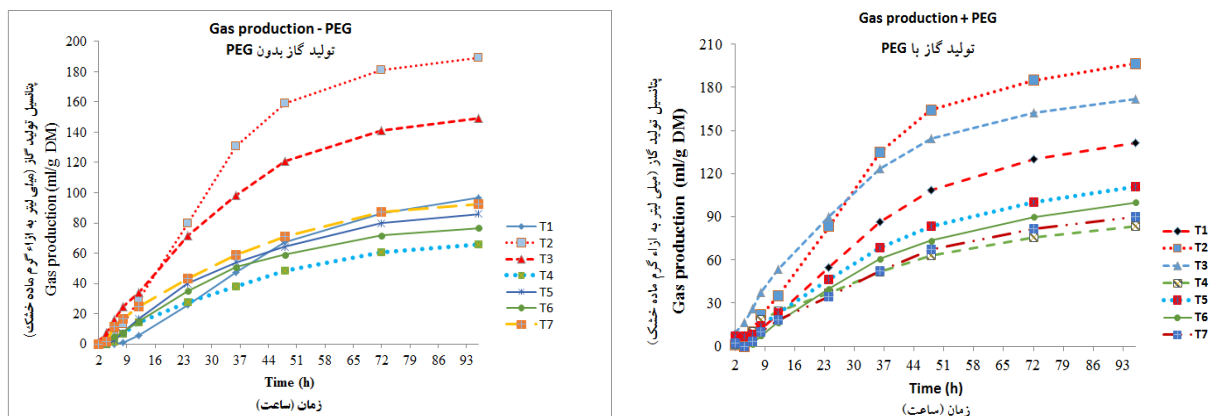
جدول ۲- تعیین مواد معدنی و عوامل ضدتغذیه‌ای در برگ چند گونه درختی (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)^۱

Table 2- Determination of Minerals and anti-nutrition Factors in Leaves of Several Tree Species (mg/kg DM)¹

Treatments تیمارها	مواد معدنی و عوامل ضدتغذیه‌ای Minerals and anti-nutrition Factors					
	Na سدیم	K پتاسیم	P فسفر	Ca کلسیم	Tannin تانن	Phenol فنتل
آزاد <i>Siberian Elm</i>	339.46 ^f	25.00 ^b	3.69 ^a	21.00 ^a	0.044 ^b	0.46 ^c
چلم <i>Lexandrian Laurel</i>	596.45 ^b	25.84 ^b	2.99 ^a	16.00 ^{ab}	0.042 ^b	0.55 ^b
نمدار <i>Linden</i>	515.65 ^c	5.15 ^c	0.68 ^c	15.00 ^b	0.044 ^b	0.38 ^d
راش <i>Beech</i>	377.76 ^c	11.05 ^d	3.50 ^a	14.00 ^b	0.063 ^a	0.37 ^d
افرا <i>Maple Tree</i>	406.41 ^d	28.79 ^a	1.19 ^{bc}	15.00 ^b	0.028 ^{cd}	0.56 ^b
بلوط <i>Caucasian oak</i>	251.71 ^g	11.91 ^d	0.62 ^c	16.00 ^{ab}	0.018 ^d	0.77 ^a
ممز <i>Hornbean</i>	842.48 ^a	17.45 ^c	1.73 ^b	18.33 ^{ab}	0.037 ^{bc}	0.74 ^a
SEM	0.577	0.577	0.317	1.720	0.004	0.021
P-value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

^۱ میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0/05$).

¹ Means within same column with different superscripts are differ ($P < 0.05$).



شکل ۱- روند تولید گاز برگ درختان مورد مطالعه بدون و با افزودن پلی اتیلن گلیکول در زمان‌های مختلف انکوباسیون

تیمارها عبارتند از: T1: آزاد، T2: چلم، T3: نمدر، T4: راش، T5: افرا، T6: بلوط، T7: ممرز

Figure 1- *In vitro* gas production leaves of the studied trees without and with the addition of polyethylene glycol at different times of incubation.

Treatments: T1: Siberian Elm, T2: Lexandrian Laurel, T3: Linden, T4: Beech, T5: Maple Tree, T6: Caucasian oak, T7: Hornbeam

تجزیه پروتئین کاهش یافت. تانن‌ها با اتصال به مواد مغذی و مهار میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده الیاف سبب کاهش تخمیر مواد مغذی در شکمبه می‌شوند. پلی اتیلن گلیکول با اتصال به تانن‌ها اثرات منفی آن‌ها بر میکروارگانیسم‌ها و تخمیر شکمبه را کاهش می‌دهد (۲۵). پلی اتیلن گلیکول سبب شکستن کمپلکس بین تانن و ماکرومولکول‌ها شده و با اتصال به تانن سبب آزادسازی این مواد و افزایش فراهمی آن‌ها به‌ویژه نیتروژن برای باکتری‌ها می‌شود (۲۵). البته میزان اثر مثبت پلی اتیلن گلیکول بستگی به فاکتورهایی مانند ساختمان تانن، سطح تانن در علوفه، دوز پلی اتیلن گلیکول استفاده شده و طریقه استفاده از آن دارد (۹).

مشخص نیست که پلی اتیلن گلیکول بتواند تمامی تانن‌های موجود در ماده خوراکی را خنثی کند (۲۵). برای مثال در برگ‌های پالم علی‌رغم میزان بالای تانن، استفاده از پلی اتیلن گلیکول اثر خیلی کمی بر تولید گاز داشت (۶). همچنین پلی اتیلن گلیکول توانایی کمتری برای کاهش اثر سمی تانن قابل هیدرولیز در مقایسه با تانن متراکم دارد (۳۸). در آزمایش‌هایی که با گیاهان حاوی تانن انجام شده است مقدار تولید گاز با افزایش مقدار تانن کاهش پیدا کرده است (۸) که با آزمایش مورد نظر نیز همسو بود و برگ درخت راش که دارای بیشترین تانن بود تولید گاز کمتری داشت.

روند حجم گاز تولیدی نمونه‌های برگ درختان مختلف همراه با پلی اتیلن گلیکول در زمان‌های مختلف انکوباسیون در نمودار ۲ ارائه شده است. تولید گاز با استفاده از پلی اتیلن گلیکول روند افزایشی بیشتری در مقایسه با بدون استفاده از پلی اتیلن گلیکول داشت. همانند تولید گاز با پلی اتیلن گلیکول بیشترین و کمترین روند تولید گاز به ترتیب در برگ درخت چلم و راش مشاهده شد.

با توجه به اینکه ارزش غذایی مواد خوراکی و محصولات فرعی همبستگی بسیار بالایی با میزان تولید گاز در ۲۴ ساعت انکوباسیون دارد، لذا بالا بودن تولید گاز در ۲۴ ساعت اولیه دلیل بر بالا بودن ارزش غذایی مواد خوراکی است (۳۵). منک و استینگاس (۳۲) بیان نمودند وقتی که از روش تولید گاز برای تعیین خصوصیات هضمی مواد خوراکی استفاده می‌شود، فرض بر این است که گاز تولیدی تحت تأثیر هیچ عامل دیگری جز ترکیبات شیمیایی و خصوصیات فیزیکی و کربوهیدرات‌هایی که الیاف نامحلول درشونده خنثی و اسیدی خوراک قرار نمی‌گیرد توسط میکروب‌های شکمبه به آهستگی هضم می‌شوند، میزان و نرخ تولید گاز را کاهش می‌دهند.

ترکیبات ثانویه گیاهان از جمله تانن‌های متراکم بر قابلیت هضم ماده خشک و تولید گاز در ۲۴ ساعت اثر منفی می‌گذارد (۲۲). در آزمایش خزل و همکاران (۲۲) در زمان استفاده از خوراک‌های حاوی تانن با افزایش زمان انکوباسیون تولید گاز افزایش یافت که همسو با نتایج این پژوهش بود. با افزایش تانن متراکم تولید گاز، تولید متان و

جدول ۳- فراسنجه‌های تولید گاز برگ درختان با و بدون افزودن پلی اتیلن گلیکول^۱
Table 3- Gas Production Parameters of Leaves of Trees with and without Adding Polyethylene Glycol¹

Treatments تیمارها	فراسنجه‌های تولید گاز Gas Production Parameters					
	b (ml) پتانسیل تولید گاز (میلی لیتر)	c (ml/h) نرخ تولید گاز (میلی لیتر در ساعت)	SCFA (mmol/200 mg DM) اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی مول در ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)	ME (MJ/Kg) انرژی قابل متابولیسم (مگا ژول در کیلوگرم)	OMD (%) قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	Delay time (h) زمان تاخیر (ساعت)
بدون پلی اتیلن گلیکول						
آزاد Siberian Elm	142.55 ^c	0.011 ^c	0.11 ^c	2.91 ^c	19.60 ^c	4.85 ^a
چلم Lexandrian Laurel	208.45 ^a	0.039 ^a	0.350 ^a	4.38 ^a	29.31 ^a	3.92 ^{ab}
نمدار Linden	162.50 ^b	0.026 ^b	0.31 ^a	4.15 ^a	27.84 ^a	2.01 ^c
راش Beech	75.18 ^e	0.020 ^b	0.12 ^c	2 ^c .95	19.90 ^c	3.24 ^b
افرا Maple Tree	93.84 ^d	0.023 ^b	0.17 ^b	3.29 ^b	22.13 ^b	3.53 ^b
بلوط Caucasian oak	88.34 ^{ed}	0.025 ^b	0.15 ^{bc}	3.15 ^{bc}	21.20 ^{bc}	3.32 ^b
ممرز Hornbean	150.34 ^e	0.025 ^b	0.18 ^b	3.38 ^b	22.70 ^b	1.79 ^c
SEM	3.42	0.0019	0.016	0.104	0.687	0.340
P-value	<0.001	<0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
با افزودن پلی اتیلن گلیکول						
آزاد Siberian Elm	161.1 ^c	0.0231 ^c	0.30 ^b	4.09 ^b	27.39 ^b	2.00 ^b
چلم Lexandrian Laurel	210.90 ^a	0.031 ^b	0.46 ^a	5.08 ^a	33.95 ^a	3.35 ^a
نمدار Linden	177.95 ^b	0.037 ^a	0.46 ^a	5.06 ^a	33.84 ^a	0.62 ^c
راش Beech	87.94 ^g	0.027 ^{bc}	0.18 ^e	3.34 ^e	22.44 ^e	1.14 ^{bc}
افرا Maple Tree	122.95 ^d	0.024 ^c	0.24 ^c	3.74 ^c	25.13 ^c	1.42 ^{bc}
بلوط Caucasian oak	110.65 ^e	0.024 ^c	0.21 ^d	3.56 ^d	23.90 ^d	3.51 ^a
ممرز Hornbean	101.75 ^f	0.025 ^c	0.177 ^e	3.31 ^e	22.25 ^e	3.02 ^a
SEM	2.39	0.001	0.008	0.052	0.348	0.275
P-value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.004

^۱ میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

¹Means within same column with different superscripts are differ (P<0.05).

برگ درخت چلم و نمدار بود (به ترتیب: ۷/۳۵، ۷/۳۱، ۷/۰۳ و ۶/۸۹). در پژوهش حاضر، میزان عامل تفکیک ۴۶/۲۱-۶/۴۰ میلی گرم در میلی لیتر به دست آمد. بیشترین میزان در تیمار راش مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد بازده تولید گاز برگ درختان آزاد، چلم، نمدار، راش، افرا، بلوط و ممرز به ترتیب ۹۹/۸۶، ۸۳/۷۳، ۵۰/۶۹، ۰۳/۵۹، ۸۰/۱۰۴ و ۷۰/۸۸ و ۴۶/۱۰۱ میلی لیتر بر گرم ماده خشک بود ($P < 0.05$). تیمارهای نمدار و افرا بیشترین توده میکروبی (به ترتیب ۷۳/۱۸۲ و ۴۶/۱۸۵ میلی گرم بر گرم ماده خشک) و تیمار راش بیشترین بازده توده میکروبی تولید شده (۸۹۵/۰) در پایان ۲۴ ساعت انکوباسیون داشتند ($P < 0.05$).

قابلیت هضم، نیتروژن آمونیاکی، pH و فراسنجه‌های تخمیری برگ درختان آزاد، چلم، نمدار، راش، افرا، بلوط و ممرز با استفاده از پلی اتیلن گلیکول در جدول ۴ ارائه شده است. به طور کلی اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود داشت ($P < 0.05$). همانند نمونه‌های بدون استفاده از پلی اتیلن گلیکول تیمار نمدار بیشترین مقدار قابلیت هضم برون تنی ماده خشک و ماده آلی نمونه‌های برگ داشت (به ترتیب ۴۳/۸۶ و ۵۷/۶۹ درصد ماده خشک).

مقدار نیتروژن آمونیاکی نمونه‌های برگ چند گونه درختی در محدوده ۲۲/۱ تا ۴۱/۲ میلی گرم در دسی لیتر به دست آمد. در این پژوهش pH در محدوده ۷/۰۰ تا ۴۱/۷ به دست آمد که با افزودن پلی اتیلن گلیکول مقدار نیتروژن آمونیاکی کاهش و pH افزایش پیدا کرد ($P < 0.05$).

میزان عامل تفکیک نمونه‌های برگ درختان با افزودن پلی اتیلن گلیکول ۶۱/۹-۸۱/۴ میلی گرم در میلی لیتر به دست آمد. با افزودن پلی اتیلن گلیکول عامل تفکیک کاهش مشهودی یافت ($P < 0.05$). کمترین مقدار عامل تفکیک در تیمار چلم مشاهده گردید (۸۱/۰-۴ میلی گرم در میلی لیتر). نتایج مقایسه میانگین نشان داد افزودن پلی اتیلن گلیکول باعث افزایش قابل ملاحظه‌ای بازده تولید گاز پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون تمام تیمارها شدند ($P < 0.05$). کمترین مقدار این صفت در تیمار بلوط مشاهده گردید (۲۵/۱۳۱ میلی لیتر). استفاده از پلی اتیلن گلیکول باعث کاهش توده میکروبی و بازده توده میکروبی تولید شده در پایان ۲۴ ساعت انکوباسیون شد ($P < 0.05$).

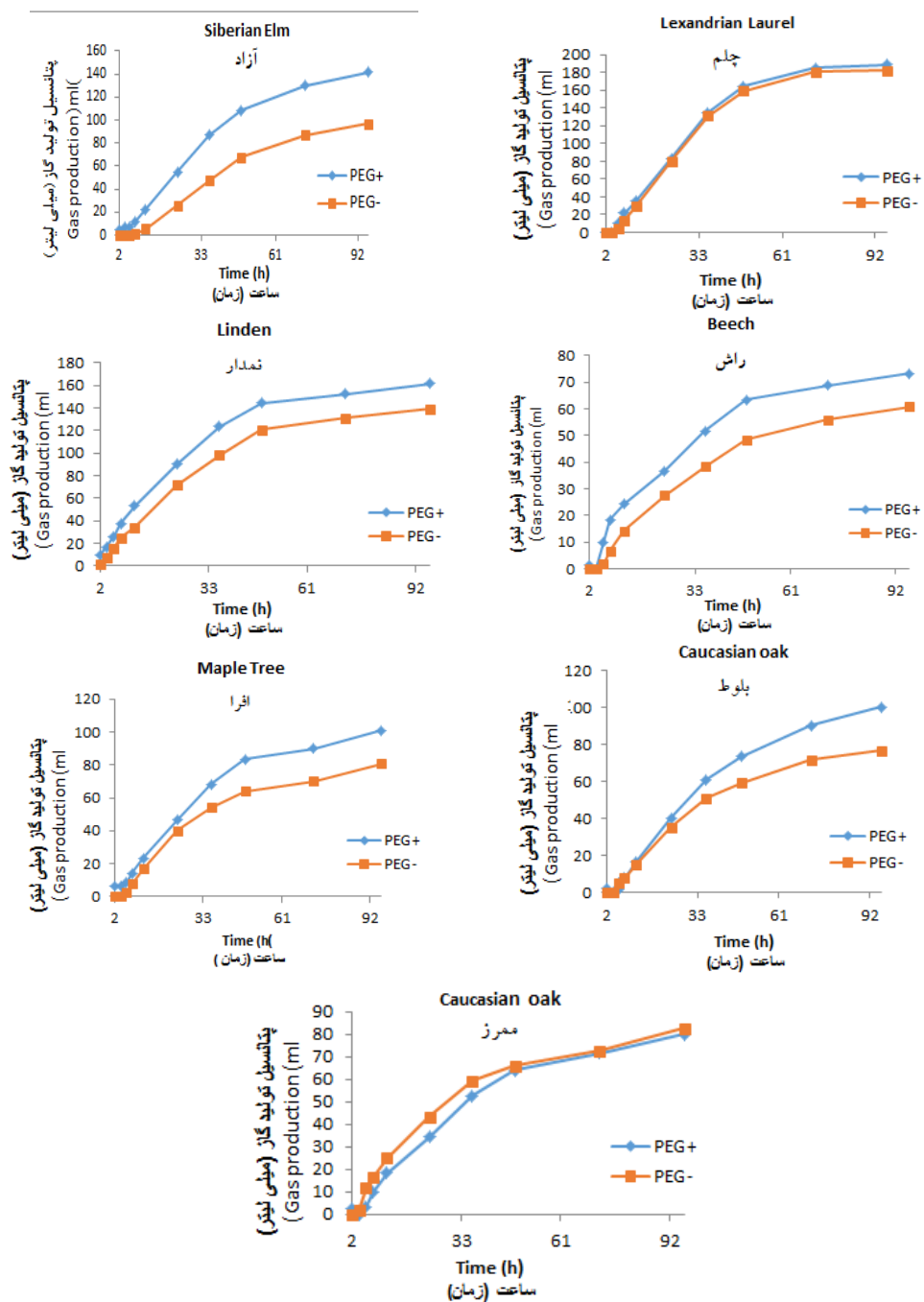
طی پژوهشی یوسف الهی و همکاران (۶۰) که در آزمون تولید گاز از ۷۵۰ میلی گرم پلی اتیلن گلیکول برای بررسی اثر مرحله رشد برگ کهور بر تولید گاز و ثابت نرخ تولید گاز استفاده شده بود. افزودن پلی اتیلن گلیکول به محیط کشت سبب افزایش تولید گاز شد. در آزمایش مالدار و همکاران (۲۸) تولید گاز برگ بلوط در زمان استفاده از پلی اتیلن گلیکول و در آزمایش کامالاک و همکاران (۲۰) تولید گاز با افزایش زمان انکوباسیون افزایش یافت. بشارتی و تقی زاده (۱۰) در ساعات اولیه انکوباسیون از لحاظ تولید گاز اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده نکردند اما از لحاظ عددی تولید گاز تفاله انار بدون استفاده از پلی اتیلن گلیکول از تولید گاز تفاله انار به همراه ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم پلی اتیلن گلیکول بالاتر بود. اما در مطالعه مورد نظر با افزودن پلی اتیلن گلیکول تولید گاز افزایش یافت.

در توافق با پژوهش حاضر مالدار و همکاران (۲۸) گزارش کردند استفاده از پلی اتیلن گلیکول سبب بهبود فراسنجه‌های تولید گاز برگ بلوط شد. حسن سلام و همکاران (۱۸) گزارش کردند که بین قابلیت هضم ماده آلی در روش تولید گاز و میزان ترکیبات فنولی رابطه منفی وجود دارد و با افزایش ترکیبات فنولی میزان قابلیت هضم خوراک کاهش می‌یابد. با توجه به این که بیشتر گاز در اثر تخمیر کربوهیدرات‌ها تولید می‌شود (۲۶)، یوسف الهی و همکاران (۶۰) بیان کردند استفاده از پلی اتیلن گلیکول سبب افزایش انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم ماده آلی برگ کهور در مراحل مختلف رشد شد که موافق با مطالعه مورد نظر بود.

تعیین قابلیت هضم و فراسنجه‌های تخمیری برگ چندگونه درختی بدون و با افزودن پلی اتیلن گلیکول

بررسی قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی، نیتروژن آمونیاکی، pH و فراسنجه‌های تخمیری برگ چند گونه درختی در جدول ۴ ارائه شده است. به طور کلی نتایج نشان داد که فاکتورهای بررسی شده بین تیمارها دارای اختلاف معنی دار بوده است ($P < 0.05$). در پژوهش حاضر، بیشترین گوارش پذیری ماده خشک و ماده آلی مربوط به تیمار نمدار بود (به ترتیب: ۸۶/۴۳ و ۴۳/۵۳ درصد).

مقدار نیتروژن آمونیاکی نمونه‌های برگ چند گونه درختی در محدوده ۴۵/۱ تا ۷۷/۲ میلی گرم در دسی لیتر به دست آمد. در این پژوهش pH در محدوده ۸۹/۶ تا ۳۵/۷ به دست آمد ($P < 0.05$). که بیشترین مقدار مربوط به برگ درخت ممرز و آزاد و کمترین مقدار در



شکل ۲- مقایسه تاثیر استفاده از پلی اتیلن گلیکول بر روند تولید گاز برگ درختان مختلف

Figure 2- Comparison of the effect of polyethylene glycol on *in vitro* gas production leaves of different trees

جدول ۴- تعیین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی، نیترژن آمونیاکی، pH و فراسجدهای تجزیه‌ی برگ چند گونه درختی

Table 4- Determination of digestibility of dry matter and organic matter digestibility, ammoniacal nitrogen, pH and estimated parameters of some Several Tree Species									
Treatment تیمارها	NH ₃ -N (mg/dl)					Gas yield(ml) بازده تولید گاز (میلی لیتر بر گرم ماده خشک)	MB (mg/gDM) توده میکروبی تولید شده (میلی گرم بر گرم ماده خشک)	EMB تولید میکروبی پایان ۲۴ ساعت آنکوباسیون	
	DMD (%) قابلیت هضم ماده خشک (درصد)	OMD (%) قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	نیترژن آمونیاکی (میلی گرم بر دسی لیتر)	pH محیط شکبیه	PF (mg/ml) عامل تفکیک (میلی گرم بر میلی لیتر)				
بدون پلی اتیلن گلاکول									
آزاد Siberian Elm	26.26 ^d	34.90 ^c	1.95 ^{ab}	7.31 ^a	13.76 ^{bc}	99.86 ^b	144.86 ^b	0.83 ^{bc}	
چلم Lexandrian Laurel	38.46 ^{ab}	45.50 ^b	1.90 ^{ab}	7.03 ^{bc}	6.40 ^d	183.73 ^a	148.36 ^b	0.65 ^f	
نمدار Linden	43.86 ^a	53.43 ^a	2.77 ^a	6.89 ^c	7.10 ^d	169.50 ^b	182.73 ^a	0.69 ^c	
راش Beech	23.40 ^d	28.93 ^d	1.66 ^{ab}	7.07 ^b	21.46 ^a	59.03 ^c	128.50 ^c	0.89 ^a	
افرا Maple Tree	34.06 ^{bc}	45.43 ^b	1.45 ^b	7.09 ^b	12.70 ^{bc}	104.80 ^b	185.46 ^a	0.82 ^{cd}	
بلوط Caucasian oak	25.20 ^d	33.26 ^c	1.60 ^{ab}	7.15 ^b	15.00 ^b	88.70 ^b	142.90 ^b	0.85 ^b	
صنوبر Hombean	29.46 ^{cd}	33.56 ^c	2.24 ^{ab}	7.35 ^a	11.76 ^c	101.46 ^b	139.63 ^{bc}	0.81 ^d	
SEM	2.21	0.844	0.363	0.047	0.927	8.27	4.19	0.007	
P-value	<0.0001	<0.0001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
با افزودن پلی اتیلن گلاکول									
آزاد Siberian Elm	25.73 ^c	38.90 ^d	2.41 ^a	7.32	7.97 ^b	192.02 ^{abcd}	139.19 ^c	0.72 ^b	
چلم Lexandrian Laurel	47.16 ^b	37.80 ^b	2.03 ^{ab}	7.13	4.81 ^d	259.46 ^a	127.37 ^{cd}	0.54 ^d	
نمدار Linden	57.69 ^c	43.86 ^a	1.84 ^{ab}	7.11	6.16 ^c	211.95 ^{abc}	183.56 ^a	0.64 ^c	
راش Beech	42.73 ^c	31.93 ^c	1.22 ^b	7.41	9.03 ^{ab}	230.18 ^{ab}	84.38 ^c	0.75 ^{ab}	
افرا Maple Tree	43.08 ^c	27.46 ^{cd}	1.53 ^{ab}	7.00	8.88 ^{ab}	175.32 ^{bcd}	159.86 ^b	0.75 ^{ab}	
بلوط Caucasian oak	34.73 ^c	27.46 ^{cd}	1.51 ^{ab}	7.02	9.61 ^a	131.25 ^d	133.18 ^{cd}	0.77 ^a	
صنوبر Hombean	31.55 ^f	23.60 ^d	1.64 ^{ab}	7.20	8.92 ^{ab}	149.59 ^{cd}	118.02 ^d	0.75 ^{ab}	
SEM	0.999	1.85	0.027	0.071	0.397	22.81	4.87	0.012	
P-value	<0.0001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	

در هر ستون، اعداد با حروف غیرمشابه از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند (P<0.05).

Means within same column with different superscripts are differ (P<0.05).

بهینه آمونیاک شکمبه ۸/۵ تا ۳۰ میلی گرم در دسی لیتر مایع شکمبه می باشد (۳۲) و حداقل غلظت مناسب آمونیاک برای رشد بهینه میکروب های شکمبه، ۵ میلی گرم در دسی لیتر مایع شکمبه می باشد (۱۶). کاهش غلظت آمونیاک در برخی گیاهان تانن دار می تواند به دلیل تشکیل کمپلکس پروتئین-تانن، مهار فعالیت دی آمیناز میکروبی توسط تانن قابل هیدرولیز (۵۳) و کاهش رشد باکتری های پروتئولیتیک باشد (۳۷). این امر می تواند مثبت باشد؛ زیرا باکتری های تولید کننده مقدار بالای آمونیاک تنها یک درصد از جمعیت باکتری های شکمبه را تشکیل می دهند اما فعالیت دامیناسیون بالایی دارند و مهار این باکتری ها به وسیله ترکیبات ثانویه گیاهی با افزایش بازده استفاده از پروتئین و کاهش تولید آمونیاک در شکمبه از نظر تغذیه ای سودمند می باشد (۴۵).

مقدار pH طبیعی شکمبه در دامنه ۶/۱ تا ۶/۹ قرار دارد (۳۲). مقادیر pH در پژوهش ما بالا بود که می تواند به بالا بودن نیتروژن آمونیاکی و نسبت بافر استفاده شده، نسبت داده شود. پژوهشگران گزارش کرده اند که خوراک های حاوی تانن اثری بر میزان pH شکمبه ندارند (۱۱، ۵۸). افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرار در زمان استفاده از پلی اتیلن گلیکول را می توان به کاهش اثرات منفی تانن بر میکروارگانیسم ها و بالاتر بدون قابلیت هضم ماده آلی ارتباط داد (۲۵). محققان یکی از دلایل بهبود عامل تفکیک، تولید توده میکروبی و راندمان سنتز توده میکروبی در جیره ها را به سطح بالای پروتئین نسبت دادند. در واقع پروتئین ها می توانند اثر مثبت روی فعالیت میکروبی و هضم خوراک داشته باشند (۵۵). محققین مشاهده کردند که قابلیت هضم و تولید گاز برگ سوپابل با افزودن پلی اتیلن گلیکول افزایش یافته و علت را شکسته شدن باندهای بین مواد مغذی و تانن بیان کردند (۲۴). کم بودن عامل تفکیک نشان می دهد ماده آلی بیشتر به گاز و اسید چرب فرار تبدیل شده و کمتر تولید توده میکروبی کرده است. معمولاً خوراک های حاوی تانن، دارای عامل تفکیک بیشتری می باشند که از علل آن حل شدن تانن خوراک در طول تخمیر و کاهش ماده خشک بدون شرکت در تولید گاز یا سنتز پروتئین میکروبی می باشد (۲۳). بیونو و همکاران (۱۳) مشاهده کردند قابلیت هضم ماده خشک در جیره مکمل شده با برگ در بزغاله ها تا حد زیادی افزایش یافته است.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی، نتایج نشان داد که برگ گونه های مختلف درختی از نظر مقدار ترکیبات شیمیایی و مواد معدنی متفاوت بودند. از نظر فراسنجه های تولید گاز و قابلیت هضم و مولفه های تخمیری بین گونه های مختلف مود مطالعه اختلاف معنی داری وجود داشت. افزودن پلی اتیلن گلیکول باعث افزایش تولید گاز، فراسنجه های تخمیری و

تحقیقات نشان داد که هنگام مصرف علوفه های حاوی تانن، غلظت نیتروژن غیر آمونیاکی وارد شده به روده باریک بیشتر از نیتروژن مصرفی بوده است و بخشی از آن را به افزایش تولید پروتئین میکروبی نسبت می دهند (۴). وجود منابع تانن دار در خوراک باعث افزایش عامل تفکیک و پروتئین میکروبی شده که این امر را یک اثر مثبت بر تغذیه پروتئین توسط دام دانسته اند، به طوری که سهم بیشتری از مواد هضم شده صرف تولید پروتئین میکروبی می شود تا اینکه تخمیر شده و برای تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر استفاده شود (۴). در آزمایشی با افزایش سطح برگ بلوط به عنوان منبع تانن دار در جیره گاو غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه کاهش یافت، دلیل آن می تواند تشکیل کمپلکس تانن-پروتئین باشد که باعث کاهش تجزیه پذیری پروتئین در شکمبه و در نتیجه کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی شد (۱۴). تانن ها بر رشد باکتری های پروتئولیتیک که غذای پروتوزوآ هستند، تأثیر منفی دارند. بنابراین کاهش رشد این باکتری ها باعث کاهش جمعیت پروتوزوایی شکمبه و در نتیجه کاهش عامل تفکیک می شود (۳۶).

مارتین گارسیا و همکاران (۳۰) گزارش کردند که استفاده از پلی اتیلن گلیکول در محیط کشت حاوی برگ زیتون غلظت نیتروژن آمونیاکی را کاهش داد. زمانی و همکاران (۶۱) اثر سطوح مختلف پلی اتیلن گلیکول (صفر، ۲۵۰، ۳۷۵ و ۵۰۰ میلی گرم) به ازای ۰/۵ ماده خشک نمونه بر الگوی تخمیر میوه بلوط ایرانی در شرایط آزمایشگاه را بررسی کردند. غلظت کل اسیدهای چرب فرار و نیتروژن آمونیاکی و pH تحت تأثیر پلی اتیلن گلیکول قرار نگرفت. در آزمایش مالدار و همکاران (۲۸) غلظت آمونیاک و pH مایع شکمبه بزهای الموت با مصرف برگ بلوط کاهش معنی داری یافت اما در دامنه طبیعی قرار داشت. بشارتی و تقی زاده (۱۰) اثر سطوح مختلف (۷۵، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ میلی گرم) پلی اتیلن گلیکول بر تخمیر ۳۰۰ میلی گرم قفاله انار را با روش تولید گاز بررسی کردند. پلی اتیلن گلیکول باعث افزایش معنی داری در نرخ و مقدار تولید آمونیاک شد.

در آزمایش آقا محمدی و همکاران (۲) میوه بلوط سبب کاهش نیتروژن آمونیاکی، pH شکمبه و کل اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه گوسفندان سنجابی شد و استفاده از پلی اتیلن گلیکول سبب بهبود این فراسنجه ها شد. همسو با نتایج پژوهش حاضر، کاهش غلظت آمونیاک مایع شکمبه در اثر تانن ها توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (۱۱، ۵۳). دوسه و همکاران (۱۴) بیان کردند که با افزایش سطح برگ بلوط در جیره گاو غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه کاهش یافت. در حالی که یلدیز و همکاران (۵۸) نشان دادند که مصرف برگ بلوط تأثیر معنی داری بر غلظت آمونیاک مایع شکمبه نداشت هر چند با افزایش سطح برگ بلوط در جیره غلظت آمونیاک تمایل به کاهش داشت. آمونیاک مایع شکمبه از دامیناسیون پروتئین ها و ترکیبات نیتروژن دار غیر پروتئینی جیره منشاء می گیرد (۱۹). دامنه غلظت

به بالا بودن قابلیت هضم و پتانسیل تولید گاز آنها می‌توان نتیجه گرفت که این گونه‌ها می‌توانند به عنوان مکمل پروتئینی در جیره نشخوارکنندگان هنگام تغذیه با خوراک‌ها و علوفه‌های با کیفیت پایین مانند کاه‌ها، ساقه‌ها و بقایای کشاورزی کم کیفیت استفاد کرد.

کاهش عامل تفکیک و نیتروژن آمونیاکی گردید. نکته قابل ملاحظه از نظر تغذیه بالا بودن مقدار پروتئین خام در اکثر گونه‌ها و مقدار متوسط در گونه‌های بلوط و ممرز بود. با توجه به اینکه حداقل نیاز نیتروژنی حیوانات نشخوارکننده، که حدود ۸ درصد می‌باشد، و با توجه

منابع

- 1- Abdulrazak, S. A., T. Fujihara, T. Ondiek, and E. R. Orskov. 2000. Nutritive evaluation of some Acacia from Kenya. *Animal Feed Science and Technology*, 85: 89-98.
- 2- Aghamohamadi, N., F. Hozhabri, A. Dariush, and S. Y. Mousavi. 2012. The influence of oak acorn (*Quercus persica*) on *in vivo* nutrient digestibility and rumen fermentation parameters in sanjabi sheep. 5th Iranian Animal Sciences congress. University of Isfahan. (In Persian).
- 3- Ali-Ehyaii, M., and A. Behbahani Zadeh. 2014. Description of Soil Chemical Analysis Methods. Soil and Water Research Institute. Number 892. (In Persian).
- 4- Angaji, L., M. Souiri, and M. Moeni. 2011. Deactivation of tannins in raisin stalk by polyethylene glycol-600: Effect on degradation and gas production *in vitro*. *African Journal of Biotechnology*, 10 (21), 4478-4483.
- 5- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. USA.
- 6- Arhab, R., D. Macheboeuf, M. Aggoun, H. Bousseboua, D. Viala, and J. M. Besle. 2009. Effect of polyethylene glycol on *in vitro* gas production and digestibility of tannin containing feedstuffs from North African arid zone. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*, 10: 475-486.
- 7- Arzani, H. 2010. Forage quality. 1th. Tehran university publisher, pp 329.
- 8- Bagheripour, E., Y. Rouzbehan, and D. Alipour. 2008. Effects of ensiling, air-drying and addition of polyethylene glycol on *in vitro* gas production of pistachio by-products. *Animal Feed Science and Technology*, 146: 327-336. (In Persian).
- 9- Ben Salem, H., I. Ben Salem, and M. S. Ben Saïd. 2005. Effect of the level and frequency of PEG supply on intake, digestion, biochemical and clinical parameters by goats given Kermes oak (*Quercus coccifera* L.)-based diets. *Small Ruminant Research*, 56:127-137.
- 10- Besharati, M., and Taghizadeh, A. 2012. Effect of using different level of polyethylene glycol on *in vitro* gas production of pomegranate pomace. 5th Iranian Animal Sciences congress. University of Isfahan. (In Persian).
- 11- Bhatta, R., S. Vaithyanathan, N. P. Singh, A. K. Shinde, and D. L. Verma. 2005. Effect of feeding tree leaves as supplements on the nutrient digestion and rumen fermentation pattern in sheep grazing semi-arid range of India. *Small Ruminant Research*, 60: 273-280.
- 12- Broderick, G. A., and J. H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Animal Science*, 63: 64-75.
- 13- Bueno, I. C., S. L. Cabral Filho, S. P. Gobbo, H. Louvandini, D. M. Vitti, and A. L. Abdalla. 2005. Influence of inoculum source in a gas production method. *Animal Feed Science and Technology*, 123: 95-105.
- 14- Doce, R. R., G. Hervás, A. Belenguer, P. G. Toral, F. J. Giráldez, and P. Frutos. 2009. Effect of the administration of young oak (*Quercus pyrenaica*) leaves to cattle on ruminal fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, 150: 75-85.
- 15- Farzane, A. and R. Bayani. 2005. Produce digital maps of forest cover. 28:1-12.
- 16- Fattahnia, F. 1390. Biochemistry in animal nutrition. University of Ilam. pp. 321.
- 17- Getachew, G., M. Blummel, H. Makkar, and K. Becker. 1998. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 72: 261-281.
- 18- Hassan Sallam, S. M. A., I. C. Da Silva Bueno, P. B. De Godoy, F. N. Eduardo, D. M. S. Schmidt Vittib, and A. L. Abdalla. 2010. Ruminal fermentation and tannins bioactivity of some browses using a semi-automated gas production technique. *Tropical and Subtropical Agro ecosystem*, 12: 1 – 10.
- 19- Hristov, A. N., and J. K. Ropp. 2003. Effect of dietary carbohydrate composition and availability on utilization of ruminal ammonia nitrogen for milk protein synthesis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86: 2416-2427.
- 20- Kamalak, A., O. Canbolat, O. Ozay, and S. Aktas. 2004. Nutritive value oak (*Quercus* spp.) leave. *Small Ruminant Research*, 53:161-165.
- 21- Khalil, J. K., W. N. Saxay, and S. Z. Heyder. 1986. Nutrient composition of *Atriplex* leaves growing in Saudi Arabia. *Journal of Range Management*, 39 (2): 104-107.
- 22- Khazaal, K., J. Boza, and E. R. Orskov. 1994. Assessment of phenolics-related anti-nutritive effects in Mediterranean browse: a comparison between the use of the *in vitro* gas production technique with or without

- insoluble polyvinyl polypyrrolidone or nylon bag. Journal Animal Feed Science and Technology, 49: 133-149.
- 23- Khoramzadeh, L., T. Mohammadabadi, M. Mamouei, M. Chaji, and M. Sari. 2017. The Comparison of Degradability, Digestion and Microbial Fermentation of Siris Leaves or Silk Tree Instead of the Alfalfa in Cow and Buffalo of Khuzestan. Iranian Journal of Animal Science Research, 8(4): 602-615. (In Persian).
- 24- Kumar, A., A. K. Saluja, U. D. Shah, and A. V. Mayavanshi. 2007. Pharmacological potential of Albizzia lebbek: a Review. Pharmacognosy Reviews, 1(1):171-174.
- 25- Makkar, H. P. S. 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. Small Ruminant Research, 49: 241-256.
- 26- Makkar, H. P. S. 2010. *In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. In: Vercoe, P. E., H. P. S. Makkar., A. C. Schlink. (Eds.), *In vitro* Screening of Plant Resources for Extra-Nutritional Attributes in Ruminants: Nuclear and Related Methodologies. IAEA, Dordrecht, the Netherlands, pp. 107-144.
- 27- Makkar, H. P. S. and B. Singh. 1993. Effect of storage and urea addition on detanification and in sacco dry matter digestibility of mature oak (*Quercus incana*) leaves. Animal Feed Science and Technology, 41: 247-259.
- 28- Maldar, S. M., Y. Roozbehan, D. A. 2010. The Effect of Adaptation to Oak Leaves on Digestibility (*in vitro*) and Ruminant Parameters in Alamout Goat. Iranian journal of animal science, 41(3): 243-252. (In Persian).
- 29- Malick, C. P. and M. B. Singh. 1980. In plant Enzymology and Histo Enzymology, Kalyani Publishers, New Delhi. p. 286
- 30- Martín García, I., D. Yanez Ruiz, A. Moumen, and E. Molina Alcaide. 2006. Effect of polyethylene glycol, urea and sunflower meal on olive (*Olea europaea* var. *europaea*) leaf fermentation in continuous fermentors. Small Ruminant Research, 61: 53-61.
- 31- Mashayekhi, K., and S. Atashi. 2016. Guide to Plant Physiology Experiments (Pre- and Post-harvest Surveys). Agricultural Education Research. Tehran. pp 199.
- 32- McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, and C. A. Morgan. 1995. Animal Nutrition. 5th Edition. Oliver and Boyd Publishers (UK), pp. 607.
- 33- Menke, K. H. and H. Steingass. 1978. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Animal Science Development, 28: 7-12.
- 34- Menke, K. H., L. Raab, A. Solewski, H. Steingass, D. Fritz, and W. Schneider. 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. Journal of Agriculture Science, 93: 217-222.
- 35- Menke, K. H. and H. Steingass. 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Journal of Animal Research and Development, 28: 7-55.
- 36- Min, B. R., W. C. McNabb, P. D. Kemp, M. F. McDoland, and T. N. Barry. 2001. The effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon reproductive efficiency and wool production in ewes during autumn. Animal Feed Science and Technology, 92: 185-202.
- 37- Min, B. R., W. E. Pinchak, J. D. Fulfordand, R. Puchala. 2005. Effect of feed additives on *in vitro* and *in vivo* rumen characteristics and frothy bloat dynamics in steers grazing wheat pasture. Animal Feed Science and Technology, 123: 615-629.
- 38- Mlambo, V., J. L. N. Sikosana, F. L. Mould, T. Smith, E. Owen, and I. Mueller-Harvey. 2007. The effectiveness of adapted rumen fluid versus PEG to ferment tannin-containing substrates *in vitro*. Animal Feed Science and Technology, 136: 128-136.
- 39- Moghadam, M. R. 1998. Range and Range management. Tehran university publisher, First Edition, 470pp. (In Persian)
- 40- Molina-alcaide, E., A. I. Martín-garcía, A. Moumen, and M. D. Carro. 2010. Ruminal fermentation, microbial growth and amino acid flow in single-flow continuous culture fermenters fed a diet containing olive leaves. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 94:227-36.
- 41- Mtui, D. J., F. P. Lekule, M. N. Shem, T. Ichinohe, and T. Fujihara. 2009. Comparative potential nutritive value of grasses, creeping legumes and multipurpose trees commonly in sub humid region in the Eastern parts of Tanzania. Livestock Research for Rural Development, 21 (10). <http://www.lrrd.org/lrrd21/10/mtui21158.htm>.
- 42- Orskov, E. R., and I. M. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agriculture Science, 92:499-503.
- 43- Osuji, P. O., and A. A. Odenyo, 1997. The role of legume forage as supplements to low quality roughage-ILRI experience. Animal Feed Science and Technology, 69: 27-38.
- 44- Pal, D.T., K. M. Bujarbaruch, S. K. Mondal, and D. N. Kamra. 2002. Nutrient utilization of Mithun (*Bos frontalis*) calves on tree leaves feeding. Indian Journal of Animal Nutrition, 19(1): 87-89.
- 45- Patra, A. K. 2011. Effects of essential oils on rumen fermentation, microbial ecology and ruminant production. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, 6: 416-428.
- 46- Rajendiran, A.S. and R. Kadirvel. 2002. Nutritive value of Casuarina leaves (*Cladode*) for goats. Indian Journal of Animal Nutrition, 19 (1): 18-24.
- 47- Rubanza, C. D.K., M. N. Shem, R. Otsyina, and T. Fujihara. 2007. Performance of Zebu steers grazing on western

- Tanzania native forages supplemented with *Leucaena leucocephala* leaf meal. *Agroforestry Systems*, 65(3):165-174
- 48- Rubanza, C. D. K. 2005. Studies on utilization of browse tree fodder supplements to ruminants fed on low quality roughages in north-western Tanzania. PhD Thesis. Tottori University, Japan. pp. 44-47.
- 49- Rubanza, C. D. K., M. N. Shem, T. Ichinohe, and T. Fujihara. 2006. Polyphenolics and mineral composition of selected browse tree species leaves native to north western Tanzania traditional fodder banks, *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 4(1): 328-332.
- 50- Sanon, H., O. Kabore, and C. Zoungrana. 2007. Behavior of goats, sheep and cattle and their selection of browse species on natural pasture in a Sahelian area. *Small Ruminant Research*, 67: 64-74.
- 51- SAS .2000. SAS User's Guide: Statistics, Version 9.1 Edition. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- 52- Seeram, N. P., Y. Zhang, D. Reed, C. G. J. Krueger, and J. Vaya. 2006. Pomegranate phytochemicals. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL.
- 53- Sliwiniski, B. J., C. R. Soliva, A. Machmuller, and M. Kreuzer. 2002. Effects of plant rich in secondary constituents modify rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, 72: 183-187.
- 54- Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan, and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 48: 185-97.
- 55- Tilley, J. M. A., and R. A. Terry. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society*, 18:104-110.
- 56- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. (Comstock Publishing Associated, a division of Cornell University Press: Ithaca, NY, USA).
- 57- Waghorn, G. 2008. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production- progress and challenges. *Animal Feed Science and Technology*, 147: 116-139.
- 58- Yildiz, S., I. Kaya, Y. Unal, D. Aksu Elmali, S. Kaya, M. Censiz, M. Kaya, and A. Oncuer. 2005. Digestion and body weight change in Tuj lambs receiving Oak (*Quercus hartwissiana*) leaves with and without PEG. *Animal Feed Science and Technology*, 122: 159-172.
- 59- Yousef Elahi, M., and Y. Rouzbehan. 2008. Characterization of *quercus persica*, *quercus infectoria* and *quercus libani* as ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 140: 78-89.
- 60- Yousef Elahi, M., M. Z. M. Moslemi Nia, A. Salem, H. Mansouri, J. A. Olivares-Perez, M. E. Cerrillo-Soto, and A. Kholif. 2014. Effect of poly ethylene glycol on *in vitro* gas production kinetics of *Prosopis cineraria* leaves at different growth stages. *Italian Journal of Animal Science*, 13: 3175.
- 61- Zamani, O., F. Hozhabri, and F. Kafizadeh. 2012. Effect of polyethylene glycol on *in vitro* rumen fermentation parameters of acorns (*Quercus infectoria*). 5th Iranian Animal Sciences congress. University of Isfahan. 21-25



Determination of chemical composition, gas production parameters and digestibility of leaves from several tree species (with and without polyethylene glycol) used in livestock feeding

Ruhollah Shahraki¹, Javad Bayat Kouhsar^{*2}, Farzad Ghanbari², Abolfazl Daneshvar³

Submitted: 28-10-2019

Accepted: 21-04-2020

Introduction Lack of nutritional resources, especially in harsh conditions, is one of the major problems in the livestock and poultry industry. North of Iran due to its rich natural resources of native tree species and shrubs (50 tree and 80 shrubs) and annually significant amount of afforestation in cities, public places and natural areas, if they managed for animal feeding, can be an appropriate option for preparing a ration to feed the animals. Despite this capability, there is little information on the nutritional value of many tree and shrub species in the northern of the country. By targeting this approach in the researches, it is possible to manage natural resources and direct forestry to specific species. In this case, an effective step will be taken to manage the country's multifunctional forestry and it is also possible to diversify the countries livestock nutrition. The aim of this study was to determine the chemical composition, gas production parameters and detestability characteristics of leaves from several tree species used in livestock feeding in a Completely Randomized Design (7 treatments and 3 replicates).

Materials and Methods Samples of commonly available seven species of forest tree leaves (*Siberian Elm*, *Lexandrian Laurel*, *Linden*, *Beech*, *Maple Tree*, *Caucasian oak* and *Hornbean*) were collected from different locations of Shast-Klateh Forest of Golestan province, Gorgan. Gorgan is located in 36° 45' N, 54° 21' E. The mean annual rainfall is 649 mm. Samples were taken and air dried at 60 °C for 48 h and milled to pass a 1 and 1.5 mm screen. In this study, effects of adding polyethylene powder glycol (twice the weight of the sample, Merck, MW=6000) was evaluated. Their nutritional value was evaluated through determination of chemical compositions and *in vitro* gas production techniques. Samples were tested in an *in vitro* gas production method (96 h incubation) and batch rumen culture system (24 h incubation). Rumen fluid was collected before the morning feed from three fistulated Dalagh male sheep (43 ± 1.5 kg live weight fed on a forage diet at a concentration of 40:60). *In vitro* gas production was measured in triplicate and for each replicate, a sample of 200 mg DM were used. The bottles were then filled with 30 ml of incubation medium that consisted of 10 ml of rumen fluid plus 20 ml of buffer solution and placed in a water bath at 39 °C. Gas production was recorded at 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 and 96 h. Total gas values corrected for blank incubation and gas values expressed in ml g⁻¹ of DM. The asymptotic gas production system (A) and rate of gas production (c), organic matter digestibility (OMD), metabolizable energy (ME) and short chain fatty acids (SCFA). A medium similar to one developed for gas production was used for batch rumen culture system to measure pH, and NH₃-N and *in vitro* digestibility. The pH of the media was measured after 24 h incubation. After 24 h incubation, the contents of each glass bottle were empty, strained through four layers of cheesecloth and then 10 ml of strained rumen fluid was acidified by 10 ml of 0.2 N HCl for determination of NH₃-N using the distillation method. Finally, all contents remaining in the bottles were filtered through nylon bags, oven dried at 60 °C for 48 h and analyzed for IVDMD and IVOMD.

1- M.Sc. Graduated Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University. Gonbad Kavous, Iran

2- Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University. Gonbad Kavous, Iran

3-Associate Professor, Department of Biology, Faculty of Basic Science, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

* Corresponding author: Email: javad_bayat@yahoo.com

Doi:10.22067/ijasr.v13i1.83977

Results and Discussion The results showed that the chemical composition of leaves of trees varied significantly among species. *Maple tree* had highest (1.27%) and *Caucasian oak*, *Hornbean* and *Lexandrian Laurel* had lowest (0.52, 0.56 and 0.58 respectively) of crude Ash content. The crude protein content of the tree leaves ranged from 7 to 18%. The highest and lowest tannin content were related to *Beach tree* (0.063 g/kg DM) and *Caucasian oak* (0.018 g/kg DM) respectively. There were significantly differences among several leaves of trees species on OMD, ME and SCFA. Addition of Poly Ethylene Glycol (PEG) increased potential gas production compared without PEG. The highest gas production and rate of gas production was related to *Lexandrian Laurel* tree without PEG (214/9 ml and 4.34 ml/h respectively). Portioning factor, Microbial crude protein and Gas yield decreased when used PEG.

Conclusion Generally, obtained results showed that some of the leaves of trees can be fed as supplements to low protein forage, and can alleviate feed shortage for ruminants in dry season.

Keywords: Chemical composition, Disability, Gas production, Leaves of trees, Polyethylene Glycol (PEG).



مقاله علمی - پژوهشی

اثر سطوح مختلف پودر پوسته تخم مرغ بر تولید گاز، فراسنجه‌های تخمیری و قابلیت هضم جیره غذایی آلوده با آفلاتوکسین B₁ در شرایط برون تنی

رشید صفری^{۱*}، ذبیح اله نعمتی^۲، محمدرضا شیخلو^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۰۶

چکیده

هدف از انجام این مطالعه، بررسی تأثیر سطوح مختلف پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین B₁ در جیره‌های حاوی آفلاتوکسین بر تولید گاز، قابلیت هضم ماده خشک، قابلیت هضم ماده آلی و فراسنجه‌های تخمیری در شرایط آزمایشگاهی با استفاده از آزمایش تولید گاز و شبیه‌سازی هضم شکمبه‌ای بود. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار در هر تیمار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- جیره پایه بدون متانول (شاهد بدون متانول)، ۲- جیره پایه با متانول (شاهد با متانول)، ۳- جیره پایه + متانول حاوی ۸۰۰ نانوگرم در میلی‌لیتر آفلاتوکسین (آفلاتوکسین)، ۴- آفلاتوکسین + ۷ میلی‌گرم پوسته تخم مرغ (سطح ۱)، ۵- آفلاتوکسین + ۷۵ میلی‌گرم پوسته تخم مرغ (سطح ۲)، ۶- آفلاتوکسین + ۱۵۰ میلی‌گرم پوسته تخم مرغ (سطح ۳) بودند. نتایج آزمایش تولید گاز تا ۹۶ ساعت انکوباسیون نشان دهنده کاهش تولید گاز در تیمار آفلاتوکسین (فاقد جاذب توکسین) نسبت به تیمارهای شاهد (فاقد آفلاتوکسین) بود. این تغییر با این کاهش معنی‌دار در تجزیه‌پذیری ماه خشک و ماده آلی اندازه‌گیری شده و انرژی قابل متابولیسم، انرژی خالص شیردهی، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، شاخص تفکیک‌پذیری، توده میکروبی تولیدی و راندمان سنتز میکروبی تخمینی همراه بود. از طرفی افزودن سطوح مختلف پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین باعث بهبود در شرایط تخمیری شد که در تیمار سطح ۲ پوسته تخم مرغ معنی‌دار بود. به‌طوری‌که بین سطح ۲ پوسته تخم مرغ و تیمارهای شاهد (فاقد آفلاتوکسین B₁) تفاوت معنی‌داری در گاز تولیدی، قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و انرژی خالص شیردهی، شاخص تفکیک‌پذیری، توده میکروبی تولیدی و راندمان سنتز میکروبی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر مشاهده نشد. با در نظر گرفتن مجموعه نتایج حاصله می‌توان پوسته تخم مرغ را به عنوان جاذب آفلاتوکسین در شرایط شکمبه‌ای مدنظر قرار داد و جهت کاستن اثرات منفی آفلاتوکسین B₁ بر فعالیت میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده مواد غذایی در شرایط شکمبه‌ای پیشنهاد داد.

واژه‌های کلیدی: آفلاتوکسین، پوسته تخم مرغ، تولید گاز، شاخص تفکیک‌پذیری، قابلیت هضم.

مقدمه

گونه‌های اسپریلوس تولید می‌شوند (۱۵). آفلاتوکسین‌ها، نسبت به سایر سموم قارچی به علت اثرات سرطان‌زایی و ایجاد مسمومیت حاد از اهمیت بیشتری برخوردار هستند (۴). بیش از ۲۰ نوع از مولکول‌های آفلاتوکسین شناسایی شده است که مهمترین آن‌ها، آفلاتوکسین B₁، B₂، G₁، G₂، M₁، M₂ هستند (۳۲). علفه‌ها، غلات، مواد پروتئینی مانند پنبه‌دانه منابع بالقوه آفلاتوکسین‌ها در جیره نشخوارکنندگان هستند. به‌طور کلی به دلیل توانایی اکوسیستم شکمبه‌ای نشخوارکنندگان در خنثی‌سازی و یا تبدیل آفلاتوکسین‌ها به ترکیباتی با تأثیر سمی کمتر، نشخوارکنندگان نسبت به سایر حیوانات حساسیت کمتری به آفلاتوکسین‌ها دارند. ولی نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که نشخوارکنندگان نیز مانند سایر

مایکوتوکسین‌ها از نظر ساختاری متابولیت‌های تولیدی از قارچ‌ها می‌باشند که برای رشد قارچ‌ها ضروری نیستند و در قارچ‌ها تحت شرایط استرس تولید می‌شوند. مهمترین نوع مایکوتوکسین‌ها که تأثیر مضر بر سلامتی دارند آفلاتوکسین‌ها می‌باشند که عمدتاً توسط

۱- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

(*) - نویسنده مسئول: (Email: rashid.safari@gmail.com)

Doi: 10.22067/ijasr.2021.38309.0

آفاتوکسین و سطوح مختلف جاذب آفاتوکسین در تیمارهای آزمایشی بر اساس تحقیقات صورت گرفته بر روی آفاتوکسین و سطوح موثر جاذب آفاتوکسین انتخاب گردید (۲۸، ۲۴، ۲۳). تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- جیره پایه بدون متانول (شاهد بدون متانول)، ۲- جیره پایه با متانول (شاهد با متانول)، ۳- جیره پایه + متانول حاوی ۸۰۰ نانوگرم در میلی لیتر آفاتوکسین (آفاتوکسین)، ۴- آفاتوکسین + ۷ میلی گرم پوسته تخم مرغ (سطح ۱)، ۵- آفاتوکسین + ۷۵ میلی گرم پوسته تخم مرغ (سطح ۲)، ۶- آفاتوکسین + ۱۵۰ میلی گرم پوسته تخم مرغ (سطح ۳) بودند.

روش تهیه آفاتوکسین

برای تولید آفاتوکسین مورد نیاز برای انجام آزمایش، سوبه استاندارد قارچ *Aspergillus Parasiticus* NRLL 2999 به مقدار یک ویال تهیه و در محیط آزمایشگاهی و به روش درون شیشه‌ای تحت شرایط استریل، بر روی محیط کشت دکستروز آگار حاوی سیبزمینی (*potato dextrose agar*) کشت گردید. مقدار ۲ سی-سی از سوسپانسیون اسپور با غلظت 6.5×10^6 از رشد قارچ‌ها تهیه و به داخل فلاسکی که حاوی محیط کشت استریل بود، افزوده شد (۲۲). محیط کشت تلقیح شده با اسپور قارچی به مدت ۵ روز و در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد، در داخل انکوباتور شیکردار قرار داده شد. محیط کشت تهیه شده در آن خشک و سپس میزان آفاتوکسین B_1 آن به روش کروماتوگرافی با عملکرد بالا اندازه‌گیری شد (۲۱، ۲۳). غلظت انواع آفاتوکسین تولیدی در محیط کشت در جدول ۲ آورده شده است که حاوی ۲۵۰/۹ میلی گرم در کیلوگرم آفاتوکسین B_1 بود. مقادیر مورد نیاز آفاتوکسین با توجه به سطوح آن در تیمارهای آزمایشی در اتانول حل و به ویال‌ها افزوده شد.

آزمون تولید گاز

از روش منک و استینگاس برای تولید گاز در آزمایشگاه و شبیه‌سازی محیط شکمبه استفاده گردید (۱۹). برای این منظور مایع شکمبه مورد استفاده در این آزمایش، از ۳ رأس گوسفند نر نژاد مغانی فیستوله‌گذاری شده به وزن 3 ± 46 کیلوگرم قبل از تغذیه صبحگاهی تهیه شد. دام‌های مورد استفاده به مدت ۱۵ روز با جیره آزمایشی پایه (جدول ۱) در دو وعده صبح و عصر در حد نیاز نگهداری تغذیه شده بودند. مایع شکمبه با عبور دادن از پارچه متقال چهار لایه

حیوانات به وسیله آفاتوکسین‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند. از طرفی تحقیقات نشان داده است زمانی که دوز آفاتوکسین B_1 به ۲۰۰-۸۰۰ میکروگرم در کیلوگرم جیره می‌رسد می‌تواند تحرکات شکمبه‌ای را کاهش دهد (۲۰) به‌طوری که تحقیقات نشان دهنده کاهش هضم سلولز در سطوح بالاتر از ۲۰۰ نانوگرم آفاتوکسین در هر میلی لیتر در آزمایش‌های هضمی درون آزمایشگاهی است (۱۲). از این رو آفاتوکسین B_1 باعث کاهش هضم شکمبه‌ای، کاهش تولید و در مقادیر بالا باعث آسیب‌های کبدی و مرگ حیوان می‌شوند (۲۰). توکسین‌های هضم شده همراه غذا و یا متابولیت‌های حاصله از آن‌ها وارد بدن دام شده و در شیر و بافت‌ها تجمع می‌یابند هرچند که این مقدار کمتر از یک درصد توکسین‌های مصرفی دام است (۱۴). زمانی که توکسین‌ها در خوراک دام تشکیل می‌شوند مقاوم به روش‌های معمول عمل‌آوری خوراک مانند آسیاب کردن، حرارت دادن و سیلاژ کردن هستند (۳). امروزه انواع روش‌های شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی برای کنترل آفاتوکسین‌ها، به حداقل رساندن تولید آفاتوکسین‌ها در قبل یا بعد از برداشت محصول، کمک به رفع آلودگی و یا سم‌زدایی آفاتوکسین‌ها از مواد غذایی و خوراک آلوده و یا مهار جذب آفاتوکسین‌ها در دستگاه گوارش توسعه یافته است (۶). یکی از رویکردهای جدید برای کاهش حضور آفاتوکسین‌ها در خوراک، کاهش زیست‌فراهمی از طریق گنجاندن عوامل سم‌زدایی آفاتوکسین‌ها در خوراک می‌باشد (۲۸). از مواد جاذبی که می‌توان مورد استفاده قرار داد، پوسته تخم مرغ است. پوسته تخم مرغ از کلسیم هیدروکسی آپاتیت تشکیل شده و محصول فرعی حاصل از کارخانه‌های تولید پودر تخم مرغ است. تحقیقات نشان داده است که پوسته تخم مرغ دارای ساختاری متخلخل است و از طرفی دارای مقادیر قابل توجهی کربنات کلسیم خالص است که توانایی جذب سموم مختلف را دارا است (۲۶). به دلیل اطلاعات محدود در رابطه با توانایی پودر پوسته تخم مرغ در جذب آفاتوکسین در دستگاه گوارش، مطالعه حاضر در راستای بررسی تأثیر افزودن پودر پوسته تخم مرغ در جیره‌های حاوی آفاتوکسین B_1 بر فراسنجه‌های تخمیری و قابلیت هضم شکمبه‌ای و تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی طراحی شد.

مواد و روش‌ها

مکان انجام آزمایش و تیمارها

این آزمایش در آزمایشگاه گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز انجام گردید. ترکیب جیره پایه مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. مقدار

صاف و در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد در حمام بن ماری تا رسیدن به آزمایشگاه نگهداری شد (۱). بزاق مصنوعی به روش مکدوگال و در شرایط آزمایشگاهی و بی‌هوازی تولید و در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (۳۳). سپس مایع شکمبه و بزاق مصنوعی با نسبت ۱ به ۲ مخلوط گردید. پس از آسیاب کردن مواد خوراکی با قطر منافذ ۱ میلی‌متری، مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از هر نمونه خوراکی در درون ویال‌های شیشه‌ای ۱۲۵ میلی‌لیتری ریخته و تیمارهای آزمایشی

حاوی سطوح مختلف پوسته تخم مرغ و سطح ۸۰۰ نانوگرم در میلی‌لیتر آفلاتوکسین به داخل ویال‌ها افزوده شد و در ادامه مقدار ۳۰ میلی‌لیتر از مخلوط بزاق مصنوعی و مایع شکمبه داخل هر ویال ریخته شد. در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۶۰، ۷۲، ۸۴، ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون، فشار گاز تولیدی در ۴ تکرار برای هر تیمار آزمایشی توسط فشار سنج اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره پایه مورد استفاده (درصد ماده خشک)

Table 1- Ingredient and chemical composition of basal diet (% dry matter) (NRC, 2007)

اجزاء Ingredients	درصد ماده خشک % dry matter
یونجه خشک Alfalfa	50
دانه جو Barley grain	31.5
دانه ذرت Corn grain	3
سبوس گندم Wheat bran	6
کنجاله سویا Soybean meal	6
مکمل مواد معدنی و ویتامینی ^۱ Mineral and vitamin supplements ¹	1
دی کلسیم فسفات Di-calcium phosphate	1
نمک Salt	0.5
کربنات کلسیم Calcium carbonate	1
Chemical composition	%
ماده خشک Dry matter	92
ماده آلی Organic matter	89.77
پروتئین خام Crude protein	14.9
عصاره اتری Ether Extract	2.73
فیبر نامحلول در شوینده خنثی NDF	25
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ADF	21.36
خاکستر Ash	10.23

^۱ هر کیلوگرم از مکمل ویتامین و مواد معدنی حاوی ۹۹/۲ میلیگرم منگنز، ۵۰ میلی گرم آهن، ۸۴/۷ میلی گرم روی، ۱۰ میلی گرم مس، ۰/۲ میلی گرم سلنیوم، ۹۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D و ۱۸ بین‌المللی ویتامین E می‌باشد.

¹Each kilogram of vitamin and mineral supplement contains 99.2 mg manganese, 50 mg iron, 84.7 mg zinc, 10 mg copper, 0.2 mg selenium, 900 IU of vitamin A, 2000 IU units of vitamin D and 18 IU of vitamin E

جدول ۲- غلظت انواع آفاتوکسین در محیط کشت تولید شده (میلی گرم در کیلوگرم)

Table 2- Concentration of different type of Aflatoxin in produced culture

مورد Item	آفاتوکسین Aflatoxin				آفاتوکسین کل Total Aflatoxin
	آفاتوکسین B1 Aflatoxin B1	آفاتوکسین B2 Aflatoxin B2	آفاتوکسین G1 Aflatoxin G1	آفاتوکسین G2 Aflatoxin G2	
غلظت در محیط کشت (میلی گرم در کیلوگرم) concentration in Media culture (mg/kg)	250.9	107.4	-	50.7	409

عامل تفکیک

در ساعت ۲۴ انکوباسیون چهار تکرار از هر تیمار آزمایشی از بن ماری خارج گردید و سریعاً pH آن‌ها توسط pH متر اندازه‌گیری (Hi 2211-Hanna Instruments – USA) شد. جهت خروج کامل اجرام باکتریایی و به دست آوردن مقادیر ماده خشک تجزیه نشده در هر بطری، محتویات آن‌ها، سه بار به وسیله شوینده خنثی شسته شد و با استفاده از کاغذ صافی بدون خاکستر صاف و باقی‌مانده در آون و در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید (۳۴). از کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت، برای اندازه‌گیری مقادیر خاکستر مواد تجزیه نشده، استفاده شد. به منظور اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی از روش اسپکتوفتومتری در طول موج ۶۳۰ نانومتر استفاده شد. به طوری که ۰/۰۵ گرم نمونه را با ۲/۵ میلی‌لیتر فنیل و ۲ میلی‌لیتر محلول هیپوکلریت ترکیب و در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد برای ۵ دقیقه انکوبه کرده و پس از خنک شدن، جهت تعیین میزان نیتروژن آمونیاکی میزان جذب نمونه‌ها توسط اسپکتوفتومتر قرائت شد (۳۰).

به منظور تعیین عامل تفکیک‌پذیری (Partitioning factor) که به صورت میلی گرم ماده آلی تجزیه شده بخش بر میلی‌لیتر گاز تولیدی بیان می‌شود از رابطه (معادله ۶) ارائه شده به وسیله ورکوا و همکاران استفاده شد (۱۶).

$$PF = \frac{OMDe}{IVGP} = \frac{c - (a - b)}{GP} \quad \text{معادله (۶)}$$

در این معادله c ماده آلی وزن شده در هر بطری (میلی گرم)، a مقدار مواد تجزیه نشده در هر بطری (میلی گرم)، b مقدار خاکستر مواد تجزیه نشده در هر بطری (میلی گرم)، و GP گاز تولیدی است. به منظور تخمین مقادیر توده میکروبی تولیدی و راندمان سنتز میکروبی از رابطه ارائه شده توسط ماکار (معادله ۷) استفاده گردید (۱۶).

$$MM \text{ (mg)} = [c - (a - b)] - [NG_{ml} \times k] \quad \text{معادله (۷)}$$

لازم به ذکر است ۴ تکرار دیگر از هر تیمار تا زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون شد و برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفت. به منظور تصحیح گاز تولید شده از ذرات معلق موجود در مایع شکمه ۴ تکرار به عنوان بلنک در نظر گرفته شد. حجم خالص گاز تولیدی از هر ویال توسط معادله خط برازش شده برای دستگاه فشار سنج محاسبه شد (۱۷). تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق معادله ارسکوف و مکدونالد انجام شد:

$$P = b(1 - e^{-ct}) \quad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله P حجم گاز تولیدی در مدت زمان t (میلی‌لیتر بر گرم ماده خشک) و c ثابت نرخ تولید گاز، b: کل گاز تولید شده از بخش قابل تخمیر (میلی‌لیتر) و t مدت زمان انکوباسیون است (۲۵). برای تخمین انرژی قابل متابولیسم (ME) از روش (معادله ۲) منک و استینگاس (۱۹) و انرژی خالص شیردهی (NE_L) و قابلیت هضم ماده آلی (DOM) از روش (معادله ۳ و ۴) منک و همکاران (۱۸) و جهت برآورد میزان اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFAs) از رابطه (معادله ۵) حاصل از تحقیقات گتاچو و همکاران (۷) استفاده شد.

$$ME \text{ (MJ/kg DM)} = 0.157 \times GP + 0.0084 \times CP + 0.022 \times EE - 0.0081 \times Ash + 1.06 \quad \text{معادله (۲)}$$

$$NE_L \text{ (MJ/kg DM)} = 0.115 \times GP + 0.0054 \times CP + 0.014 \times EE - 0.0054 \times Ash - 0.36 \quad \text{معادله (۳)}$$

$$DOM \% = 0.9991 \times GP + 0.0595 \times CP + 0.0181 \times Ash + 9 \quad \text{معادله (۴)}$$

$$SCFAs \text{ (mmol)} = -0.00425 + GP \times 0.0222 \quad \text{معادله (۵)}$$

در این روابط GP تولید خالص گاز در ۲۴ ساعت (میلی‌لیتر به ازاء ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، CP پروتئین خام (برحسب درصد)، Ash: مقدار خاکستر (برحسب درصد) می‌باشد.

تجزیه‌پذیری آزمایشگاهی ماده خشک، ماده آلی و تعیین

پودر تخم مرغ و تیمار آفلاتوکسین مشاهده نشد و تغییرات صرفاً به صورت عددی بود. از طرفی اگرچه افزودن سطوح مختلف پودر پوسته تخم مرغ در جیره‌های حاوی آفلاتوکسین B₁ باعث بهبود در تجزیه پذیری ماده خشک و ماده آلی در شرایط آزمایشگاهی گشت ولی همچنان مقادیر به طور معنی داری کمتر از تیمارهای شاهد فاقد آفلاتوکسین بود.

از طرفی افزایش مقادیر پوسته تخم مرغ از ۷۵ میلی گرم در تیمار سطح ۲ به ۱۵۰ میلی گرم در تیمار سطح ۳ باعث تغییرات معنی دار در گاز تولیدی، تجزیه پذیری ماده آلی و ماده خشک نشد که نشان از عملکرد بهینه تیمار حاوی سطح ۲ پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین و عدم تأثیر افزایش سطح ماده جاذب بر جذب بیشتر آفلاتوکسین B₁ است. به طوری که تحقیقات جیانگ و همکاران (۱۳) نشان داده است که راندمان جذب آفلاتوکسین در جیره‌های حاوی ماده جاذب توکسین وابسته به دوز آفلاتوکسین و مقادیر ماده جاذب مورد استفاده در جیره غذایی گاوهای شیری است.

الگوی تولید گاز در طول ۹۶ ساعت انکوباسیون آزمایشگاهی برای جیره‌های حاوی آفلاتوکسین با سطوح مختلف پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب توکسین در شکل ۱ نشان داده شده است. مطابق با منحنی‌ها ۶ ساعت اول انکوباسیون تفاوت معنی داری در گاز تولیدی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد از ۶ ساعت تا ۳۶ ساعت تیمارهای شاهد (فاقد آفلاتوکسین) به طور معنی داری از تیمارهای حاوی آفلاتوکسین گاز بیشتری تولید کردند ولی از ساعت ۴۸ انکوباسیون تولید گاز تیمارهای حاوی سطوح ۲ و ۳ پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین افزایش یافت به طوری که از نظر آماری تفاوت معنی دار با تیمار آفلاتوکسین مشاهده شد و با تیمارهای فاقد آفلاتوکسین تفاوت معنی داری نداشتند. نتایج این بخش نشان دهنده تأثیر مثبت افزودن پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین در تأثیر مثبت افزودن پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین B₁ و پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب بر فراسنجه‌های تخمیری شکمبه (جدول ۴) نشان داد که تیمار آفلاتوکسین به طور معنی داری انرژی قابل متابولیسم، انرژی خالص شیردهی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر پایین تری از تیمارهای شاهد فاقد آفلاتوکسین داشت که این کاهش به دنبال کاهش معنی دار در قابلیت هضم ماده آلی رخ داد.

که در این رابطه MM میلی گرم توده میکروبی تولید شده، NG میلی لیتر گاز خالص تولیدی، K ضریب استوکیومتری و مقدار آن ۲/۲ می باشد.

دادهای حاصل از این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با مدل آماری ارائه شده (معادله ۸) با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ مورد آنالیز قرار گرفتند (۲۹) و برای مقایسات میانگین، از آزمون دانکن با سطح احتمال کمتر از ۰/۰۵ استفاده شد.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

معادله (۸)

در این مدل Y_{ij} نشان دهنده مقدار هر مشاهده، μ میانگین کل، T_i اثر تیمار، e_{ij} خطای آزمایش می باشد.

نتایج و بحث

تأثیر افزودن سطوح مختلف پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب توکسین در جیره‌های حاوی آفلاتوکسین B₁ بر فراسنجه‌های تولید گاز، تجزیه پذیری ماده خشک و آلی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان دهنده کاهش تولید گاز در تیمار حاوی آفلاتوکسین (فاقد جاذب توکسین) نسبت به تیمارهای فاقد آفلاتوکسین بود به طوری که، میزان تولید گاز از ۲۹۵/۰۵ و ۲۹۴/۳۸ (میلی لیتر به ازای گرم ماه خشک) در تیمارهای شاهد حاوی متانول و بدون متانول به ۲۲۸/۴۸ (میلی لیتر به ازای گرم ماه خشک) کاهش یافت (P<۰/۰۵). از طرفی هم زمان با کاهش در تولید گاز در این تیمار کاهش معنی دار در تجزیه پذیری ماه خشک و ماده آلی نسبت به تیمارهای شاهد فاقد آفلاتوکسین مشاهده شد که این کاهش به وجود آفلاتوکسین با سطح بالا در جیره نسبت داده می شود؛ به طوری که، تحقیقات محققان نشان داده است سطوح بالای آفلاتوکسین با تأثیر بر هضم شکمبه ای و میکروارگانیسم های شکمبه باعث کاهش در تجزیه پذیری ماه خشک و ماده آلی می شود (۱۰) که این کاهش در میزان تولید گاز نمود یافته و باعث کاهش تولید گاز حاصل از تخمیر میکروبی می گردد (۲۰). از طرفی برخی تحقیقات کاهش معنی دار در تولید گاز حاصل از انکوباسیون آزمایشگاهی را مشاهده نکرده اند و تغییرات در تولید گاز را به صورت کاهش عددی بیان کرده و عدم کاهش معنی دار را به سطوح پایین آفلاتوکسین B₁ مورد استفاده و توانایی میکروارگانیسم ها در خنثی سازی آن نسبت داده اند (۸).

در آزمایش حاضر افزودن سطوح ۷۵ و ۱۵۰ میلی گرم پودر پوسته تخم مرغ در جیره‌های حاوی آفلاتوکسین به طور معنی داری باعث افزایش میزان تجزیه پذیری آزمایشگاهی ماده خشک و ماده آلی گشت که این تغییرات در افزایش معنی دار میزان گاز تولیدی نیز نمود پیدا کرد ولی سطح ۷/۵ میلی گرم پودر پوسته تخم مرغ نتوانست تأثیر منفی آفلاتوکسین بر تجزیه پذیری ماده خشک و ماده آلی و به دنبال آن کاهش تولید گاز را از بین ببرد و تفاوت معنی داری بین سطح یک

جدول ۳- تأثیر پودر پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین بر گاز تولیدی و نرخ تولید گاز، تجزیه پذیری ماده خشک و ماده آلی در جیره های حاوی آفلاتوکسین B₁ شرایط آزمایشگاهی^۱

Table 3- Effect of egg shell powder as Aflatoxin (AF) binder on gas production (GP) and gas production rate (GPR), DMD and OMD *in vitro*¹

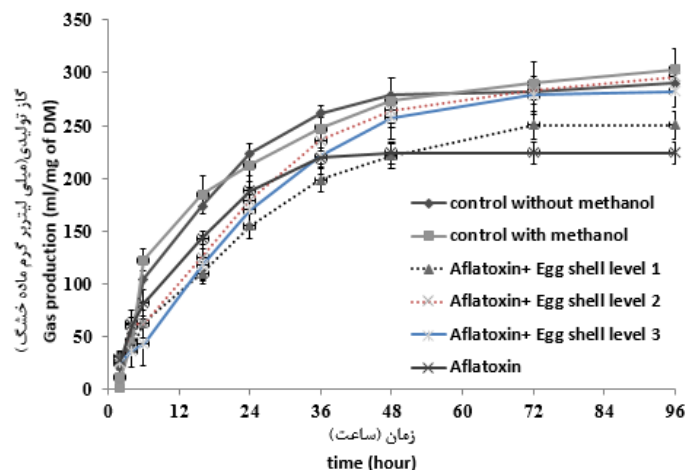
مورد Case	تیمارهای آزمایشی ^۲ Experimental treatments ²							سطح معنی داری p-value
	شاهد بدون متانول Control without methanol	شاهد با متانول control with methanol	آفلاتوکسین Aflatoxin	سطح ۱ پوسته تخم مرغ Egg shell level 1	سطح ۲ پوسته تخم مرغ Egg shell level 2	سطح ۳ پوسته تخم مرغ Egg shell level 3	میانگین اشتباه استاندارد SEM	
نرخ تولید گاز (میلی لیتر/گرم ماده خشک/ساعت) Gas production rate (ml/g DM/h)	0.057 ^{abc}	0.059 ^{ab}	0.070 ^a	0.042 ^{cd}	0.044 ^{bcd}	0.035 ^d	0.0054	<0.001
کل تولید گاز (میلی لیتر/گرم ماده خشک) Total gas production (ml/g DM)	295.05 ^a	294.38 ^a	228.48 ^b	252.70 ^b	301.96 ^a	302.97 ^a	14.12	0.001
تجزیه پذیری ماده آلی (درصد) OM degradability (%)	74.96 ^a	71.89 ^a	44.87 ^c	42.34 ^c	59.46 ^b	59.01 ^b	2.97	<0.001
تجزیه پذیری ماده خشک (درصد) DM degradability (%)	58.84 ^a	55.50 ^a	29.17 ^c	37.33 ^{bc}	40.50 ^b	39.83 ^b	3.08	<0.001

^۱ تیمارها با حروف متفاوت از نظر آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی دار دارند ($P < 0.05$).

^۲ تیمارها شامل: تیمار شاهد بدون متانول، شاهد حاوی متانول، آفلاتوکسین (۸۰۰ نانوگرم آفلاتوکسین در میلی لیتر مایع شکمبه)، سطح ۱ پوسته تخم مرغ (آفلاتوکسین + ۷ میلی گرم پوسته تخم مرغ در ۲۰۰ میلی گرم خوراک)، سطح ۲ پوسته تخم مرغ (آفلاتوکسین + ۷۵ میلی گرم پوسته تخم مرغ در ۲۰۰ میلی گرم خوراک)، سطح ۳ پوسته تخم مرغ (آفلاتوکسین + ۱۵۰ میلی گرم پوسته تخم مرغ در ۲۰۰ میلی گرم خوراک).

¹ Means within the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

² Treatments consist of, control with methanol, control without methanol, Aflatoxin (800 ng/mg of rumen fluid), egg shell powder level 1 (Aflatoxin+ 7mg egg shell powder /200 mg of diet), egg shell level 2 (Aflatoxin +75mg egg shell powder /200 mg of diet), egg shell level 3 (Aflatoxin + 150 mg egg shell powder /200 mg of diet).



شکل ۱- منحنی تولید گاز در ساعت‌های مختلف انکوباسیون در جیره‌های حاوی آفلاتوکسین با سطوح مختلف پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب توکسین. تیمارها شامل کنترل بدون متانول و کنترل با متانول، آفلاتوکسین (حاوی ۸۰۰ نانوگرم آفلاتوکسین در میلی‌لیتر مایع شکمبه و بدون جاذب آفلاتوکسین)، تیمارهای آلوده به آفلاتوکسین و حاوی سطوح ۷۵، ۱۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم جاذب آفلاتوکسین به ترتیب سطح ۱، سطح ۲ و سطح ۳.

Figure 1- Gas production curves of diets contaminated with aflatoxin and contain of different levels of egg shell powder as toxin binder during incubation times. Treatments were control with methanol, control without methanol, Aflatoxin (800 ng/mg of rumen fluid without aflatoxin binder), contaminated treatments with Aflatoxin and consist of 7.5, 75 and 150 mg aflatoxin binder as level 1, level 2 and level 3, respectively.

به‌طوری‌که محققان کاهش در قابلیت هضم جیره غذایی و به دنبال آن عدم دسترسی دام به انرژی حاصل از خوراک در اثر مقادیر بالای مواد جاذب آفلاتوکسین را حاصل تداخل و از دسترس خارج کردن مواد مغذی و معدنی خوراک به وسیله سطوح بالای این مواد بیان کرده‌اند (۵) که در انکوباسیون میکروبی باعث کاهش در قابلیت هضم ماده آلی و در پی آن کاهش انرژی قابل متابولیسم، انرژی خالص شیردهی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر گشته است.

جهت ارزیابی فعالیت تخمیری شکمبه حاصل از جیره‌های غذایی می‌توان از دو شاخص، غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و نیتروژن آمونیاکی استفاده کرد (۹). اسیدهای چرب زنجیر تولید شده در تیمارهای شاهد (۱/۰۴۴ میلی مول بر گرم ماده خشک) و شاهد همراه با متانول (۱/۰۹ میلی مول بر گرم ماده خشک) در مقایسه با تیمار آفلاتوکسین (۰/۸۹ میلی مول بر گرم ماده خشک) به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۴) که بیانگر تأثیر منفی آفلاتوکسین موجود در جیره غذایی بر توده میکروبی محیط کشت است که باعث کاهش جمعیت میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه کاهش تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر به عنوان محصول نهایی حاصل از تخمیر میکروبی گشته است. به‌طوری‌که در تحقیقات گالو و همکاران کاهش در تولید اسیدهای چرب فرار و حرکات شکمبه در اثر تیمارهای حاوی آفلاتوکسین بیان شده است (۶).

تحقیقات وست لاک و همکاران (۳۴) و مجتهدی و همکاران (۲۰) نیز کاهش معنی‌دار در قابلیت هضم ماده خشک در شرایط آزمایشگاهی را گزارش و آن را به وجود آفلاتوکسین و تأثیر آن بر جمعیت میکروبی محیط کشت نسبت داده‌اند. تیمار حاوی سطح ۲ پوسته تخم مرغ از نظر انرژی قابل متابولیسم تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد حاوی متانول و از نظر انرژی خالص شیردهی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر تفاوت معنی‌داری با هر دو تیمار شاهد نداشت. از طرفی تیمار سطح ۱ از نظر آماری انرژی قابل متابولیسم، انرژی خالص شیردهی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر بالاتری نسبت به تیمار آفلاتوکسین داشت که نشان از عملکرد مثبت پوسته تخم مرغ در سطح ۷۵ میلی‌گرم به عنوان جاذب آفلاتوکسین است. ولی در مقادیر پایین پوسته تخم مرغ (تیمار سطح ۱) قابلیت هضم ماده آلی و به دنبال آن انرژی قابل متابولیسم، انرژی خالص شیردهی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای شاهد بود و اختلاف معنی‌داری با تیمار حاوی آفلاتوکسین نداشت که نشان از مقادیر ناکافی پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین است. در تیمار حاوی سطح ۳ پوسته تخم مرغ مقادیر اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، انرژی قابل متابولیسم، انرژی خالص شیردهی و قابلیت هضم ماده آلی کاهش معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد داشتند که احتمالاً بدلیل مقادیر بیش از حد پوسته تخم مرغ در این تیمار است.

همچنین جیونگ و همکاران در گزارش خود علاوه بر کاهش در قابلیت هضم ماده خشک در تیمارهای حاوی آفلاتوکسین B₁، کاهش در تولید اسیدهای چرب فرار را نیز گزارش کردند که تأییدکننده یافته‌های تحقیق حاضر است (۱۱). افزودن سطوح متفاوت پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین نتایج مختلفی را برای اسیدهای چرب فرار تولید شده نشان داد به‌طوری‌که در سطح ۱ تقریباً برابر با تیمار آفلاتوکسین بود که نشان از عدم کارایی مناسب این سطح از جاذب در جیره است ولی در سطح ۲ پوسته تخم مرغ تأثیر بهینه جاذب آفلاتوکسین در تولید اسیدهای چرب فرار مشاهده شد که باعث افزایش معنی‌دار اسیدهای چرب فرار تولید شده نسبت به تیمار آفلاتوکسین گشت (۱/۰۲۶ در مقابل ۰/۸۹ میلی مول بر گرم ماده خشک) که نتایج تولید گاز، تجزیه‌پذیری ماده خشک و ماده آلی (جدول ۳) و انرژی قابل متابولیسم انرژی خالص شیردهی و قابلیت هضم ماده آلی (جدول ۴) نیز تأیید کننده این افزایش هستند. سطح ۳ پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین کاهش معنی‌دار تولید اسیدهای چرب فرار نسبت به تیمارهای شاهد داشت که نشان از مقادیر بیش از حد پوسته تخم مرغ است که می‌تواند به وسیله از دسترس خارج شدن مواد مغذی و معدنی خوراک به وسیله سطح بالای مواد جاذب توضیح داده شود (۵).

غلظت نیتروژن آمونیاکی در تیمارهای شاهد و تیمارهای حاوی هر سه سطح پوسته تخم مرغ به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار آفلاتوکسین است که نشان از تأثیر آفلاتوکسین بر فلور میکروبی محیط کشت و تغییرات در غلظت نیتروژن آمونیاکی است. با توجه به اینکه میکروارگانیسم‌های شکمبه پروتئین وارد شده به شکمبه را مورد تجزیه قرار می‌دهند و از طرفی غلظت نیتروژن آمونیاکی تحت تأثیر میزان تجزیه منابع پروتئینی جیره غذایی و استفاده از منابع نیتروژنی جهت ساخت پروتئین میکروبی است، لذا در صورتی که میکروارگانیسم‌های شکمبه تحت تأثیر آفلاتوکسین قرار بگیرند به‌گونه‌ای می‌توان ادعان داشت که متابولیسم پروتئین جیره نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد و در نتیجه غلظت نیتروژن آمونیاکی تغییر پیدا

می‌کند (۲۷). در آزمایش حاضر بالا بودن غلظت نیتروژن آمونیاکی در تیمار آفلاتوکسین بیانگر تأثیر منفی آفلاتوکسین بر عملکرد میکروارگانیسم‌ها و عدم عملکرد مناسب میکروارگانیسم‌ها در تبدیل نیتروژن آمونیاکی تولید شده به پروتئین میکروبی است که با کاهش معنی‌دار در توده میکروبی تولیدی و همچنین راندمان سنتز میکروبی تیمار حاوی آفلاتوکسین (جدول ۵) نمود یافته است. تأثیر آفلاتوکسین B₁ و پوسته تخم مرغ به‌عنوان جاذب بر شاخص تفکیک پذیری، توده میکروبی تولیدی و راندمان سنتز میکروبی در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج حاصل نشان دهنده کاهش معنی‌دار شاخص تفکیک‌پذیری، توده میکروبی تولیدی و همچنین راندمان سنتز میکروبی در تیمار آفلاتوکسین نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی است. با توجه به این کاهش معنی‌دار می‌توان به تأثیر منفی آفلاتوکسین بر جمعیت میکروبی محیط انکوباسیون و کاهش در سنتز پروتئین میکروبی حاصل از فعالیت میکروارگانیسم‌ها پی برد که با کاهش در قابلیت هضم ماده آلی و به دنبال آن کاهش در تولید اسیدهای چرب فرار در این تیمار آزمایشی (جدول ۴) همراه بوده است. تحقیقات تاپیا و همکاران (۳۱) نیز کاهش در هضم ماده خشک و تولید اسیدهای چرب در اثر کاهش جمعیت باکتریایی را گزارش و بیان کرده‌اند که این کاهش باعث کاهش معنی‌دار در تولید پروتئین میکروبی و افزایش معنی‌دار در جریان نیتروژن آمونیاکی در تیمارهای حاوی آفلاتوکسین در انکوباسیون شکمبه‌ای شده است. از طرفی افزودن سطوح مختلف پوسته تخم مرغ در جیره‌های حاوی آفلاتوکسین باعث افزایش معنی‌دار شاخص تفکیک‌پذیری، توده میکروبی تولیدی و همچنین راندمان سنتز میکروبی نسبت به تیمار آفلاتوکسین شد که این افزایش در تیمار سطح ۲ پوسته تخم مرغ بیشترین مقدار بود به‌طوری‌که از این نظر بین تیمار حاوی سطح ۲ پوسته تخم مرغ و تیمارهای شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۴- تأثیر پودر پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین بر فراسنجه‌های تخمیر در جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین B₁ شرایط آزمایشگاهی^۱

Table 4- Effect of egg shell powder as Aflatoxin binder on fermentation parameters of diets contaminated with aflatoxin B₁ *in vitro*¹

مورد Case	تیمارهای آزمایشی ^۲ Experimental treatments ²						میانگین اشتباه استاندارد SEM	سطح معنی‌داری p-value
	شاهد بدون متانول Control without methanol	شاهد با متانول control with methanol	آفلاتوکسین Aflatoxin	سطح ۱ پوسته تخم مرغ Egg shell level 1	سطح ۲ پوسته تخم مرغ Egg shell level 2	سطح ۳ پوسته تخم مرغ Egg shell level 3		
انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) ME (MJ kg ⁻¹ of DM)	9.15 ^a	8.67 ^{ab}	7.62 ^c	7.81 ^c	8.47 ^b	7.39 ^c	0.051	0.001
انرژی خالص شیردهی (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) NE _L (MJ per kg DM)	5.19 ^a	5.47 ^a	4.54 ^b	4.83 ^b	5.27 ^a	4.26 ^b	0.172	0.001
قابلیت هضم ماده آلی (درصد) DOM (%)	57.26 ^a	59.65 ^a	50.62 ^b	49.48 ^b	56.01 ^a	49.16 ^b	2.512	0.001
اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول/گرم ماده خشک) SCFA (mmol g ⁻¹ of DM)	1.044 ^a	1.09 ^a	0.89 ^b	0.88 ^b	1.026 ^a	0.83 ^b	0.052	0.001
ازت آمونیاکی (میلی‌گرم/دسی لیتر) N-NH ₃ (mg/ dl)	19.02 ^a	20.72 ^b	23.57 ^c	21.03 ^b	20.31 ^{ab}	20.53 ^b	0.42	0.001

^۱ تیمارها با حروف متفاوت از نظر آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

^۲ تیمارها شامل: تیمار شاهد بدون متانول، شاهد حاوی متانول، آفلاتوکسین (۸۰۰ نانوگرم آفلاتوکسین در میلی‌لیتر مایع شکمبه)، سطح ۱ پوسته تخم مرغ (آفلاتوکسین + ۷ میلی‌گرم پوسته تخم مرغ در ۲۰۰ میلی‌گرم خوراک)، سطح ۲ پوسته تخم مرغ (آفلاتوکسین + ۷۵ میلی‌گرم پوسته تخم مرغ در ۲۰۰ میلی‌گرم خوراک)، سطح ۳ پوسته تخم مرغ (آفلاتوکسین + ۱۵۰ میلی‌گرم پوسته تخم مرغ در ۲۰۰ میلی‌گرم خوراک).

¹ Means within the same row with different superscripts differ (P < 0.05).

² Treatments consist of, control with methanol, control without methanol, Aflatoxin (800 ng/mg of rumen fluid), egg shell powder level 1 (Aflatoxin+ 7mg egg shell powder /200 mg of diet), egg shell level 2 (Aflatoxin +75mg egg shell powder /200 mg of diet), egg shell level 3 (Aflatoxin + 150 mg egg shell powder /200 mg of diet).

هضم ماده آلی، سنتز اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (جدول ۴) نیز نشان داده است. به طوری که تحقیقات جیانگ و همکاران نشان داده است که راندمان جذب آفلاتوکسین در جیره‌های حاوی ماده جاذب توکسین وابسته به دوز آفلاتوکسین و مقادیر ماده جاذب مورد استفاده در جیره غذایی گاوهای شیری است و افزودن بیش از حد جاذب آفلاتوکسین با از دسترس خارج کردن مواد مغذی و معدنی مانع از هضم و جذب بهینه آن‌ها می‌شود که در این آزمایش نیز به نظر می‌رسد تأثیر منفی سطح ۳ پوسته تخم مرغ بر قابلیت هضم ماده آلی، توده میکروبی تولیدی و راندمان سنتز میکروبی نسبت به سطح ۲ پوسته تخم مرغ بدلیل سطح بالای این افزودنی باشد (۱۳).

از طرفی سطح ۱ پوسته تخم مرغ نیز باعث بهبود معنی‌دار در شاخص تفکیک‌پذیری، توده میکروبی تولیدی و همچنین راندمان سنتز میکروبی نسبت به تیمار آفلاتوکسین گشت ولی این افزایش نسبت به تیمارهای شاهد به طور معنی‌داری کمتر بود که نشان از سطح ناکافی پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین در تیمار این تیمار آزمایشی است. در تیمار حاوی سطح ۳ پوسته تخم مرغ نیز شاخص تفکیک‌پذیری، توده میکروبی تولیدی و همچنین راندمان سنتز میکروبی نسبت به تیمار آفلاتوکسین به طور معنی‌داری بالاتر بود از طرفی، پارامترهای توده میکروبی تولیدی و راندمان سنتز میکروبی نسبت به تیمارهای شاهد و تیمار سطح ۲ پوسته تخم مرغ به طور معنی‌داری کمتر بود که گویای تأثیر منفی سطح بالای جاذب آفلاتوکسین در این تیمار است که تأثیر خود را در کاهش قابلیت

جدول ۵- تأثیر سطوح مختلف پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب توکسین در جیره دامی حاوی آفلاتوکسین بر شاخص تفکیک پذیری و توده میکروبی تولیدی میکروارگانیسم‌های شکمبه گوسفند در شرایط آزمایشگاهی^۱

Table 5- Effect of different levels of egg shell as toxin binder in the rations containing aflatoxin on partitioning factor and microbial mass of ruminal microorganisms of sheep *in vitro*¹

مورد Case	تیمارهای آزمایشی ^۲ Experimental treatments ²						میانگین اشتباه استاندارد SEM	سطح معنی‌داری p-value
	شاهد بدون متانول Control without methanol	شاهد با متانول control with methanol	آفلاتوکسین Aflatoxin	سطح ۱ پوسته تخم مرغ egg shell level 1	سطح ۲ پوسته تخم مرغ egg shell level 2	سطح ۳ پوسته تخم مرغ egg shell level 3		
عامل تفکیک (میلی گرم ماده آلی در میلی لیتر گاز) PF (mg of OM ml ⁻¹ of Gas)	3.49 ^{ab}	3.28 ^{ab}	2.35 ^c	2.96 ^b	3.62 ^a	3.12 ^{ab}	0.162	0.001
توده میکروبی تولیدی (میلی گرم) Microbial mass (mg)	50.82 ^a	50.35 ^a	4.77 ^d	14.15 ^c	44.48 ^a	26.80 ^b	2.70	0.001
راندمان سنتز میکروبی (درصد) Efficiency of microbial synthesis (%)	27.47 ^a	27.22 ^a	2.58 ^d	7.65 ^c	24.04 ^a	14.49 ^b	1.459	0.001

^۱ تیمارها با حروف متفاوت از نظر آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار دارند ($P < 0.05$).

^۲ تیمارها شامل: تیمار شاهد بدون متانول، شاهد حاوی متانول، آفلاتوکسین (۸۰۰ نانوگرم آفلاتوکسین در میلی‌لیتر مایع شکمبه)، سطح ۱ پوسته تخم مرغ (آفلاتوکسین + ۷ میلی‌گرم پوسته تخم مرغ در ۲۰۰ میلی‌گرم خوراک)، سطح ۲ پوسته تخم مرغ (آفلاتوکسین + ۷۵ میلی‌گرم پوسته تخم مرغ در ۲۰۰ میلی‌گرم خوراک)، سطح ۳ پوسته تخم مرغ (آفلاتوکسین + ۱۵۰ میلی‌گرم پوسته تخم مرغ در ۲۰۰ میلی‌گرم خوراک).

¹ Means within the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

² Treatments consist of, control with methanol, control without methanol, Aflatoxin (800 ng/mg of rumen fluid), egg shell powder level 1 (Aflatoxin+ 7mg egg shell powder /200 mg of diet), egg shell level 2 (Aflatoxin +75mg egg shell powder /200 mg of diet), egg shell level 3 (Aflatoxin + 150 mg egg shell powder /200 mg of diet).

نتیجه‌گیری کلی

بهبود در استفاده از سطح ۲ پوسته تخم مرغ (۷۵ میلی‌گرم پوسته تخم مرغ) معنی‌دار بود. به‌طوری‌که بین سطح ۲ پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین و تیمارهای شاهد فاقد آفلاتوکسین تفاوت معنی‌داری در فراسنجه‌های تخمیری، تولید گاز، شاخص تفکیک‌پذیری، توده میکروبی تولیدی و راندمان سنتز میکروبی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با در نظر گرفتن مجموعه نتایج حاصل می‌توان پوسته تخم مرغ را به عنوان جاذب آفلاتوکسین در شرایط شکمبه‌ای مدنظر قرار داد و به‌منظور کاهش تأثیرات منفی آفلاتوکسین B₁ بر فعالیت میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده مواد غذایی در شرایط شکمبه‌ای پیشنهاد داد.

با توجه به نتایج بدست آمده آفلاتوکسین B₁ در جیره غذایی باعث کاهش در تولید گاز، تجزیه‌پذیری ماده آلی، تجزیه‌پذیری ماده خشک و قابلیت هضم ماده آلی گشت که این کاهش معنی‌دار در اثر تأثیر منفی آفلاتوکسین بر جمعیت باکتریایی محیط کشت ارزیابی شده است که نتیجه آن کاهش معنی‌دار در شاخص تفکیک‌پذیری، توده میکروبی تولیدی و راندمان سنتز میکروبی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر تولیدی، انرژی قابل متابولیسم و انرژی خالص شیردهی بود. از طرفی با افزودن سطوح مختلف پوسته تخم مرغ به عنوان جاذب آفلاتوکسین بهبود در شرایط تخمیری مشاهده شد که این

منابع

1. Abdulrazak, S. A., J. Nyangaga., and T. Fujihara. 2001. Relative palatability to sheep of some browse species, their *in sacco* degradability and *in vitro* gas production characteristics. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 14(11) 1580–1584.
2. Akhtar, S., M. A. Shahzad., S. H. Yoo., and A. Ismail. 2017. Determination of aflatoxin M1 and heavy metals in infant formula milk brands available in Pakistani markets. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 37(1) 79–86.
3. Assadzadeh, S., A. Tahmasbi., A. A. Naserian., and R. Valizadeh. 2018. The effect of organic and inorganic aflatoxin B₁ absorbents on *in vitro* digestibility and rumen fermentation characteristics. Iranian Journal of Animal Science Research, 9(4) 413–423.
4. Cassel, E., B. Campbell., M. Draper., and B. Epperson. 2001. Aflatoxins hazards in grain (Aflatoxicosis and Livestock). South Dakota State University Extension.
5. Elliott, C. T., L. Connolly., and O. Kolawole. 2020. Potential adverse effects on animal health and performance caused by the addition of mineral adsorbents to feeds to reduce mycotoxin exposure. Mycotoxin Research, 36(1) 115–126.
6. Gallo, A., G. Giuberti., J. C. Frisvad., T. Bertuzzi., and K. F. Nielsen. 2015. Review on mycotoxin issues in ruminants: Occurrence in forages, effects of mycotoxin ingestion on health status and animal performance and practical strategies to counteract their negative effects. Toxins, 7(8) 3057–3111.
7. Getachew, G., H. P. S. Makkar., and K. Becker. 2002. Tropical browses: Contents of phenolic compounds, *in vitro* gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and *in vitro* gas production. Journal of Agricultural Science, 139(3) 341–352.
8. Gurung, N. K., D. L. Rankins., and R. A. Shelby. 1999. *In vitro* ruminal disappearance of fumonisin B₁ and its effects on *in vitro* dry matter disappearance. Veterinary and Human Toxicology, 41(4) 196–199.
9. Hall, M. B., T. D. Nennich., P. H. Doane., and G. E. Brink. 2015. Total volatile fatty acid concentrations are unreliable estimators of treatment effects on ruminal fermentation *in vivo*. Journal of Dairy Science, 98(6) 3988–3999.
10. Helferich, W. G., R. L. Baldwin., and D. P. H. Hsieh. 1986. Aflatoxin B₁ metabolism in lactating goats and rats. Journal of Animal Science, 62(3) 697–705.
11. Jeong, J., J. Lee., Y. Simizu., and H. Tazaki. 2010. Effects of the Fusarium mycotoxin deoxynivalenol on *in vitro* rumen fermentation. Animal Feed Science and Technology, 162(3–4) 144–148.
12. Jiang, Y. H., H. J. Yang., and P. Lund. 2012. Effect of aflatoxin B₁ on *in vitro* ruminal fermentation of rations high in alfalfa hay or ryegrass hay. Animal Feed Science and Technology, 175(1–2) 85–89.
13. Jiang, Y., I. M. Ogunade., D. H. Kim., and X. Li. 2018. Effect of adding clay with or without a Saccharomyces cerevisiae fermentation product on the health and performance of lactating dairy cows challenged with dietary aflatoxin B₁. Journal of Dairy Science, 101(4) 3008–3020.
14. Jouany, J., and A. Yiannikouris. 2009. Risk assessment of mycotoxins in ruminants and ruminant products. Options Mediterraneennes, 85(1) 205–224.
15. Kotinagu, K., T. Mohanamba., and L. Rathna Kumari. 2015. Assessment of aflatoxin B₁ in livestock feed and feed ingredients by high-performance thin layer chromatography. Veterinary World, 8(12) 1396–1399.
16. Makkar, H. P. S. 2004. Recent advances in the *in vitro* gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources. In Assessing quality and safety of animal feeds. 55–88.
17. Mauricio, R. M., F. L. Mould., M. S. Dhanoa., E. Owen., K. S. Channa., and M. K. Theodorou. 1999. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. Animal Feed Science and Technology, 79(1) 321–330.
18. Menke, K. H., L. Raab., A. Salewski., H. Steingass., D. Fritz., and W. Schneider. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. The Journal of Agricultural Science, 93(1) 217–222.
19. Menke, K., and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. animal research, 287–55.
20. Mojtahedi, M. 2013. Effect of aflatoxin B₁ on *in vitro* rumen microbial fermentation responses using batch culture.

- Annual review & Research in Biology, 3(4) 686–693.
21. Nemati, Z., H. Janmohammadi., A. Taghizadeh., H. Maleki Nejad., and Gh. Mogaddam. 2015. Effect of Bentonite as a natural adsorbent to ameliorate the adverse effects of aflatoxin B₁ on performance and immune systems in broiler chicks. *Animal Production Research*, 4(3) 67–78.
22. Nemati, Z., A. Karimi., and M. Besharati. 2015. Impact of aflatoxins contaminating feed and yeast cell wall supplementation on immune system in broiler chickens. *International Conference on Innovations in Chemical & Agricultural Engineering*, 14–17.
23. Nemati, Z., and R. Safari. 2020. Effect of activated charcoal on the fermentation parameters and degradability of contaminated diet with aflatoxin B₁ by microorganisms isolated from rumen *in vitro* condition. *Research On Animal Production*, 11(29) 27–29.
24. Nemati, Z., R. Safari., N. Kamrani., M. Sheikhlou., and M. Besharati. 2020. Effect of Aflatoxin B₁ on *In Vitro* Digestibility and Ruminal Fermentation of Sheep Diet. *Research On Animal Production*, 11(28) 75–83.
25. Orskov, E. R., and I. Mcdonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92(2) 499–503.
26. Park, H. J., J. Seong Wook., Y. Jae Kyu., K. Boo Gil., and L. Seung Mok. 2007. Removal of heavy metals using waste eggshell. *Journal of Environmental Sciences*, 19(12) 1436–1441.
27. Reynal, S. M., I. R. Ipharraguerre., M. Liñeiro., and A. F. Brito. 2007. Omasal flow of soluble proteins, peptides, and free amino acids in dairy cows fed diets supplemented with proteins of varying ruminai degradabilities. *Journal of Dairy Science*, 90(4) 1887–1903.
28. Safari, R., Z. Nemati., N. Kamrani., and A. Karimi. 2020. Effect of diatoms on the fermentation parameters and digestibility of contaminated diet with aflatoxin B₁ by microorganisms isolated from rumen *in vitro* condition. *Journal of Veterinary Microbiology*, 16(1) 50–60.
29. SAS. 2002. *SAS User's Guide*. 9.1 Edition. Statistics SAS Institute, Cary, NC, U.
30. Souza, N. K. P., E. Detmann., S. C. Valadares Filho., V. A. C. Costa., D. S. Pina., D. I. Gomes., A. C. Queiroz., and H. C. Mantovani. 2013. Accuracy of the estimates of ammonia concentration in rumen fluid using different analytical methods. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 65(6) 1752–1758.
31. Tapia, M. O., M. D. Stern., A. L. Soraci., and R. Meronuck. 2005. Patulin-producing molds in corn silage and high moisture corn and effects of patulin on fermentation by ruminal microbes in continuous culture. *Animal Feed Science and Technology*, 119(3–4) 247–258.
32. Udomkun, P., A. N. Wiredu., M. Nagle., J. Müller., B. Vanlauwe., and R. Bandyopadhyay. 2017. Innovative technologies to manage aflatoxins in foods and feeds and the profitability of application – A review. *Food Control*, 76 127–138.
33. Varadyova, Z., M. Baran., and I. Zelenak. 2005. Comparison of two *in vitro* fermentation gas production methods using both rumen fluid and faecal inoculum from sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 123 81–94.
34. Vercoe, P. E., H. P. S. Makkar., and A. C. Schlink. 2010. *In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: Nuclear and related methodologies. Springer Netherlands.
35. Westlake, K., R. I. Mackie., and M. F. Dutton. 1989. *In vitro* metabolism of mycotoxins by bacterial, protozoal and ovine ruminal fluid preparations. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25 169–178.



Effect of Different Levels of Egg Shell Powder on Gas Production, Fermentation Parameters and Digestibility of Aflatoxin B₁ Contaminated Diet *in vitro*

Rashid Safari^{1*}, Zabih alah Nemati², Mohamad Reza Sheikhlou¹

Submitted: 23-07-2020

Accepted: 25-01-2021

Introduction Mycotoxins are secondary metabolites of fungi that are produced under stress condition. Aflatoxin is one of several extremely toxic, mutagenic and carcinogenic compounds produced by *Aspergillus Flavus* and *Aspergillus Parasiticus*. Numerous agricultural commodities such as Forages, cereal grains, oilseeds, and cotton seeds are potential sources of aflatoxins in ruminant diets. Many studies indicate that ruminants, like other animals, are affected by aflatoxins. Aflatoxin B₁ reduces ruminal digestion, animal production, and in high doses causes liver damage and death in ruminants. Several chemical, biological, and physical strategies developed in order to, detoxification of aflatoxins or minimizing the production of aflatoxins and inhibiting the absorption of them in the gastrointestinal tract. Recently, many researchers are focused on aflatoxin adsorbents to reduce the bioavailability of aflatoxins in the diet. Eggshell has a porous structure and on the other hand has significant amounts of pure calcium carbonate, which has the ability to absorb toxins. Due to limit information on the ability of egg shell powder to absorb aflatoxin, the present study was designed to investigate the effect of adding egg shell powder as toxin binder in diets containing aflatoxin B₁ on fermentation parameters and ruminal digestibility and gas production *in vitro*.

Materials and Methods To produce the aflatoxin required for the experiment, a standard strain of *Aspergillus Parasiticus* NRLL 2999 used and cultured on potato dextrose agar. In other to obtain proper amount of Aflatoxin, 2 ml of spore suspension with a concentration of 6.5×10^6 grown fungi was prepared and added to a flask containing sterile culture medium. After 5 days, the culture medium was dried in an oven. Culture medium contained of 250.9 mg/kg aflatoxin B₁. This experiment was performed in a completely randomized design with 5 treatments and 4 replications in each treatment. Experimental treatments consist of, control with methanol, control without methanol, Aflatoxin (800 ng/mg of rumen fluid), Aflatoxin+ level 1 egg shell powder (7 mg per 200 mg of diet), Aflatoxin +level 2 egg shell powder (75 mg per 200 mg of diet), Aflatoxin +level 3 egg shell powder (150 mg per 200 mg of diet). Rumen fluid was collected before the morning feed from three fistulated Moghani male sheep with 46 ± 3 kg live weight. Sheep fed with basal diet used in this experiment at a concentration of 50:50 forage to concentrate for 15 days before rumen fluid collection. *In vitro* gas production was measured in 4 replicates with 200 mg DM for each. The bottles were filled with 30 ml of incubation medium that consisted of 10 ml of rumen fluid plus 20 ml of buffer solution and placed in a water bath at 39 °C. Gas production was recorded at 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 and 96 h. Gas values corrected for blank incubation. The gas production and rate of gas production measured through 96 h incubation. A procedure similar to gas production with 4 replicates for each treatment was used for rumen batch culture system to measure NH₃-N and *in vitro* digestibility after 24 h incubation. Contents of each glass bottle were

1- Assistant Professor of Animal Science Department, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

2- Associate Professor of Animal Science Department, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

(* Corresponding author: Email: rashid.safari@gmail.com.)

Doi:10.22067/ijasr.2021.38309.0

filtered through three layers of cheesecloth and rumen fluid used to determination of $\text{NH}_3\text{-N}$ using the distillation method. Finally, all remaining contents oven dried at 60 °C for 48 h and analyzed for IVDMD and IVOMD. Metabolizable energy (ME), net energy for lactation (NE_L), short chain fatty acids (SCFA), partitioning factor (PF), Microbial mass and Efficiency of microbial synthesis calculate throughout 24h incubation.

Results and Discussion Results indicate a significant decrease in GP in aflatoxin treatment compared to treatments without aflatoxin, so that the amount of gas production decreased from 295.05 and 294.38 in control with methanol and control without methanol to 228.48 ml/g of DM. This change in GP was associated with significant reduction in IVDMD and IVOMD, ME, NE_L , SCFA, PF, microbial mass and Efficiency of microbial synthesis. Addition of different levels of egg shell powder as aflatoxin binder improved fermentation conditions which was significant in level 2 treatment compare to aflatoxin treatment. There was no significant difference in GP, IVDMD and IVOMD, ME, NE_L , SCFA, PF, microbial mass and efficiency of microbial synthesis between control treatments and level 2 egg shell powder as toxin binder.

Conclusion Considering all the results of experiment, egg shell could be considered as an adsorbent of aflatoxin in ruminal conditions. Egg shell powder suggested as toxin binder to reduce the negative effects of aflatoxin B_1 on microbial activity and degradability in ruminal conditions.

Keywords: Aflatoxin, Digestibility, Egg Shell, Gas production, Partitioning Factor.



مقاله علمی - پژوهشی

اثر جایگزینی کنجاله سویا با دانه کامل سویای برشته شده بر عملکرد رشد، صفات لاشه و برخی فراسنجه‌های خون جوجه خروس‌های گوشتی

مهدی میهن دوست^۱، احمد حسن آبادی^۲، حسن نصیری مقدم^۲، ابوالقاسم گلیان^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۶

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر جایگزینی دانه کامل سویای برشته شده با کنجاله سویا بر عملکرد و برخی فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی انجام شد. ۱۹۲ قطعه جوجه خروس یکروزه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی به چهار تیمار و چهار تکرار تقسیم شدند. دانه سویا در دمای ۱۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه برشته و از سن ۱۵-۴۲ روزگی در چهار سطح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جایگزین کنجاله سویا شد. جیره‌ها دارای پروتئین خام و انرژی قابل متابولیسم تقریباً یکسان بودند. در ۴۲ روزگی یک قطعه جوجه از هر تکرار خونگیری و ذبح شد. نتایج نشان داد با افزایش سویای برشته شده، افزایش وزن و خوراک مصرفی در دوره رشد کاهش یافت. در دوره پایانی در سطح ۷۵ درصد، میانگین افزایش وزن، وزن بدن و خوراک مصرفی بطور معنی‌داری پایین‌تر از سایر سطوح بود. ضریب تبدیل غذایی در دوره رشد تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت ولی در دوره پایانی تیمار شاهد ضریب تبدیل بهتری نسبت به سایر تیمارها داشت. با افزایش سویای برشته شده، وزن کبد و چربی حفره شکمی افزایش یافت و اختلاف آن در تیمار ۷۵ درصد نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار بود. غلظت کلسترول و HDL سرم در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها بطور معنی‌داری کمتر بود. غلظت آسپارات ترانس آمیناز سرم (AST) در تیمار ۷۵ درصد بطور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود و کراتین فسفوکیناز (CPK) در تیمار شاهد بطور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود. نتایج این آزمایش نشان داد که جایگزینی ۵۰ درصد از کنجاله سویای جیره با دانه کامل سویای برشته شده از سن ۱۵ روزگی تأثیر منفی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نداشته و HDL خون آنها را افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: اجزای لاشه، جوجه گوشتی، سویای برشته شده، عملکرد، فراسنجه‌های خون.

مقدمه

مکمل پروتئینی را در جیره‌های غذایی طیور فراهم می‌آورد (۱۷). استفاده از دانه خام سویا در تغذیه طیور به دلیل وجود عوامل ضد تغذیه‌ای از جمله باز دارنده‌های تریپسین، کیموتریپسین، لکتین و مواد گواترزا، باعث کاهش رشد می‌شود. البته این عوامل در مقابل حرارت ناپایدار هستند و غیرفعال می‌گردند (۳۱). در عین حال، حرارت ناکافی باعث غیرفعال شدن این عوامل نمی‌شود و باعث کاهش عملکرد طیور می‌گردد. مشخص شده است که استفاده از دانه سویا به صورت خام در جیره غذایی طیور دفع متابولیسی اسیدهای صفراوی را افزایش می‌دهد که در نتیجه، قابلیت هضم چربی‌ها کاهش می‌یابد. سویای خام به علت دارا بودن آنتی تریپسین، ترشح پانکراس افزایش می‌دهد که به دنبال آن ورود آب و پروتئین به دئودنوم افزایش می‌یابد. اتصال اسیدهای صفراوی به این مواد دفع اسیدهای صفراوی را افزایش می‌دهد. افزون بر این، لکتین موجود در حبوبات باعث دفع آنزیم آمیلاز از طریق مدفوع شده و در نتیجه قابلیت هضم نشاسته

خوراک حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد از هزینه‌های پرورش جوجه‌های گوشتی را به خود اختصاص می‌دهد (۱۷). بنابراین، ارزیابی مداوم منابع جدید و گوناگون مواد خوراکی ضروری است. دانه سویا دارای ۲۳-۱۴ درصد روغن و ۳۵ تا ۳۸ درصد پروتئین خام با قابلیت هضمی در حدود ۸۸ درصد می‌باشد (۱ و ۱۶). استفاده از دانه سویای برشته شده هزینه استخراج روغن را از بین می‌برد و امکان استفاده از این

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

(*) - نویسنده مسئول: (Email: hassanabadi@um.ac.ir)

Doi: 10.22067/ijasr.v13i1.79067

کاهش می‌یابد (۱۸).

یکی از روش‌های فرآوری سویا برشته کردن است. این روش به دلیل سرعت زیاد برون ده محصول و حمل و نقل آسان تجهیزات مورد نیاز برای برشته کردن دانه سویا، بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است (۱۲). برشته کردن از جمله فرآیندهای حرارتی با درجه حرارت و زمان‌های متفاوت است که در طی آن قابلیت هضم پروتئین به سبب دناتوره شدن و شکستن ساختمان سلولی، افزایش یافته و عوامل ضد تغذیه‌ای تا ۸۵ درصد کاهش می‌یابند. پس از برشته کردن، روغن ذخیره شده در داخل سلول‌های دانه سویا برای حیوان قابل دسترس می‌گردد. به دلیل بالا بودن میزان روغن موجود در سویای برشته شده، از این محصول می‌توان در ماه‌های گرم سال جهت مقابله با تنش گرمایی استفاده نمود. فرآیند برشته کردن باعث افزایش خوشخوراکی سویا می‌شود. قابلیت هضم کربوهیدرات‌های آن نیز به دلیل تغییر در ساختار پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول در آب افزایش می‌یابد که در نتیجه عملکرد طیور بهبود می‌یابد.

مک‌ایزاک و همکاران (۱۸) گزارش کردند که در صورت فرآوری مناسب دانه سویای خام، می‌توان بدون هیچ گونه محدودیتی آن را در تغذیه طیور استفاده نمود. اوردونیز و پالنسیا (۲۲) با انجام آزمایشی، دانه سویا را در دماها و زمان‌های مختلف برشته کردند و بهترین عملکرد جوجه‌ها را هنگامی مشاهده نمودند که دانه سویا در دمای ۱۲۰ تا ۱۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲/۵ دقیقه برشته شده بود. پریلا و همکاران (۲۴) گزارش کردند که استفاده از دانه سویای برشته شده در دمای ۱۲۲، ۱۲۶ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد، تأثیر معنی‌داری بر وزن بدن جوجه‌های گوشتی ندارد. سابوه و همکاران (۳۰) همچنین گزارش شده است که جایگزینی کنجاله دانه سویا با دانه سویای با پوسته و بدون پوسته برشته شده، تأثیر معنی‌داری بر وزن بدن، ضریب تبدیل خوراک و میزان چربی حفره بطنی ندارد. دیمترووا (۸) گزارش کرد که استفاده از دانه سویای برشته شده تأثیر معنی‌داری بر عملکرد جوجه‌ها در کل دوره پرورش نداشته است.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی میزان بهینه استفاده از دانه سویای برشته شده و جایگزینی آن با کنجاله سویا در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی، اثرات آن بر عملکرد تولیدی، صفات لاشه و برخی از متابولیت‌های خون بود.

مواد و روش‌ها

برای انجام این آزمایش از ۱۹۲ قطعه جوجه گوشتی نر یک روزه از سویه تجاری راس ۳۰۸ استفاده شد. جوجه‌ها پس از ورود به سالن، توزین و به طور تصادفی بین ۴ تیمار آزمایشی با ۴ تکرار ۱۲ قطعه‌ای در ۱۶ واحد آزمایشی تقسیم شدند. از میان تیمارهای آزمایشی یک تیمار به عنوان تیمار شاهد انتخاب گردید و با جیره غذایی بر پایه ذرت-کنجاله سویا تغذیه شد. جوجه‌ها تا سن ۱۴ روزگی با جیره

دارای ۲۹۰۰ کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم و ۲۱/۰۸ درصد پروتئین خام تغذیه شدند. در این آزمایش دانه سویا با استفاده از روش استوانه گردشی (Rotating drum) در دمای ۱۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه برشته شده و در دوره رشد (۲۸-۱۵ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۹ روزگی) در ۴ سطح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جایگزین کنجاله سویای جیره شد. جیره‌های غذایی بر اساس توصیه راس ۲۰۰۹ تنظیم شدند و در کلیه تیمارهای آزمایشی از لحاظ انرژی قابل متابولیسم و پروتئین خام تقریباً یکسان بودند (جداول ۱ و ۲). در انتهای ۱۴ روزگی، برای افزایش دقت در توزین به جوجه‌ها ۳ ساعت گرسنگی داده شد. سپس به صورت انفرادی توزین و در گروه‌های با میانگین وزنی 283 ± 10 گرم در واحدهای آزمایشی قرار گرفتند.

در این آزمایش صفات افزایش وزن روزانه، خوراک مصرفی، وزن زنده و ضریب تبدیل خوراک به صورت دوره‌ای اندازه‌گیری شد. در پایان هر دوره جوجه‌های هر واحد آزمایشی پس از ۳ ساعت گرسنگی به صورت گروهی توزین و میانگین وزن زنده از تقسیم وزن کل جوجه‌های موجود در هر واحد آزمایشی بر تعداد جوجه‌های زنده آن واحد آزمایشی محاسبه شد. در پایان دوره آزمایش (۴۲ روزگی) پس از توزین، یک قطعه جوجه از هر واحد آزمایشی که متوسط وزن آن به میانگین گروه نزدیک‌تر بود انتخاب گردید. سپس نمونه‌های خون بوسیله سرنگ از ورید زیر بال به میزان ۵ میلی لیتر جمع‌آوری و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. سرم نمونه‌های خون با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ (sigma مدل ۱۰۱) با نیروی ۱۰۰۰ g به مدت ۵ دقیقه جداسازی شد. نمونه‌های سرم خون به داخل میکروتیوب‌ها منتقل و در داخل فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد. این نمونه‌ها برای اندازه‌گیری کلسترول کل، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (HDL)، لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین (LDL) و همچنین غلظت آنزیم‌های کراتین فسفوکیناز (CPK)، لاکتات دهیدروژناز (LDH)، آسپارات ترانس آمیناز (AST) و آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) به آزمایشگاه منتقل شد. سپس پرندگان انتخاب شده، برای اندازه‌گیری صفات لاشه کشتار و توزین شدند. پس از پوست کنی و تخلیه حفره شکمی، میزان لاشه اندازه‌گیری شد. پس از قطعه بندی، قطعات لاشه شامل ران‌ها، سینه، کبد، چربی حفره شکمی و پانکراس اندازه‌گیری و سپس به صورت درصدی از وزن زنده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. طرح آماری مورد استفاده در این آزمایش طرح کاملاً تصادفی و مدل آن به صورت زیر بود:

$$X_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

که در آن: X_{ij} = مقدار صفت مورد نظر، μ = میانگین مشاهدات، t_i = اثر تیمار i ام (سطوح دانه کامل سویای برشته شده در جیره غذایی)، ε_{ij} = اثر خطای آزمایش بود. نتایج بدست آمده از این آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۹) (۲۶) و با رویه مدل خطی

عمومی (GLM) تجزیه گردید. از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیز در سطح احتمال ۵ درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

جدول ۱- ترکیبات و میزان مواد مغذی جیره‌های مورد استفاده در دوره رشد (۲۸-۱۵ روزگی)

Table 1- Ingredients and chemical composition of grower diets (15-28 d)

مواد خوراکی (درصد) Ingredients (%)	نسبت کنجاله سویا به سویای پرشته شده Soybean meal : Roasted Soy			
	100:0	75:25	50:50	25:75
ذرت Corn	51.75	53.92	56.05	54.24
کنجاله سویا (پروتئین خام، ۴۴٪) Soybean meal (CP, 44%)	38.26	28.69	19.13	9.56
سویای پرشته شده ^۱ Roasted soy ¹	0.00	9.57	19.13	28.7
روغن آفتابگردان Sunflower oil	5.18	3.32	1.72	1.76
دی کلسیم فسفات Di calcium phosphate	1.74	1.75	1.77	1.81
سنگ آهک Limestone	1.07	1.07	1.07	1.07
نمک طعام Salt	0.32	0.33	0.30	0.40
مکمل ویتامینی و مواد معدنی ^۲ Vitamin and mineral premixes ²	0.50	0.50	0.50	0.50
دی ال - متیونین DL-methionine	0.29	0.26	0.24	0.28
ال - لیزین هیدروکلرید L-lysine HCl	0.07	0.09	0.09	0.09
ماسه sand	0.82	0.50	0.00	1.59
مواد مغذی محاسبه شده Calculated composition (%)				
انرژی قابل سوخت و ساز (kcal/kg) Metabolizable energy (kcal/kg)	3150	3150	3150	3150
پروتئین خام Crude protein	21.50	21.40	21.00	20.80
فیبر خام Crude fiber	3.40	3.68	3.50	3.29
کلسیم Calcium	0.90	0.90	0.90	0.90
فسفر قابل دسترس Available phosphorus	0.45	0.45	0.45	0.45
اسید لینولئیک Acid linoleic	3.20	3.22	3.50	3.98
لیزین Lysine	1.20	1.17	1.18	1.19
متیونین Methionine	0.60	0.60	0.60	0.60
متیونین + سیستین Methionine + Cystine	0.95	0.95	0.95	0.95

^۱دانه سویای پرشته بر اساس هوا خشک دارای ۳۹٪ پروتئین خام؛ ۱۵/۳٪ عصاره اتری؛ ۴/۵٪ خاکستر و ۳۹۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم بود.

^۲مکمل ویتامینه و مواد معدنی مواد زیر را در هر کیلوگرم از جیره تأمین می‌کرد: ویتامین A، ۸۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۵۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۱ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K3، ۲/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B12، ۰/۰۱ میلی‌گرم؛ تیامین، ۱/۵ میلی‌گرم؛ ریوفلاوین؛ ۴ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۵ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۰/۵ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ پیرودوکسین، ۲/۵ میلی‌گرم؛ اسید پنتوتنیک، ۸ میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۵۰ میلی‌گرم بتائین، ۱۹۰ میلی‌گرم؛ روی، ۶۵ میلی‌گرم؛ منگنز، ۷۵ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۲ میلی‌گرم؛ ید، ۰/۹ میلی‌گرم؛ مس، ۶ میلی‌گرم؛ آهن، ۷۵ میلی‌گرم.

^۱As fed roasted soy contained: CP, 39%; Ether extract, 15.3%; Ash, 4.5% and ME, 3900 Kca/kg.

^۲Supplied per kg of diet: vitamin A as acetate, 8800 IU; Cholecalciferol, 2500 IU; vitamin E (as dl-α tocopherol) 11 IU, vitamin K3, 2.2 mg; Vitamin B12, 0.01 mg, thiamine, 1.5 mg; Riboflavin, 4 mg; Niacin 35mg, folic acid 0.5 mg; Biotin, 0.15 mg; pyridoxine 2.5 mg; pantothenate, 8mg; choline chloride, 50 mg; Betaine 190 mg; Zinc, 65 mg; Magnesium, 75 mg; selenium, 0.2 mg; iodide, 0.9 mg; Copper, 6 mg; Iron, 75 mg.

جدول ۲- ترکیبات و میزان مواد مغذی جیره‌های مورد استفاده در دوره پایانی (۲۹-۴۲ روزگی)

Table 2- Ingredients and chemical composition of finisher diets (29-42 d)

مواد خوراکی (درصد) Ingredients (%)	نسبت کنجاله سویا به سویای برشته شده Soybean meal : Roasted Soy ratio			
	100:0	75:25	50:50	25:75
ذرت Corn	60.53	65.67	65.67	65.69
کنجاله سویا (پروتئین خام، ۴۴٪) Soybean meal (CP, 44%)	30.75	23.06	15.37	7.70
سویای برشته شده ^۱ Roasted soy ¹	0.00	7.70	15.37	23.06
روغن آفتابگردان Sunflower oil	2.88	0.03	0.00	0.00
دی کلسیم فسفات Di calcium phosphate	1.20	1.18	1.22	1.23
سنگ آهک Limestone	1.23	1.20	1.21	1.20
نمک طعام Salt	0.30	0.30	0.30	0.30
مکمل ویتامینی و مواد معدنی ^۲ Vitamin and mineral premixes ²	0.50	0.50	0.50	0.50
دی ال - متیونین DL-methionine	0.28	0.24	0.23	0.2
ال - لیزین هیدروکلرید L-lysine HCl	0.10	0.12	0.13	0.12
ماسه sand	2.23	0.00	0.00	0.00
مواد مغذی محاسبه شده Calculated composition (%)				
انرژی قابل سوخت و ساز (kcal/kg) Metabolizable energy (kcal/kg)	3050	3050	3070	3100
پروتئین خام Crude protein	19.00	19.00	18.75	18.60
فیبر خام Crude fiber	3.50	3.70	3.60	3.70
کلسیم Calcium	0.81	0.80	0.80	0.80
فسفر قابل دسترس Available phosphorus	0.40	0.40	0.40	0.40
اسید لینولئیک Acid linoleic	3.50	3.60	3.70	3.70
لیزین Lysine	1.02	1.02	1.02	1.02
متیونین Methionine	0.40	0.40	0.40	0.40
متیونین + سیستین Methionine + Cystine	0.82	0.82	0.82	0.82

^۱دانه سویای برشته بر اساس هوا خشک دارای ۳۹٪ پروتئین خام؛ ۱۵/۳٪ عصاره اتری؛ ۴/۵٪ خاکستر و ۳۹۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم بود.

^۲ مکمل ویتامینه و مواد معدنی مواد زیر را در هر کیلوگرم از جیره تأمین می‌کرد: ویتامین A، ۸۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۵۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۱ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K3، ۲/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B12، ۰/۰۱ میلی‌گرم؛ تیامین، ۱/۵ میلی‌گرم؛ ریوفلاوین، ۴ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۵ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۰/۵ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۲/۵ میلی‌گرم؛ اسید پنتوتنیک، ۸ میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۵۰ میلی‌گرم بتائین، ۱۹۰ میلی‌گرم؛ روی، ۶۵ میلی‌گرم؛ منگنز، ۷۵ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۲ میلی‌گرم؛ ید، ۰/۹ میلی‌گرم؛ مس، ۶ میلی‌گرم؛ آهن، ۷۵ میلی‌گرم.

^۱As fed roasted soy contained: CP, 39%; Ether extract, 15.3%; Ash, 4.5% and ME, 3900 Kca/kg.

^۲ Supplied per kg of diet: vitamin A as acetate, 8800 IU; Cholecalciferol, 2500 IU; vitamin E (as dl- α tocopherol) 11 IU, vitamin K3, 2.2 mg; Vitamin B12, 0.01 mg, thiamine, 1.5 mg; Riboflavin, 4 mg; Niacin 35mg, folic acid 0.5 mg; Biotin, 0.15 mg; pyridoxine 2.5 mg; pantothenate, 8mg; choline chloride, 50 mg; Betaine 190 mg; Zinc, 65 mg; Magnesium, 75 mg; selenium, 0.2 mg; iodide, 0.9 mg; Copper, 6 mg; Iron, 75 mg.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به افزایش وزن روزانه، میانگین وزن زنده، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های رشد و پایانی در جدول شماره ۳ ارائه شده است. میانگین افزایش وزن روزانه در دوره رشد و پایانی در سطح ۷۵ درصد سویای برشته شده به طور معنی‌داری از سایر تیمارها کمتر بود ($P < 0.05$)؛ به طوری که با افزایش سطح دانه سویای برشته شده در جیره، افزایش وزن زنده جوجه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت. در دوره پایانی، جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۷۵ درصد سویای برشته شده میانگین وزن کمتری از جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد سویای برشته شده داشتند ($P < 0.05$).

در پژوهش‌های مختلف نتایج متفاوتی حاصل شده است. به عنوان مثال مکمل زاک و همکاران (۱۸) گزارش کردند که افزایش درصد سویای برشته شده در جیره دوره‌های رشد و پایانی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد رشد جوجه‌ها نداشت. والدروپ و همکاران (۳۱) گزارش کردند که افزایش وزن در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با دانه کامل سویای حرارت دیده و کنجاله سویا تا ۲۸ روزگی مشابه بوده است. لیسون و همکاران (۱۷) در مرحله آغازین و پایانی از ۳۰ درصد سویای حرارت دیده استفاده و گزارش کردند که عملکرد رشد جوجه‌ها در مرحله آغازین کاهش یافته و در دوره پایانی نیز تأثیر معنی‌داری بر عملکرد رشد نداشته است. این محققان معتقد هستند که اثرات منفی این ماده غذایی با افزایش سن پرند کاهش می‌یابد. در مقابل، پیبلز و همکاران (۲۳) گزارش کردند که تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره دارای ۱۵ درصد دانه سویای حرارت دیده تا سن شش هفتگی بدون مشاهده اثرات منفی امکان‌پذیر است. چوهان و همکاران (۷) گزارش کردند هنگامی که ۱۰۰ درصد کنجاله سویا با دانه سویای حرارت دیده جایگزین می‌شود، تأثیر ناچیزی بر وزن بدن در سن سه هفتگی مشاهده می‌شود.

سپهری و همکاران (۲۸) گزارش کردند که استفاده از ۲۰ درصد سویای برشته شده در دوره‌های رشد و پایانی تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک ندارد؛ ولی میانگین افزایش وزن بهبود می‌یابد. همیلتون و مک نوین (۱۲) و همچنین بیتز (۳) گزارش کردند که با افزایش سطح دانه سویای فرآوری شده در جیره غذایی، میانگین وزن زنده افزایش می‌یابد. همیلتون و سندزنت (۱۱) گزارش کردند که در جیره‌های با پروتئین خام یکسان که بخشی یا همه کنجاله سویا با سویای برشته شده جایگزین می‌شود، سطوح مختلف دانه سویای برشته شده افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ به طوری که با افزایش میزان دانه سویای برشته شده، ضریب تبدیل خوراک و مصرف خوراک به طور معنی‌داری

کاهش می‌یابد. چوالیساراکول و تانگتاویویپات (۶) گزارش کردند که جوجه‌هایی که سویای برشته شده مصرف کردند، رشد کمتر و ضریب تبدیل خوراک بیشتری نسبت به جوجه‌هایی که با کنجاله سویا و روغن گیاهی تغذیه شده بودند داشتند. ولج و همکاران (۳۳) گزارش کردند که عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی زمانی که با جیره حاوی محصولات تصفیه شده سویا تغذیه شدند نسبت به جوجه‌های تغذیه شده با جیره ذرت - کنجاله سویا کاهش یافت. پونی و فومونیم (۲۵) گزارش کردند که استفاده از سویای پرچرب نسبت به تیمار کنجاله سویا باعث کاهش وزن زنده در دوره رشد و پایانی شده است. همچنین گزارش شده است که جایگزینی کنجاله سویا با دانه سویای پرچرب تأثیر معنی‌داری بر میانگین افزایش وزن در کل دوره ندارد (۳۱). در مطالعه دیگری استفاده از دانه سویای برشته شده در مقایسه با کنجاله سویا، باعث بهبود میانگین وزن و افزایش وزن در کل دوره شد (۱۱). دلیل مشخصی برای این اختلافات در میان پژوهش‌های مختلف به نظر نمی‌رسد اما ممکن است حداقل تا حدودی، مربوط به تفاوت در شرایط اعمال شده در طول فرآیند حرارتی و نوع محصولات استفاده شده باشد.

نتایج این آزمایش نشان داد که مصرف خوراک (گرم به ازای هر جوجه در روز) جوجه‌های گوشتی در دوره رشد در سطح ۷۵ درصد نسبت به سطح صفر (شاهد) و ۵۰ درصد پایین‌تر بود ($P < 0.05$). مصرف خوراک در دوره پایانی در سطح ۷۵ درصد جایگزینی نسبت به سایر تیمارها پایین‌تر بود ($P < 0.05$). نتایج حاصله نشان داد که با افزایش میزان سویای برشته شده در دوره رشد و پایانی در جیره، مصرف خوراک به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

نتایج بدست آمده تا حدودی با نتایج بدست آمده از پژوهش نصیری مقدم و همکاران (۲۰) مک ایزاک و همکاران (۱۸) و همیلتون و سندزنت (۱۱) و پونی و فومونیم (۲۵) مطابقت دارد. به طوری که آنها در جیره‌های ایزونیتروژنوس بخشی یا همه کنجاله سویا را با دانه سویای برشته شده جایگزین نمودند و گزارش کردند که با افزایش میزان دانه سویای برشته شده در جیره‌های غذایی، میزان مصرف خوراک کاهش می‌یابد. همچنین در تحقیق والدروپ و همکاران (۳۱) نیز با افزایش میزان سویای فرآوری شده از ۱۰ به ۲۰ درصد جیره، مصرف خوراک کاهش یافت که با نتایج این تحقیق مشابه دارد.

سطوح مختلف سویای برشته شده در جیره تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی در دوره رشد نداشته است ($P > 0.05$)؛ ولی ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی در تیمار ۷۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشت ($P < 0.05$)؛ به طوری که با افزایش میزان سویای برشته شده

در جیره، ضریب تبدیل خوراک نیز افزایش یافته است.

جدول ۳- تأثیر درصد جایگزینی سطوح مختلف دانه کامل سویای برشته شده با کنجاله سویا بر عملکرد جوجه خروس‌های گوشتی^۱

Table 3- The effect of different levels (%) of roasted whole soybeans substitution for soybean meal in male broiler chicken diets on growth performance¹

صفات مورد مطالعه Variables	نسبت کنجاله سویا به سویای برشته شده Soybean meal : Roasted Soy ratio				SEM ²	P-value
	100:0 (شاهد؛ Control)	75:25	50:50	25:75		
میانگین افزایش وزن روزانه (پرند/گرم) Weight gain (g/bird)						
۱۵-۲۸ روزگی 15-28 d	43.07 ^a	40.37 ^a	40.91 ^a	33.57 ^a	1.22	0.01
۲۹-۴۲ روزگی 29-42 d	76.61 ^a	73.01 ^a	71.40 ^a	55.93 ^b	2.49	0.01
وزن زنده (پرند/گرم) Body weight (g/bird)						
۲۸ روزگی 28 d	887.52 ^a	809.38 ^{ab}	848.25 ^{ab}	763.27 ^b	20.14	0.015
۴۲ روزگی 42 d	1979.2 ^a	1837 ^a	1854.0 ^a	1553.0 ^b	53.85	0.02
خوراک مصرفی روزانه (پرند/گرم) Daily feed intake (g/bird)						
۱۵-۲۸ روزگی 15-28 d	83.93 ^a	78.51 ^{ab}	81.42 ^a	70.59 ^b	1.82	0.03
۲۹-۴۲ روزگی 29-42 d	149.10 ^a	149.26 ^a	147.08 ^a	119.16 ^b	4.18	0.01
ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio						
۱۵-۲۸ روزگی 15-28 d	1.95	1.96	1.99	2.11	0.04	0.38
۲۹-۴۲ روزگی 29-42 d	1.92 ^b	2.13 ^{ab}	2.04 ^{ab}	2.19 ^a	0.04	0.03

^۱ میانگین‌های هر ردیف که دارای حرف مشابه نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

^۲ Means within same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

^۲ Standard error of the means

سویای پرچرب نسبت به کنجاله سویا در جیره، ضریب تبدیل خوراک در دوره رشد بهبود می‌یابد. همیلتون و سندرگت (۱۱) گزارش کردند که با افزایش میزان مصرف دانه سویای فرآوری شده در دما و زمان مناسب، میزان ضریب تبدیل خوراک کاهش می‌یابد. سپهری و همکاران (۲۸) گزارش کردند که استفاده از سطح ۲۰ درصد دانه سویای برشته شده ضریب تبدیل خوراک را نسبت به جیره‌های صفر (شاهد) و ۱۰ درصد دانه سویای برشته ضریب تبدیل را بطور معنی‌داری بهبود بخشید. احتمالاً با افزایش دانه سویای برشته شده در جیره، میزان الیگوساکاریدها افزایش یافته و باعث کاهش سوخت و ساز انرژی و کاهش هضم و جذب اسیدهای آمینه شده است.

مکل ایزاک و همکاران (۱۸) گزارش کردند که با افزایش سطح سویای برشته شده در دوره رشد و پایانی تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک مشاهده نمی‌شود. والدروپ و همکاران (۳۱) از دو سطح ۱۰ و ۲۰ درصد دانه سویای فرآوری شده و کنجاله سویا استفاده نمودند و مشاهده کردند که با مصرف جیره حاوی ۲۰ درصد دانه سویای فرآوری شده در مقایسه با جیره حاوی ۱۰ درصد دانه سویای فرآوری شده و کنجاله سویا، مصرف خوراک کمتر، افزایش وزن بیشتر و ضریب تبدیل کمتری بدست می‌آید و در نتیجه، با افزایش میزان مصرف دانه سویای فرآوری شده در جیره عملکرد پرند افزایش می‌یابد. پونی و همکاران (۲۵) گزارش کردند که استفاده از

در این تیمار نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود ($P < 0.05$). با افزایش سطوح دانه سویای برشته شده در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی، وزن کبد افزایش معنی‌داری داشته و در سطح ۷۵ درصد نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود ($P < 0.05$). سپهری و همکاران (۲۸) نیز در زمان استفاده از سطوح مختلف سویای فرآوری در جیره جوجه‌های گوشتی، تأثیر معنی‌داری بر وزن سینه و کبد مشاهده نکردند ($P > 0.05$). ین و همکاران (۳۴) گزارش کردند که استفاده از سویای حرارت دیده، تأثیر معنی‌داری بر وزن چربی نداشته ولی وزن پانکراس در تیمارهای حاوی سویای حرارت دیده به طور معنی‌داری کمتر بوده است.

همچنین ممکن است به دلیل فرآوری نامناسب دانه‌ی سویا و عوامل بازدارنده موجود در آن (الیگوساکاریدها، بازدارنده‌های تریپسین و لکتین)، ضریب تبدیل در سطوح بالای جایگزینی کنجاله سویا با دانه کامل سویای برشته شده افزایش یافته است.

وزن اجزای لاشه به صورت درصد وزن زنده جوجه‌های گوشتی محاسبه شده و مقادیر آن در جدول ۴ نشان داده شده است. با تغییر در سطوح دانه سویای برشته شده در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی، تفاوت معنی‌داری در وزن لاشه، وزن رانها، وزن سینه و وزن پانکراس مشاهده نگردید ($P > 0.05$). تیمار ۷۵ درصد دانه سویای برشته تأثیری معنی‌داری به وزن چربی حفره بطنی داشت و وزن چربی حفره بطنی

جدول ۴- تأثیر درصد جایگزینی سطوح مختلف دانه کامل سویای برشته شده با کنجاله سویا بر اجزای لاشه (بر حسب درصد وزن زنده) جوجه خروس‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی^۱

Table 4- The effect of different levels (%) of roasted whole soybeans replacement for soybean meal in male broiler chicken diets on carcass parts (% of live body weight) at 42 d¹

اجزای لاشه (بر حسب درصد وزن زنده) Carcass parts (% of live body weight)	نسبت کنجاله سویا به سویای برشته شده Soybean meal : Roasted Soy ratio				SEM ²	P-value
	100:0 (شاهد: Control)	75:25	50:50	25:75		
بازده لاشه ^۳ Carcass ³	63.44	62.67	6173.0	61.50	0.64	0.68
سینه Breast yield	22.83	23.66	22.31	22.13	0.58	0.78
ران‌ها Thighs	20.27	19.43	19.30	19.20	0.33	0.64
کبد Liver	2.35 ^b	2.38 ^b	2.32 ^b	2.85 ^a	0.06	0.01
چربی حفره بطنی Abdominal fat pad	1.38 ^b	1.48 ^{ab}	1.57 ^{ab}	1.69 ^a	0.4	0.04
پانکراس Pancreas	0.22	0.22	0.20	0.20	0.007	0.53

^۱ میانگین‌های هر ردیف که دارای حرف مشابه نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

^۳ درصد لاشه، سینه و ران‌ها بدون پوست محاسبه شد.

¹ Means within same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

² Standard error of the means

³ Carcass, breast and thighs percentages were calculated without skin.

موجب افزایش چربی‌های غیر اشباع و در نتیجه نواحی ذخیره‌ای چربی بدن شد.

سپهری و همکاران (۲۸) گزارش کردند که درصد چربی حفره شکمی در تیمارهای حاوی دانه سویای فرآوری شده و کنجاله سویا اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. افزایش جزئی درصد چربی حفره شکمی هنگام استفاده از دانه سویای فرآوری شده نسبت به کنجاله سویا ممکن است مربوط به افزایش میزان انرژی جیره باشد، با توجه به اینکه سطح پروتئین خام و اسیدهای آمینه ثابت باقی می‌ماند. (۲۱)

اندرسون-هافرن و همکاران (۲) کاهش وزن پانکراس را در تیمارهایی حاوی سویای حرارت داده شده نسبت به تیمار دارای سویای خام گزارش نمودند و همچنین افزایش وزن و بازدهی خوراک نیز در آن تیمارها بهبود یافته بود. مک‌ایزاک و همکاران (۱۸) گزارش کردند که سویای برشته شده در سطح ۱۵ درصد در جیره جوجه بوقلمون‌های گوشتی در مرحله آغازین وزن پرندگان را افزایش داده و میزان چربی لاشه کاهش داده است. لیسون و همکاران (۱۷) با استفاده از سویای برشته شده تأثیری بر میزان چربی لاشه جوجه‌های گوشتی مشاهده نکردند، هر چند افزایش سطوح سویای برشته شده

تأثیر جنس قرار نمی‌گیرد.

کراستودبسکا و همکاران (۱۵) گزارش کردند که هیچ تفاوتی بین مرغ و خروس در فعالیت آنزیم LDH وجود ندارد. عفونت باعث افزایش آنزیم‌های AST و LDH می‌گردد (۲۹). میزان LDH ارتباط مستقیم با نرخ رشد دارد (۱۴). در گونه‌های مختلف پرندگان، به عنوان مثال، تغییرات فصلی در سطح پروتئین خام و آنزیم‌های AST و LDH گزارش شده است (۲۷). غلظت AST و ALT سرم در آنزیم شناسی تشخیصی استفاده می‌گردد (۲۷). میزان این آنزیم‌ها با افزایش غلظت روغن خام در جیره افزایش می‌یابد که این میزان به شدت آسیب کبدی، قلبی و کلیوی بستگی دارد (۵). اسمیت (۲۹) گزارش کرد که عفونت در بدن موجب افزایش آنزیم AST و لاکتات دهیدروژناز می‌گردد. بنظر می‌رسد با افزایش درصد جایگزینی دانه کامل سویا به جای کنجاله سویا در این آزمایش، درصد عصاره اتری جیره افزایش یافته و به دنبال آن با آسیب وارد شده به کبد، غلظت سرمی آنزیم AST نیز افزایش یافته است. در همین رابطه، با توجه به جدول شماره چهار مشاهده می‌شود که چربی شکمی در گروه تغذیه شده با جیره ۷۵ درصد جایگزینی کنجاله با دانه کامل سویا در مقایسه با تیمار شاهد بطور معنی‌داری افزایش یافته است (۱/۶۹ درصد در برابر ۱/۳۸ درصد). این افزایش تجمع چربی در محوطه شکمی جوجه می‌تواند ناشی از افزایش چربی جیره در سطوح جایگزینی بالا باشد.

نتیجه گیری کلی

با افزایش میزان سویای برشته شده در جیره به سطح ۷۵ درصد جایگزینی با کنجاله سویا، میانگین افزایش وزن روزانه، میانگین وزن زنده در پایان هر دوره و خوراک مصرفی در دوره رشد بطور معنی‌داری کاهش یافت. در دوره پایانی در سطح ۷۵ درصد جایگزینی نسبت به سایر سطوح، میانگین افزایش وزن، میانگین وزن و خوراک مصرفی پایین‌تر بود و نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید ($P < 0.05$).

ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی در دوره رشد تحت تأثیر سطوح مختلف سویای برشته شده قرار نگرفت؛ ولی در دوره پایانی، تیمار شاهد نسبت به سایر سطوح ضریب تبدیل بهتری داشت. با تغییر سطوح دانه سویای برشته شده در جیره، وزن لاشه، سینه، ران‌ها و پانکراس تحت تأثیر قرار نگرفت؛ اما وزن چربی حفره شکمی و کبد در تیمار ۷۵ درصد نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود و اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده گردید ($P < 0.05$).

میانگین فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی شامل: میزان تری گلیسرید، کلسترول، HDL و LDL تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد سویای برشته شده در جدول ۵ نشان داده شده است.

این آزمایش نشان می‌دهد که استفاده از سویای برشته شده تأثیر معنی‌داری بر غلظت تری گلیسرید و LDL خون نداشت ($P > 0.05$)؛ ولی کلسترول و HDL خون در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها پایین‌تر بود ($P < 0.05$). همچنین، با افزایش میزان سویای برشته شده در جیره، غلظت کلسترول کل و HDL در خون افزایش یافت.

فن و همکاران (۹) گزارش کردند جیره‌های غذایی که حاوی منابع مختلف چربی بود بر کلسترول خون تأثیری ندارند. در صورتی که بالاترین میزان HDL خون در گروه تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی روغن ذرت و کمترین میزان آن در گروه تغذیه شده با جیره غذایی حاوی پیه مشاهده گردید. همچنین، بالاترین میزان LDL در گروه تغذیه شده با پیه و کمترین میزان آن در گروه تغذیه شده با جیره غذایی حاوی روغن آفتابگردان مشاهده شد (۵). از سوی دیگر مشخص شده است که میزان HDL پایین و LDL بالا باعث افزایش خطر ابتلا به تصلب شرائین (Atherosclerosis) در انسان می‌شود (۱۰ و ۳۲). همچنین پژوهشگران دریافته‌اند که افزایش میزان HDL سرم قادر به کاهش اثرات منفی کلسترول بالای خون است؛ زیرا HDL سرم حمل‌کننده حدود ۷۵ درصد از کل کلسترول در خون جوجه‌های گوشتی است (۲۳). احتمال تحت تأثیر قرار گرفتن این لیپوپروتئین با نوع چربی جیره زیاد است.

غلظت آنزیم‌های LDH، CPK، ALT و AST سرم خون جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد سویای برشته شده به ترتیب در جدول شماره ۶ گزارش شده است.

غلظت آنزیم‌های LDH و ALT سرم خون جوجه‌های گوشتی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). ولی اثر تیمارها بر غلظت آنزیم‌های CPK و AST خون معنی‌دار بود ($P < 0.05$). غلظت آنزیم CPK در خون جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف دانه کامل سویای برشته شده بطور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد بود. در مورد غلظت سرمی آنزیم AST می‌توان گفت، غلظت این آنزیم در جوجه‌های تغذیه شده با جیره ۷۵ درصد جایگزینی دانه کامل سویای برشته با کنجاله سویا نسبت به تیمار شاهد کمتر بود ($P < 0.05$). غلظت آنزیم CPK در جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر بیماری‌ها و عوامل تنش‌زای محیطی قرار می‌گیرد (۴ و ۱۹). با این حال، هاکینگ و همکاران (۱۳) در مقایسه فعالیت CPK پلاسما در دو لاین از بوقلمون، سفید بزرگ تجاری و بوقلمون سنتی گزارش کردند که فعالیت CPK پلاسما در طول دوره پرورش تحت

جدول ۵- تأثیر درصد جایگزینی سطوح مختلف دانه کامل سویای برشته شده با کنجاله سویا بر متابولیت‌های خونی جوجه خروس‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی^۱
Table 5- The effect of different levels (%) of roasted whole soybeans replacement for soybean meal in male broiler chicken diets on blood metabolites at 42 d¹

متابولیت‌های خونی ^۲ Blood metabolites ²	نسبت کنجاله سویا به سویای برشته شده Soybean meal : Roasted Soy ratio				SEM ³	P-Value
	100:0 (شاهد؛ Control)	75:25	50:50	25:75		
تری گلیسرید (mg/dl) Triglyceride (mg/dl)	121.20	122.20	128.50	121.50	5.18	0.89
کلسترول (mg/dl) Cholesterol (mg/dl)	139.20 ^b	151.00 ^a	154.50 ^a	148.50 ^a	1.34	0.01
لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (mg/dl) HDL (mg/dl)	31.25 ^b	34.70 ^a	36.00 ^a	36.50 ^a	0.37	0.01
لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین (mg/dl) LDL (mg/dl)	86.50	87.70	88.75	87.00	2.65	0.07
کراتین فسفوکیناز (U/L) CPK (U/L)	8299.80 ^b	8406.70 ^a	8481.10 ^a	8594.80 ^a	62.70	0.03
لاکتات دهیدروژناز (U/L) LDH (U/L)	4214.7	4259.0	4137.7	4275.5	31.83	0.47
آلانین آمینو ترانس آمیناز (IU/L) ALT (IU/L)	63.20	77.20	68.50	75.50	3.09	0.36
آسپارات ترانس آمیناز سرم (IU/L) AST (IU/L)	265.20 ^a	237.80 ^{ab}	254.00 ^a	212.00 ^b	6.41	0.05

^۱ میانگین‌های هر ردیف که دارای حرف مشابه نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

^۲ Means within same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

^۳ HDL, High density lipoproteins; LDL, Low density lipoproteins; CPK, Creatine phosphokinase; LDH, Lactate dehydrogenase; ALT, Alanine transaminase; AST, aspartate transaminase.

^۳ Standard error of the means

روزگی امکان‌پذیر بوده و تأثیر منفی بر عملکرد رشد نداشته و HDL خون آنها را نیز افزایش می‌دهد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و از مدیریت محترم شرکت ایرانیان دانه پاسارگارد (تهران دانه) به پاس همکاری صمیمانه برای انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

با استفاده از سطوح مختلف دانه سویای برشته در جیره جوجه‌های گوشتی در متابولیت‌های خونی اندازه‌گیری شده مانند تری گلیسرید، LDL، LDH و ALT اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد؛ ولی میزان کلسترول و HDL در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها پایین‌تر و اختلاف معنی‌دار بود. غلظت سرمی آنزیم AST در تیمار ۷۵ درصد نسبت به سایر تیمارها کمتر بود و اختلاف معنی‌داری داشت. آنزیم CPK سرمی در تیمار شاهد پایین‌تر از سایر سطوح بود و اختلاف معنی‌داری با آنها داشت ($P < 0.05$).

بطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که جایگزینی ۵۰ درصد از کنجاله سویای جیره با دانه کامل سویای برشته شده از سن ۴۲-۱۵

منابع

- 1- Agunbiade, J. A. 2000. Utilisation of two varieties of full-fat and simulated soyabeans in meal and pelleted diets by broiler chickens. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80: 1529-1537.
- 2- Anderson-Hafermann, J. C., Y. Zhang, C. M. Parsons, and T. Hymowitz. 1992. Effect of heating on nutritional quality of conventional and Kunitz trypsin inhibitor-free soybeans. Poultry Science, 71: 1700-1709.
- 3- Bates, L. S. 1991. Poultry and full-fat soybeans meal. Roasting Technology, 1: 1-3.
- 4- Bogin, E., H. C. Peh, Y. Avidar, B. Israeli, E. kevkhaye, P. Lombardi, and A. Cahaner. 1997. Sex and genotype dependence on the effects of long-term high environmental temperatures on cellular enzyme activities from

- chicken organs. *Avian Pathology*, 26: 511-524.
- 5- Chambers, J. E., J. R. Heintz, F. M. McCorkle, and J. D. Yarbrough. 1978. The effects of crude oil on enzyme in the brown shrimps (*Penaeus* spp). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 61: 29-32.
- 6- Cheva-isarakul, B., and S. Tangtaweewipat. 1995. Utilization of full fat soybean in poultry diets. *Journal of Animal Science*, 8: 89-95.
- 7- Chohan, A. K., R. M. G. Hamilton, M. A. McNiven, and J. A. MacLeod. 1993. High protein and low trypsin inhibitor varieties of full-fat soybeans in broiler chicken starter diets. *Canadian Journal of Animal Science*, 73: 401-409.
- 8- Demeterová, M. 2009. Performance of chickens fed diets containing full-fat soybean and natural humic compounds. *Folia Veterinaria*, 53: 151-153.
- 9- Fan, Q., J. Feng, S. Wu, K. Specht, and S. She. 1995. Nutritional evaluation of rice bran oil and a blend with corn oil. *Molecular Nutrition and Food Research*, 39: 490-496.
- 10- Grundy, S. M. 1991. Multifactorial etiology of hypercholesterolemia. *Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology*, 11: 1619-1635.
- 11- Ham, W. E., R. M. Sandstedt, and F. E. Mussehl. 1945. The proteolytic inhibiting substance in the extract from unheated soybean meal and its effect upon growth in chicks. *Journal of Biological Chemistry*, 161: 635-642.
- 12- Hamilton, R. M. G., and M. A. McNiven. 2000. Replacement of soybean meal with roasted full-fat soybeans from high-protein or conventional cultivars in diets for broiler chickens. *Canadian Journal of Animal Science*, 80: 483-488.
- 13- Hocking, P. M., M. A. Mitchell, R. Bernard, and D. A. Sandercock. 1998. Interaction of age, strain, sex and food restriction on plasma creatine kinase activity in turkeys. *British Poultry Science*, 39: 360-364.
- 14- Khajali, F., and D. Qujeq. 2005. Relationship between growth and serum lactate dehydrogenase activity and the development of ascites in broilers subjected to skip-a-day feed restriction. *International Journal of Poultry Science*, 4: 317-319.
- 15- Krasnodebska-Depta, A., and A. Konicki. 2000. Physiological values of selected serum biochemical indices in broiler chickens. *Medycyna Weterynaryjna*, 56: 456-460.
- 16- Leeson, S., and J. D. Summers. 2005. *Chicken Nutrition*. Translated by J. Pour Reza. 1st ed. Arkane Danesh Press, Isfahan, Iran.
- 17- Leeson, S., J. O. Atteh, and J. D. Summers. 1987. Effects of increasing dietary levels of commercial heated soybeans on performance, nutrient retention and carcass quality of broiler chickens. *Canadian Journal of Animal Science*, 67: 821-828.
- 18- MacIsaac, J. L., K. L. Burgoyne, D. M. Anderson, and B. R. Rathgeber. 2005. Roasted full-fat soybeans in starter, grower, and finisher diets for female broiler turkeys. *Journal of Applied Poultry Research*, 14: 116-121.
- 19- Mitchell, M. A., and D. A. Sandercock. 1995. Creatine kinase isoenzyme profiles in the plasma of the domestic fowl (*Gallus domesticus*): effects of acute heat stress. *Research in Veterinary Science*, 59: 30-34.
- 20- Nasiri Mogaddam, H., M. Azadegan Mehr, L. Zartash, and M. Salemi. 2011. Effect of Different Levels of Extruded Soybean and Avizyme Enzyme on Broiler Performance. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 3: 121-131. (In Persian).
- 21- Nesheim, M. C., J. D. Garlich, and D. T. Hopkins. 1962. Studies on the effect of raw soybean meal on fat absorption in young chicks. *The Journal of Nutrition*, 78: 89-94.
- 22- Ordóñez, L. F., and J. C. Palencia. 1998. Efecto de diferentes temperaturas de tostado seco sobre la calidad nutricional del frijol de soya integral empleado en alimentación de pollos de engorde. Referenciado por Ruiz, N. en *Quality Control of Comercial Full-Fat Soybeans*. Technical Bulletin. ASA Singapore, MITA (P) No. 070/10/2001.
- 23- Peebles, E. D., J. D. Cheaney, C. R. Boyle, and M. A. Latour. 1997. Effects of added dietary lard on body weight and serum glucose and low density lipoprotein cholesterol in random bred broiler chickens. *Poultry Science*, 76: 29-36.
- 24- Perilla, N. S., M. P. Cruz, F. De belalacazar, and G. J. Diaz. 1997. Efect of temperature of wet extrusion on the nutritional value of full-fat soybeans for broiler chickens. *British Poultry Science*, 38: 412-416.
- 25- Poné, D. K., and R. T. Fomunyan. 2004. Roasted full-fat kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and soyabeans (*Glycine max*) meals in broiler chicken diet. *Tropical Animal Health and Production*, 36: 513-521.
- 26- SAS. (2009) *SAS Users guide: Statistics*. Version 9.2 SAS Institute Inc., Cary, NC.29
- 27- Schmid, M., and V. Forstner. 1986. *Laboratory Testing in Veterinary Medicine Diagnosis and Clinical Monitoring*. Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim, 253 P.
- 28- Sepehri Moghadam, H., H. Nasisiri Moghadam, and M. Danesh Mesgaran. 2009. The effect of processed full fat soybean on the performance of broiler chicks. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 1: 61-71. (In Persian).
- 29- Smith, K. L. 1987. Metabolism of the abyssopelagic rat-tail, *Coryphaenoides armatus*, measured in situ. *Nature*, 274: 362-369.
- 30- Subuh, A. M., M. A. Motl, C. A. Fitts, and P. W. Waldroup. 2002. Use of various rations of extruded full fat

- Soybean meal and dehulled solvent extracted soybean meal in broiler diets. *International Journal of Poultry Science*, 1: 9-12.
- 31- Waldroup, P. W. 1982. Whole soybeans for poultry feeds. *World's Poultry Science Journal*, 38: 28-35.
- 32- Wang, H. H, G. Garruti, M. Liu, P. Portincasa and D. Q. Wang. 2017. Cholesterol and Lipoprotein Metabolism and Atherosclerosis: Recent Advances in Reverse Cholesterol Transport. *Annals of Hepatology*, 16: 21-36.
- 33- Welch, C. C., C. M. Parsons, and D. H. Baker. 1988. Further investigation of the dietary protein level-monensin interrelationship in broiler chickens: Influence of dietary protein source and type of anticoccidial drug. *Poultry Science*, 67: 652-659.
- 34- Yen, J. T., A. H. Jensen, T. Hymowitz, and D. H. Baker. 1973. Utilization of different varieties of raw soybean by male and female chicks. *Poultry Science*, 42: 1875-1882.



Substitution of Roasted Whole Soybeans for Soybean Meal in Male Broiler Chicken Diets: Impact on Growth Performance, Carcass Traits and Blood Metabolites

Mahdi Mihandoust¹, Ahmad Hassanabadi^{2*}, Hassan Nassiri Moghaddam², Abolghasem Golian²

Submitted: 06-02-2019

Accepted: 06-05-2019

Introduction Soybean meal (SBM) is the main source of protein in broiler diets. Interest has been increased in the use of roasted full-fat soybean (RFFS) as a replacement of soybean meal and fat in broiler diets. The use of full-fat soybean can eliminate the high cost of oil usage and allows the use of a protein supplement in the broiler diets. Full-fat soybeans could provide both protein and energy in one feed ingredient. Use of raw soybeans in poultry diets is not efficient due to presence of anti-nutrient factors like trypsin inhibitor factors. One method of raw soybeans heat processing is roasting the beans by a rotating chamber in which they are directly exposed to a flame. It has been reported similar weight gains by broiler chicks fed heat treated full-fat soybeans or SBM. Heat-treated full-fat soybeans have been included in broiler diets at the level of 15% and reported that body weight at 6 weeks of age were not significantly affected. In contrast, heat-treated full-fat soybeans in starter and finisher diets at the level of 30% reduced growth performance during the starter period. However, the adverse effects became less severe as bird age increases. In some cases weight gain significantly decreased by full-fat soybeans compare to SBM containing diets. When 100% of the soybean meal was replaced by roasted full-fat soybeans, body weight was significantly decreased at 3 weeks of age. The high energy of full-fat soybeans may change carcass composition. It has been shown that carcass yield of broiler chickens improved 3% when soybeans were included 10% of the diet. Information about full-fat soybeans for broilers is limited. Therefore, the aim of this experiment was to examine the effects of substituting different levels of roasted full-fat soybean for soybean meal in diets of broiler chickens on performance and blood metabolites.

Materials and Methods In order to evaluate the effects of roasted whole soybeans replacement for soybean meal in male broiler chicken diets on growth performance, carcass characteristics and blood parameters, a completely randomized design with four treatments and four replicates was carried out with 192 day-old Ross 308 male broiler chicks up 42 days. In this experiment, RFFS was roasted in 130 centigrade degrees for 30 minutes. All groups were fed with a standard starter diet during 1-14 d. RFFS was substituted in 4 dietary levels of zero, 25, 50 and 75 percent for soybean meal during growing (15-28 d) and finisher (29-42 d) periods. Diets were formulated to be isocaloric and isonitrogenous. Feed and water were provided ad libitum throughout the experiment. Body weight gain, feed intake, and feed conversion ratio (FCR) were measured during grower and finisher periods. Birds were reared on litter floor pens and a lighting program with 23:1 h light and darkness was used from 1-42 d. At day 42 after 3 h fasting, one bird from each replicate close to group mean weight was selected to determine carcass characteristics and blood parameters. Blood samples were taken from the wing vein and serum was separated by centrifugation at 3000×g for five min. The serum samples were kept in -20°C until analysis.

Results and Discussion Results showed that 75% level of RFFS replaced with SBM significantly decreased weight gain, body weight at the end of each period and feed intake in grower period. In finisher period the replacement of 75% of SBM with RFFS, resulted lower body weight, daily weight gain and feed consumption in compare to other replacement levels ($P<0.05$). FCR in grower period was not significantly affected by treatments but control group in finisher period had better feed conversion ratio compared to other treatments ($P<0.05$). Carcass

1-MSc student of Poultry Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

2- Professor of Poultry Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

(* Corresponding Author Email: hassanabadi@um.ac.ir)

parts including breast, thighs and pancreas were not significantly affected by the treatments. But, liver and abdominal fat pad weights were increased when the FFMS level was increased to 75% substituting level ($P<0.05$). RFFS had no significant effects on blood serum triglycerides, low density lipoproteins, lactate dehydrogenase and alanine transaminase concentrations. But, blood serum cholesterol and high density lipoproteins (HDL) concentrations in control group were significantly lower than other treatments. Serum aspartate transaminase concentration in 75% replacement level of RFFS for SBM was significantly lower than other treatments ($P<0.05$). Serum creatine phosphokinase concentration in control group was significantly ($P<0.05$) lower than other groups.

Conclusions Results of this experiment revealed that replacement of 50% of diet SBM with RFFS during 15-42 days of age has no adverse effect on broiler chickens growth performance and increases blood HDL.

Keywords: Blood Metabolites, Broiler Chickens, Carcass Components, Performance, Roasted Soybean.



مقاله علمی - پژوهشی

تاثیر مکمل فیتوژنیک (*XTRACT 6930*) بر عملکرد، کیفیت تخم مرغ و برخی فراسنجه‌های فیزیولوژیکی مرغان تخم‌گذار

محمد رضا شهیتاوی^۱، سمیه سالاری^{۲*}، محمدرضا قربانی^۳، علی آقایی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰۳

چکیده

هدف تحقیق حاضر مطالعه اثر یک نوع مکمل فیتوژنیک حاوی کارواکرول، کاپسایسین و سینمالدئید بر عملکرد، صفات کیفی تخم مرغ، جمعیت میکروبی روده کور، فراسنجه‌های خونی، ایمنی و ریخت‌شناسی تخمدان مرغان تخم‌گذار در مرحله دوم تخم‌گذاری بود. در این تحقیق از تعداد ۱۲۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه های-لاین W-36 با سن ۷۰ هفته با ۵ تیمار، ۴ تکرار و ۶ قطعه مرغ در هر تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی به مدت ۱۰ هفته (۲ هفته عادت پذیری و ۸ هفته رکوردبرداری) استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مکمل فیتوژنیک بودند. نتایج نشان داد که اگر چه مکمل فیتوژنیک تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک نداشت، اما در کل دوره آزمایش سطح ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن و درصد تولید تخم مرغ را به طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار کنترل افزایش داد ($P < 0.05$). ضخامت پوسته در سطح ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم جیره به طور معنی‌داری در مقایسه با گروه کنترل افزایش یافت ($P < 0.05$). جمعیت لاکتوباسیل در روده کور پرندگان دریافت کننده مکمل فیتوژنیک به طور معنی‌داری بالاتر از تیمار کنترل بود ($P < 0.05$). فراسنجه‌های خونی، پاسخ آنتی‌بادی علیه SRBC و فراسنجه‌های تولیدمثلی مرغان تخم‌گذار تحت تأثیر اعمال تیمارها قرار نگرفتند. نتایج نشان داد که افزودن ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مخلوط روغن‌های ضروری کارواکرول، کاپسایسین و سینمالدئید به جیره مرغان تخم‌گذار نه تنها درصد تولید، وزن تخم مرغ و جمعیت باکتری لاکتوباسیل روده کور را افزایش داد، بلکه باعث بهبود ضخامت پوسته تخم مرغ شد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، کیفیت تخم مرغ، مرغان تخم‌گذار، مکمل فیتوژنیک (*XTRACT 6930*).

مقدمه

یکی از راهکارهای افزایش کیفیت فرآورده‌های طیور، استفاده از افزودنی‌ها در جیره می‌باشد. نخستین موادی که به عنوان افزودنی در جیره طیور مورد توجه قرار گرفت، آنتی‌بیوتیک‌ها و عوامل ضدباکتریایی بودند که مصرف آن‌ها از سال ۱۹۴۹ به طور گسترده‌ای

رایج شد (۲۷). از اواخر دهه ۱۹۸۰ میلادی تلاش‌های فراوانی جهت حذف بیشتر آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان محرک رشد در اروپا به-دلیل وجود باقیمانده‌های آنتی‌بیوتیک در بافت‌ها و فرآورده‌های دامی و مقاومت عوامل بیماری‌زا به آن‌ها صورت گرفت، به طوری که سرانجام در ژانویه ۲۰۰۶ استفاده از تمامی آن‌ها ممنوع شد (۱۹). یکی از جایگزین‌های آنتی‌بیوتیک، گیاهان دارویی، عصاره و یا روغن‌های ضروری آن‌ها هستند که به واسطه فعالیت ضد میکروبی، ضدقارچی و تقویت کننده سیستم ایمنی شناخته شده‌اند (۲۲). امروزه در زمینه استفاده از گیاهان دارویی یا روغن‌های ضروری آن‌ها در تغذیه طیور تخم‌گذار مطالعاتی انجام شده است. از آن جمله، بکارگیری آویشن در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی به دلیل دارا بودن ترکیبات فعال تیمول و کارواکرول موجب کاهش جمعیت میکروارگانیسم‌های مضر دستگاه گوارش (۱۶) و افزایش ارتفاع پرز و عمق کریپت و در نتیجه بهبود راندمان جذب مواد غذایی شده است (۴۶). اثر سودمند مکمل فیتوژنیک حاوی کارواکرول، کاپسایسین و

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران.
- ۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران.
- ۳- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران.
- ۴- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران.

(Email: s.salari@asnrukh.ac.ir

Doi: 10.22067/ijasr.v13i1.83755

(*) - نویسنده مسئول:

تخم‌گذار سویه‌های لاین W-36 در فاز دوم تخم‌گذاری تهیه شد (جدول ۱).

دمای سالن در محدوده 18 ± 2 درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد. برنامه نوری بر پایه ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مطابق پیشنهاد سویه انجام شد. دسترسی پرندگان به آب و غذا کاملاً آزاد بود. قفس‌ها در سالن به صورت طبقه‌ای، در دو ردیف و در هر قفس ۳ مرغ (هر دو قفس کنار هم به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد) قرار داشتند.

تخم مرغ‌های تولیدی، روزانه جمع‌آوری و توزین شد. داده‌های مربوط به عملکرد شامل درصد تخم‌گذاری (جمع‌آوری تخم‌مرغ روزانه)، میانگین وزن تخم‌مرغ، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک به صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. با توجه به مصرف خوراک (گرم/مرغ/روز) و توده تخم‌مرغ، ضریب تبدیل خوراک به صورت هفتگی نیز محاسبه شد. به منظور بررسی صفات کیفی تخم‌مرغ، هر ۲ هفته یکبار ۲ عدد تخم‌مرغ به صورت تصادفی از هر تکرار (۸ عدد به ازای هر تیمار) جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه ابتدا تخم‌مرغ‌ها توزین و سپس شکسته شده و ارتفاع سفیده غلیظ جهت برآورد واحد‌ها با استفاده از ارتفاع‌سنج (EMT5200) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری واحد‌ها از رابطه زیر استفاده شد (۳۷).

$$\text{Haugh unit} = 100 \log (H + 7.57 - 1.7w^{0.37})$$

در این رابطه، H ارتفاع سفیده غلیظ (بر حسب میلی‌متر) و W وزن تخم‌مرغ (بر حسب گرم) است.

وزن پوسته و زرده تخم‌مرغ‌ها نیز با دقت جداسازی و با ترازوی دیجیتالی ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند. ضخامت پوسته تخم‌مرغ با استفاده از ریزسنج (FE20) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر در سه نقطه از پوسته تخم‌مرغ (انتهای باریک، انتهای پهن و وسط) اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به عنوان ضخامت نهایی پوسته در نظر گرفته شد. استحکام پوسته با استفاده از دستگاه مقاومت‌سنج مکانیکی Karl (kolb، آلمان) تعیین شد. برای مشخص کردن رنگ زرده از واحد رش^۱ استفاده شد.

جهت بررسی جمعیت میکروبی روده کور یک پرنده از هر تکرار در پایان آزمایش انتخاب و در شرایط استریل ذبح شده و روده‌های کور جدا و در شرایط استریل و در کنار یخ به آزمایشگاه میکروبیولوژی منتقل شدند. به منظور شمارش لاکتوباسیل‌ها از محیط کشت ام آر اس آگار، برای شمارش کلی‌فرم‌ها از محیط کشت مکانیکی آگار و برای شمارش اشرشیاکولی از محیط کشت ای ام بی آگار استفاده شد. محیط‌های کشت حاوی باکتری‌های لاکتوباسیل در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد تحت شرایط بی‌هوازی به مدت ۴۸ ساعت در انکوباسیون

سینمالدئید در تغذیه جوجه‌های گوشتی با افزایش معنی‌دار در وزن بدن و بهبود ضریب تبدیل خوراک گزارش شد (۳۳). استفاده از عصاره فلفل قرمز (حاوی ۷۰٪ کاپسایسین) در جیره مرغان تخم‌گذار رنگ زرده تخم‌مرغ را به طور معنی‌داری افزایش داد (۳۰). همچنین استفاده از سیاه‌دانه و فلفل قرمز منجر به کاهش کلسترول سرم خون و کاهش غلظت مالون‌دی‌الدئید و کلسترول تخم‌مرغ مرغان تخم‌گذار شده است (۱). ترکیبات شیمیایی اسانس‌های گیاهی دارای خاصیت آنتی-اکسیدانی برای از بین بردن رادیکال‌های آزاد در شرایط تنش و بهبود وضعیت سلامت پرنده هستند (۴۰). به طور مثال دارچین با افزایش فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، شمار لنفوسیت‌های T و گلوبولین در جوجه‌های گوشتی نقش مهمی در سیستم ایمنی دارد (۴۱). افزودن سینمالدئید به جیره مرغان تخم‌گذار باعث کاهش غلظت باکتری سالمونلا در سکوم، آلودگی پوسته تخم‌مرغ و زرده تخم‌مرغ نسبت به تیمار شاهد شد (۴۴). همچنین مشخص شده است سینمالدئید و کارواکرول ترشح موسین را تحریک کرده و بدین ترتیب از استقرار عوامل بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند. این ترکیبات موجود در مرزنجوش، فلفل، آویشن دارای خاصیت ضد میکروبی علیه باکتری کلستریدیوم هستند (۱۵). بر اساس مطلب ذکر شده و با توجه به این-که در مرحله دوم تخم‌گذاری فراسنجه‌های تولیدی و کیفیت تخم‌مرغ در مرغان تخم‌گذار کاهش می‌یابد، هدف این تحقیق بررسی ترکیب اسانس کارواکرول، سینمالدئید، کاپسایسین بر عملکرد، خصوصیات کیفی تخم‌مرغ، جمعیت میکروبی، فراسنجه‌های خونی، ایمنی و تولیدمثلی مرغان تخم‌گذار در فاز دوم تخم‌گذاری در مرغ‌های تخمگذار است.

مواد و روش

در این تحقیق از ۱۲۰ قطعه مرغ تخم‌گذار لگهورن سویه تجاری های‌لاین W-36 در سن ۷۰ هفتگی با میانگین وزن 1900 ± 200 گرم به مدت ۱۰ هفته که شامل ۲ هفته عادت‌پذیری و ۸ هفته نمونه‌برداری بود، استفاده شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار، ۴ تکرار و ۶ قطعه پرنده در هر تکرار در سالن تخم‌گذار مزرعه آموزشی-تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به انجام رسید. تیمارهای آزمایشی شامل جیره شاهد بدون افزودنی و جیره‌های حاوی ۵۰، ۱۰۰ (سطح پیشنهادی شرکت) ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل فیتوژنیک بودند. مکمل مورد استفاده (XTRACT 6930) شامل مخلوطی از سینمالدئید (۳ درصد)، کاپسایسین (۲ درصد) و کارواکرول (۵ درصد) بود که پرکننده آن نشاسته بود و توسط روغن منداب هیدروژنه شده پوشیده شده بود و تولید شرکت پانکوسمای فرانسه بود و به صورت سرک به جیره پایه اضافه شد. جیره پایه بر اساس احتیاجات مواد مغذی توصیه شده مرغ

قرار گرفتند. باکتری‌های اشرشیاکولی و کلی‌فرم در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد تحت شرایط هوازی به مدت ۲۴ ساعت در انکوباسیون نگهداری شدند. در پایان تعداد کلنی باکتری‌های هر پتری‌دیش شمارش شدند و تعداد واحدهای تشکیل‌دهنده پراکنه‌های میکروبی به‌صورت لگاریتمی به ازای هر گرم محتویات روده کور بیان شد (۳۵).

جدول ۱- اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره آزمایشی^۱

Table 1- Ingredients and nutrients composition of the experimental diet¹

اجزا جیره Diet ingredients	درصد Percentage
ذرت Corn	63.00
کنجاله سویا (۴۴٪ پروتئین خام) Soybean meal (44% crude protein)	21.40
سنگ آهک Limostone	5.50
پودر صدف Oyster shell	5.10
روغن گیاهی Vegetable oil	2.50
دی کلسیم فسفات Dicalcium Phosphate(DCP)	1.50
نمک Salt	0.37
مکمل ویتامینی ^۱ Vitamin Premix1	0.25
مکمل معدنی ^۲ Mineral Premix2	0.25
دی - آل متیونین DL-Methionine	0.13
ترکیب شیمیایی Chemical composition	
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم) Metabolizable energy (kcal/ kg)	2841
پروتئین خام (%) Crude protein (%)	15.03
کلسیم (%) Calcium (%)	4.42
فسفر قابل دسترس (%) Available phosphorus (%)	0.38
سدیم (%) Sodium (%)	0.17
لیزین (%) Lysine (%)	0.80
متیونین (%) Methionine (%)	0.37
متیونین + سیستئین (%) Methionine + Cysteine (%)	0.65

^۱ مکمل ویتامینه به ازای هر کیلوگرم جیره حاوی ۸۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۱ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۲/۵ میلی‌گرم ویتامین K، ۱/۴۷۷ میلی‌گرم ویتامین B1، ۴ میلی‌گرم ویتامین B2، ۷/۸۴ میلی‌گرم ویتامین B3، ۳۴/۶۵ میلی‌گرم ویتامین B5، ۲/۴۶۴ میلی‌گرم ویتامین B6، ۰/۱۱ میلی‌گرم ویتامین B9، ۰/۰۱ میلی‌گرم ویتامین B12 بود.

^۲ مکمل معدنی به ازای هر کیلوگرم جیره حاوی: ۷۴/۴ میلی‌گرم منگنز، ۶۷/۵۶۴ میلی‌گرم روی، ۷۵ میلی‌گرم آهن، ۶ میلی‌گرم مس، ۸۶۷ میلی‌گرم ید، ۲ میلی‌گرم سلنیوم.

^۱ Vitamin premix provides per kg diet: vitamin A, 8500 IU; vitamin D3, 2500 IU; vitamin E, 11IU; vitamin K3, 2.2 mg; vitamin B1, 1.477 mg; vitamin B2, 4.0 mg; vitamin B3, 7.84 mg; vitamin B5, 34.65 mg; vitamin B6, 2.464 mg; vitamin B9, 0.11 mg; vitamin B12, 0.01μg.

^۲ Mineral premix provides per kg diet: Mn, 74.4; Fe, 75.0; Zn, 67.564; Cu, 6.0 and Se, 2 mg.

به منظور بررسی و اندازه‌گیری خصوصیات تولید مثلی، از هر تکرار به صورت تصادفی یک قطعه مرغ انتخاب و کشتار شد، سپس لاشه را باز کرده و محتویات حفره شکمی از جمله تخمدان، اویداکت و فولیکول‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. وزن اویداکت و وزن تخمدان اندازه‌گیری و ثبت شد. به منظور بررسی فولیکول‌های تخمدان ابتدا قطر فولیکول‌ها به وسیله کولیس اندازه‌گیری شد. بدین صورت که آن دسته از فولیکول‌ها که دارای قطر بالاتر از ۱۰ میلی‌متر بودند، فولیکول‌های زرد بزرگ نامیده می‌شوند که وزن اولین فولیکول زرد بزرگ و تعداد آن‌ها اندازه‌گیری شد. آن دسته از فولیکول‌ها که دارای قطر ۵ تا ۱۰ میلی‌متر بودند، فولیکول‌های زرد کوچک نامیده شده و تعداد آن‌ها محاسبه شد (۳۴). داده‌های حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری SAS ویرایش ۹/۲ (۳۸) مورد آنالیز قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد صورت پذیرفت.

به منظور مطالعه فراسنجه‌های خونی در انتهای دوره از هر مرغ، هنگام کشتار ۵ سی‌سی از وریدگردن خونگیری و نمونه خون در لوله آزمایشگاه شماره‌گذاری شده ریخته و به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۲۵۰۰rpm سانتریفیوژ و سرم آن جدا و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری و پس از آن فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، کلسترول، تری‌گلسیرید، HDL و LDL توسط دستگاه اتوانالایزر نوع هیتاچی ۹۰۲ با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد. برای بررسی اثر مکمل فیتوژنیک بر سیستم ایمنی در ابتدای هفته‌های ششم و هشتم آزمایش، ۰/۵ میلی‌لیتر سوسپانسیون گلیول قرمز گوسفندی ۲۰ درصد (SRBC) در بافر سالین فسفات (PBS) به ماهیچه سینه یک مرغ از هر تکرار تزریق شد و در پایان هفته‌های مذکور از طریق وریدبال خونگیری به عمل آمد و با استفاده از سانتریفیوژ (g × ۱۵۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه) سرم جمع‌آوری شد و تا انجام آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای پاسخ آنتی‌بادی به SRBC سرم‌های جمع‌آوری شده با استفاده از روش هم‌آگلوتیناسیون (HA) مورد بررسی قرار گرفتند (۳۲).

جدول ۲- اثر مکمل فیتوژنیک در جیره مرغان تخم‌گذار بر عملکرد تولیدی در طول دوره آزمایش (۸۰-۷۳ هفته‌گی)^۱

Table 2-Effect of dietary phytogetic feed additive on productive performance of laying hens during the experiment (73-80 weeks)¹

سطح مکمل فیتوژنیک (میلی‌گرم در کیلوگرم) Phytogetic additive level (mg kg)	تولید تخم مرغ (درصد) Egg production (%)					وزن تخم مرغ (گرم) Egg weight (g)				
	W73-74	W75-76	W77-78	W79-80	Total	W73-74	W75-76	W77-78	W79-80	Total
0	83.92	83.03	83.62	82.14	83.70 ^b	51.56	53.61	54.12	51.74	52.76 ^b
50	85.41	84.82	85.41	84.22	84.45 ^a	55.59	54.94	55.22	53.91	54.91 ^{ab}
100	88.99	90.48	90.18	86.31	88.98 ^a	57.54	59.21	57.78	55.54	57.52 ^a
150	83.03	83.33	85.41	81.24	83.26 ^b	51.65	57.89	55.13	53.47	54.53 ^{ab}
200	82.73	84.52	82.44	75.59	81.32 ^b	54.05	54.21	52.92	50.05	52.81 ^b
SEM	2.55	3.07	2.94	4.03	2.83	2.57	2.44	1.79	2.10	1.94
P-value	0.347	0.053	0.239	0.110	0.046	0.069	0.062	0.460	0.248	0.048
Linear	0.526	0.791	0.756	0.077	0.258	0.834	0.382	0.674	0.490	0.937
Quadratic	0.152	0.049	0.048	0.039	0.019	0.076	0.011	0.105	0.034	0.005

^۱ میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه به لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0.05$).

¹Means within column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

که وزن و درصد تولید تخم‌مرغ در تمامی هفته‌های مورد بررسی و نیز کل دوره آزمایش به صورت درجه دوم در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل فیتوژنیک افزایش یافت. نتایج به دست آمده این مطالعه با نتایج دینگ و همکاران (۱۱)، اریاسا و همکاران (۷) و ادرمی و همکاران (۲) که به ترتیب گزارش نمودند سینمالدید، آویشن و فلفل قرمز بر میزان مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی تأثیر معنی‌داری ندارد، مشابه بود. گزارش شده است که اثرات مکمل فیتوژنیک در طیور جوان و مسن یکسان نیست و به نظر می‌رسد در طیور بالغ به دلیل تکامل دستگاه گوارش تأثیر مکمل‌های فیتوژنیک

نتایج و بحث

میانگین شاخص‌های عملکرد تولیدی شامل میانگین وزن تخم-مرغ و درصد تخم‌گذاری در جدول شماره ۲ و مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در جدول شماره ۳ گزارش شده است. افزودن مکمل فیتوژنیک (*XTRACT 6930*) به جیره مرغان تخم‌گذار بر میزان مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). اما میانگین وزن تخم‌مرغ و درصد تولید تخم‌مرغ در کل دوره تحت تأثیر معنی‌دار ($P < 0.05$) اعمال تیمارها قرار گرفت. به‌طوری

در میزان مصرف خوراک یا ضریب تبدیل خوراک، آن طور که در عملکرد پرندگان جوان تأثیر مثبت گذاشته، نیست (۱۷). همچنین نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات ترکی و همکاران (۴۲)، با افزودن ۴۰ میلی گرم در کیلوگرم سینمالدئید، ال هاک و همکاران (۱۲)، با افزودن ۶ گرم در کیلوگرم پودر آویشن به جیره مرغان تخمگذار که گزارش کردند در صد تولید و میانگین وزن تخم مرغ افزایش معنی داری پیدا کرد، مطابقت داشت. بهبود شاخص های عملکرد تولیدی در اثر افزودن مکمل فیتوژنیک به جیره می تواند به این دلیل باشد که ترکیبات گیاهی عصاره یا روغن ضروری آن ها باعث تحریک ترشحات دستگاه گوارش و ترشحات معده، اسیدهای صفراوی، آنزیم های لوزالمعده (لیپاز، آمیلاز و پروتئاز) و مخاط روده ای می شود (۳۱). افزایش ارتفاع، سطح ویلی ها و هیپرتروپی بافتی ویلی ها و سلول های اپیتلیال در جیره حاوی فلفل قرمز نشان می دهد که پس از تغذیه فلفل قرمز در مرغان تخمگذار عملکرد جذب روده افزایش می یابد (۲۵). سینمالدئید ماده موثره اسانس دارچین به عنوان یک آنتی-

اکسیدان نقش مهمی در جلوگیری از اکسیداسیون، جذب بهتر مواد معدنی و تحریک و آزاد شدن سلول های انسولین B دارد (۶). انسولین در متابولیسم کربوهیدرات، چربی و ستر پروتئین و جذب اسید آمینه و استفاده از گلوکز نقش دارد (۱۰). عصاره ای آویشن دارای ترکیباتی نظیر کارواکرول و منتول می باشد که ترکیبات ذکر شده دارای خاصیت ضد میکروبی بوده و با ضد عفونی نمودن دستگاه گوارش، جلوی تجزیه اسیدهای آمینه توسط میکروب های مضر را گرفته و با افزایش سطح و تعداد سلول های انگشتی روده، زمینه جذب بیشتر مواد مغذی را فراهم می سازند (۲۲). از طرفی روغن های ضروری به دلیل داشتن طبیعت غلیظ در صورتی که بیش از حد مجاز و دوز پیشنهادی استفاده شوند ممکن است باعث بروز التهاب و عملکرد منفی شوند (۲۰). شاید دلیل کاهش وزن و درصد تولید در سطح بالای مکمل مورد بررسی را بتوان به دوز بالای استفاده از آن نسبت داد هر چند که عملکرد پرندگان مصرف کننده دوز بالای مکمل (۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) با تیمار شاهد برابری می کند.

جدول ۳- اثر مکمل فیتوژنیک در جیره مرغان تخمگذار بر میزان مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک در طول دوره آزمایش (۸۰-۷۳ هفتگی)

Table 3- Effect of dietary phytogetic feed additive on feed intake and feed conversion ratio of laying hens during the experiment (73-80 weeks)

سطح مکمل فیتوژنیک (میلی گرم در کیلوگرم) Phytogetic additive level (mg kg)	خوراک مصرفی (گرم/پرند/روز) Feed intake (g /hen/d)					ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio				
	W73-74	W75-76	W77-78	W79-80	Total	W73-74	W75-76	W77-78	W79-80	Total
0	117.74	112.33	109.91	110.26	112.56	2.73	2.52	2.44	2.61	2.58
50	115.36	115.38	114.49	116.13	115.34	2.43	2.49	2.44	2.56	2.49
100	114.12	117.04	110.98	113.89	114.01	2.23	2.18	2.14	2.39	2.23
150	115.62	115.06	121.71	116.89	117.32	2.70	2.39	2.60	2.70	2.60
500	114.13	109.43	107.08	105.72	109.09	2.62	2.39	2.49	2.83	2.58
SEM	1.98	3.51	3.55	2.75	2.36	0.210	0.139	0.172	0.160	0.152
P-value	0.699	0.590	0.086	0.064	0.197	0.163	0.473	0.423	0.386	0.223
Linear	0.286	0.590	0.891	0.355	0.516	0.927	0.405	0.633	0.251	0.746
Quad	0.554	0.132	0.089	0.013	0.068	0.068	0.315	0.412	0.169	0.107

اثر افزودن سطوح مختلف مکمل فیتوژنیک بر صفات کیفی تخم مرغ در جدول ۴ گزارش شده است. نتایج نشان می دهد که افزودن سطوح مختلف مکمل فیتوژنیک تأثیر معنی داری بر واحد هاو، رنگ زرده، درصد پوسته و زرده و مقاومت پوسته نداشت ($P > 0.05$) ولی در سطح ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم مکمل فیتوژنیک منجر به افزایش معنی دار ضخامت پوسته تخم مرغ در مقایسه با تیمار شاهد و نیز سطح ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم شد ($P < 0.05$). در واقع ضخامت پوسته به طور خطی با افزایش سطح مکمل فیتوژنیک، افزایش یافت. این افزایش ضخامت پوسته می تواند در اثر بهبود قابلیت هضم و بهره وری از مواد مغذی جیره مصرفی و رسوب مقادیر بیشتری از کلسیم در پوسته (۶، ۲۲، ۲۵) باشد. بهبود عملکرد تولیدی

ناشی از افزودن مکمل فیتوژنیک (نتایج گزارش شده در جدول ۲) نیز این موضوع را تایید می کند. موافق با نتایج حاضر دینگ و همکاران (۱۱) گزارش کردند افزودن مکمل فیتوژنیک سینمالدئید و تیمول در سطح ۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم به جیره مرغان تخمگذار منجر به افزایش معنی دار ضخامت پوسته تخم مرغ نسبت به تیمار شاهد شد اما تأثیر معنی داری بر سایر صفات کیفی تخم مرغ مشاهده نکردند. ال-هاک و همکاران (۱۲) گزارش کردند که تغذیه مرغان تخمگذار با سطح حاوی ۶ گرم در کیلوگرم پودر آویشن منجر به افزایش معنی دار ضخامت پوسته تخم مرغ در مقایسه با تیمار شاهد شد. همچنین نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر با گزارشات لوکامانه و همکاران (۲۶) با افزودن فلفل قرمز، ترکی و همکاران (۴۲) با افزودن سینمالدئید که

تأثیر معنی‌داری بر صفات کیفی تخم‌مرغ مشاهده نکردند، مطابقت دارد.

جدول ۴- اثر مکمل فیتوژنیک در جیره بر صفات کیفی تخم‌مرغ مرغان تخم‌گذار در طول دوره آزمایش (۷۳-۸۰ هفتگی)

Table 4-Effects of dietary phytogetic feed additive on the egg quality traits of laying hens the experiment (73-80 weeks)

صفات Traits	هفته Weeks	سطح مکمل فیتوژنیک (میلی گرم در کیلوگرم) Phytogetic additive level (mg/ kg)					SEM	P-Value	Linear	Quadratic
		0	50	100	150	200				
واحد هاو Haugh unit	73 and 75	79.87	81.12	85.86	86.32	82.01	2.50	0.300	0.249	0.120
	77 and 79	83.97	85.83	89.39	84.19	88.88	1.80	0.146	0.172	0.654
	کل دوره	81.92	83.47	87.62	85.25	85.44	1.77	0.258	0.136	0.184
	Whole period									
رنگ زرده Yolk color	73 and 75	7.68	7.62	7.81	7.75	7.62	0.149	0.875	1.00	0.513
	77 and 79	7.56	7.68	7.81	7.68	7.56	0.143	0.714	1.00	0.182
	کل دوره	7.62	7.66	7.81	7.42	7.59	0.110	0.660	0.988	0.193
	Whole period									
مقاومت پوسته (کیلوگرم/سانتی‌متر مربع) Eggshell strength (kg/cm ³)	73 and 75	1.81	1.87	2.01	1.99	1.92	0.080	0.870	0.490	0.454
	77 and 79	1.84	2.00	2.14	2.05	2.02	0.110	0.862	0.522	0.408
	کل دوره	1.82	1.93	2.07	2.01	1.97	0.093	0.635	0.329	0.255
	Whole period									
ضخامت پوسته (میلی‌متر) Eggshell thickness (mm)	73 and 75	32.81	33.25	35.12	34.18	32.17	0.011	0.720	0.862	0.002
	77 and 79	30.50 ^c	32.49 ^{bc}	36.12 ^a	35.65 ^a	34.68 ^{ab}	0.005	0.023	0.0001	0.003
	کل دوره	31.65 ^c	32.87 ^{bc}	35.62 ^a	34.92 ^a	33.44 ^b	0.002	0.015	0.001	0.000
	Whole period									
وزن پوسته تخم‌مرغ (%) Weight of eggshell (%)	73 and 75	10.83	10.69	11.29	10.88	11.27	0.237	0.305	0.172	0.951
	77 and 79	10.95	11.17	11.14	11.12	11.58	0.200	0.302	0.079	0.530
	کل دوره	10.89	10.93	11.22	11.00	11.42	0.162	0.157	0.041	0.672
	Whole period									
وزن زرده تخم‌مرغ (%) Weight of egg yolk (%)	73 and 75	29.07	28.16	28.78	29.13	28.25	0.485	0.503	0.670	0.906
	77 and 79	29.38	29.24	28.87	29.66	28.86	0.468	0.711	0.681	0.928
	کل دوره	29.22	28.70	28.83	29.39	28.55	0.390	0.524	0.610	0.899
	Whole period									

^{a-c} میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه به لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0.05$).^{a-c} Means within same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

فیتوژنیک به طور عددی روند کاهشی را از خون نشان داد ($P > 0.05$). جمعیت کلی‌فرم نیز به طور خطی ($P = 0.03$) با افزایش سطح مکمل کاهش نشان داد. مهم‌ترین عمل گیاهان دارویی اثر ضدباکتریایی آن‌ها می‌باشد (۴). عموماً باکتری‌های گرم مثبت به دلیل داشتن ساختار ساده غشایی نسبت به باکتری‌های گرم منفی حساس‌تر هستند. در کل مکانیسم عمل روغن‌های ضروری، تأثیر بر

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی روده کور مرغان تخم‌گذار در پایان آزمایش در جدول ۵ آورده شده است. استفاده از مکمل فیتوژنیک باعث افزایش معنی‌دار جمعیت میکروبی لاکتوباسیل در مقایسه با تیمار شاهد شد ($P < 0.05$). درواقع جمعیت لاکتوباسیل‌ها به طور خطی ($P = 0.01$) با افزایش سطح مکمل افزایش یافت. شمار کلنی‌های اشرشیاکلاهی با افزودن سطوح مکمل

طیور موجب جلوگیری از رشد سالمونلا تیفی موریوم و ایکولای می‌شود. استفاده از کارواکرول باعث تحریک رشد و تکثیر لاکتوباسیل‌ها می‌شود (۴۳). ویندیش و همکاران (۴۵) گزارش دادند که مخلوطی از سینمالدهید، کارواکرول و اولئورزین موجب افزایش رشد لاکتوباسیل‌ها نسبت به آنتروباکترها می‌شود. مطابق با نتایج این مطالعه در پژوهشی با استفاده از ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل گیاهی حاوی کارواکرول، سینمالدئید و کاپسایسین تعداد باکتری‌های اشرشیاکولی کاهش و تعداد باکتری‌های لاکتوباسیل روده کوچک جوجه‌های گوشتی افزایش پیدا کرد (۱۸).

غشای بیولوژیکی باکتری‌ها است (۲۴). روغن‌های ضروری از راه تغییر ویژگی‌های غشاء سلول عمل کرده و باعث نشت یون‌ها شده و در نتیجه باعث کاهش میکروب‌ها می‌شوند (۱۳). هر دو ترکیب تیمول و کارواکرول موجب از هم پاشیدن غشا باکتری، آزاد شدن محتویات غشایی می‌شود. در واقع ترپنویدها و فنیل پروپنویدها به غشا باکتری نفوذ می‌کنند و به بخش‌های درونی تر باکتری می‌رسند و این فرآیند به دلیل خاصیت چربی دوستی آن‌ها است. گزارشاتی مبنی بر تأثیر سینمالدهید بر ایجاد اختلال در تولید آنزیم‌های سازنده دیواره سلولی وجود دارد (۲۳). الکاژی (۵) نشان داد روغن آویشن در جیره

جدول ۵- اثر مکمل فیتوژنیک در جیره بر جمعیت میکروبی روده کور مرغان تخمگذار در پایان آزمایش (log CFU/g)^۱

Table 5- Effect of dietary phytogetic feed additive on microbial population of laying hens at the end of the experiment (log CFU/g)

سطح مکمل فیتوژنیک (میلی گرم در کیلوگرم) Phytogetic additive level (mg/ kg)	کلی فرم Coliform	اشرشیاکولی Escherichia coli	لاکتوباسیل Lactobacilli
0	7.22	7.34	8.33 ^b
50	7.13	7.27	8.97 ^a
100	7.09	7.24	9.18 ^a
150	6.83	7.07	9.18 ^a
200	6.57	6.74	9.24 ^a
SEM	0.938	0.885	0.148
P-value	0.243	0.887	0.036
Linear	0.033	0.321	0.010
Quad	0.472	0.681	0.089

^۱ میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه به لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0.05$).

^۱ Means within column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

است. نتایج مربوط به تست SRBC در انتهای هفته ششم (پاسخ اولیه) و هفته هشتم (پاسخ ثانویه) اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارها نشان نداد ($P > 0.05$). هرچند پاسخ آنتی‌بادی ثانویه به صورت درجه دوم ($P = 0.03$) در سطح ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل افزایش یافت. در صنعت طیور تقویت سیستم‌ایمنی برای کاهش یا جلوگیری از عفونت و بیماری‌ها بسیار مهم است. گیاهان دارویی و عصاره آن‌ها که سرشار از فلاونوئیدها هستند، می‌توانند فعالیت بیولوژیکی اسیداسکوربیک را گسترش داده و به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی عمل کرده و سیستم ایمنی را بهبود بخشند (۳). بهرامی و همکاران (۸) گزارش کردند که افزودن ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره آویشن، نعنای فلفلی و ویتامین E به جیره مرغان تخم‌گذار تأثیر معنی‌داری بر تیر آنتی‌بادی اولیه و ثانویه در مقایسه با تیمار شاهد نشان نداد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. محبی‌فر و همکاران (۲۹) با افزودن پودر آویشن و سیر، معینی و همکاران (۲۸) با افزودن پودر فلفل قرمز تأثیر معنی‌داری بر میزان غلظت لنفوسیت‌ها، هتروفیل، مونوسیت و بازوفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت مشاهده نکردند. همچنین قربانی و همکاران (۱۴) با استفاده

نتایج مربوط به اثر سطوح مکمل فیتوژنیک بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی در جدول ۶ آورده شده است. تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر میزان گلوکز، کلسترول، تری‌گلسیرید، HDL و LDL سرم خون نشان ندادند ($P > 0.05$). شاید بتوان دلیل معنی‌دار نشدن فراسنجه‌های خونی در نتیجه استفاده از مکمل مورد نظر را اینگونه توضیح داد که زمانی که عملکرد در بالاترین حد خود قرار دارد، و پرند در شرایط تنش، بیماری یا تراکم قرار نداشته باشد مجالی برای بروز اثرات بهبودی در نتیجه استفاده از افزودنی‌ها وجود نخواهد داشت (۲۱). این نتایج با نتایج برخی مطالعات درتوافق است. معینی و همکاران (۲۸) با افزودن سطوح ۱، ۳ و ۵ درصد فلفل قرمز، ال‌هاک و همکاران (۱۲) با افزودن سطوح ۳، ۶ و ۹ گرم در کیلوگرم پودر آویشن به جیره مرغان تخم‌گذار تأثیر معنی‌داری بر غلظت گلوکز، LDL و HDL مشاهده نکردند. همچنین ترکی و همکاران (۴۲) با افزودن ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سینمالدئید به جیره مرغان تخم‌گذار تأثیر معنی‌داری بر غلظت کلسترول خون مشاهده نکردند.

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر پاسخ ایمنی در جدول ۷ آورده شده

از سطوح مختلف پودر گیاه خرفه (۱ و ۲ درصد) در تغذیه جوجه های گوشتی، پاسخ معنی داری به تیترا اولیه و ثانویه تیمارهای مختلف مشاهده نکردند.

جدول ۶- اثر مکمل فیتوژنیک در جیره بر برخی فراسنجه های خونی مرغان تخم گذار در پایان آزمایش (میلی گرم بر دسی لیتر)

Table 6- Effect of dietary phytogetic feed additive on serum metabolites of laying hens at the end of the experiment (mg/ dl)

سطح مکمل فیتوژنیک (میلی گرم در کیلوگرم) Phytogetic additive level (mg/ kg)	گلوکز Glucose	کلسترول Cholesterol	تری گلسیرید Triglyceride	HDL	LDL
0	241.25	185.25	2291.75	34.45	48.50
50	232.00	183.25	2249.50	34.37	47.00
100	212.50	169.25	2257.57	35.87	45.50
150	237.25	152.00	2284.25	39.25	45.00
200	230.50	147.50	2277.75	40.95	43.25
SEM	3.61	18.30	42.52	6.49	5.63
P-value	0.648	0.419	0.946	0.929	0.971
Linear	0.716	0.092	0.960	0.398	0.494
Quad	0.358	0.908	0.581	0.826	0.981

جدول ۷- اثر مکمل فیتوژنیک در جیره بر تیترا آنتی بادی علیه گلوبول قرمز گوسفندی در مرغان تخم گذار (Log2)

Table 7- Effect of dietary phytogetic feed additive on antibody titre against sheep red blood cell in laying hens (Log2)

سطح مکمل فیتوژنیک (میلی گرم در کیلوگرم) Phytogetic additive level (mg/ kg)	پاسخ آنتی بادی اولیه Primary antibody response	پاسخ آنتی بادی ثانویه Secondary antibody response
0	4.75	5.50
50	5.50	6.75
100	4.50	6.50
150	5.25	7.00
200	5.00	6.00
SEM	0.289	0.423
P-value	0.201	0.142
Linear	0.797	0.365
Quad	0.828	0.031

جدول ۸- اثر مکمل فیتوژنیک در جیره بر فراسنجه های تولیدمثلی مرغان تخم گذار در پایان دوره آزمایش

Table 8- Effect of dietary phytogetic feed additive on reproductive parameters of laying hens at the end of experiment

فراسنجه های تولیدمثلی Reproductive parameters	سطح مکمل فیتوژنیک (میلی گرم در کیلوگرم) Phytogetic additive level (mg/ kg)					SEM	P-value	Linear	Quad
	0	50	100	150	200				
وزن تخمدان (گرم) Ovarian weight (g)	52.50	46.95	50.27	44.15	47.66	3.81	0.600	0.317	0.551
وزن اویداکت (گرم) Oviduct weight (g)	57.99	63.64	65.45	69.95	60.30	2.81	0.698	0.237	0.018
تعداد فولیکول زرد بزرگ Large yellow follicle numbers	4.75	4.75	4.50	4.75	4.25	0.364	0.822	0.400	0.719
وزن بزرگترین فولیکول (گرم) Weight of largest follicle (g)	15.57	15.24	14.43	14.60	15.38	0.359	0.892	0.744	0.387
تعداد فولیکول های زرد کوچک Small yellow follicles numbers	9.75	8.00	7.50	9.75	8.50	1.03	0.599	0.822	0.571

تخمدان و تعداد و وزن فولیکول ها نداشت ($P > 0.05$). هر چند وزن اویداکت به صورت درجه دوم ($P = 0.01$) در سطح ۱۵۰ مکمل افزایش نشان داد. ساکی و همکاران (۳۶) در بررسی تأثیر استفاده از

نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف مکمل فیتوژنیک بر برخی فراسنجه های تولیدمثلی مرغان تخم گذار در جدول ۸ نشان داده شده است. افزودن سطوح مختلف مکمل فیتوژنیک تأثیر معنی داری بر وزن

کیلوگرم توانست درصد تولید، میانگین وزن تخم‌مرغ و ضخامت پوسته تخم‌مرغ را افزایش دهد. علاوه بر آن کاربرد مکمل مورد نظر سبب افزایش جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیل روده کور نیز شد. در مجموع می‌توان بیان کرد که کاربرد مکمل فیتوژنیک حاوی کارواکرول، کاپسایسین و سینمالدئید در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره در تغذیه مرغان تخم‌گذار به ویژه در مرحله دوم تولید که خصوصیات پوسته تخم‌مرغ به شدت کاهش می‌یابد، می‌تواند مفید باشد.

مکمل گیاهی آویشن، رازیانه و گل‌همیشه‌بهار در سطوح ۰، ۴، ۸ و ۱۲ گرم در کیلوگرم بر میزان فراسنجه‌های تولیدمثلی مرغان تخم‌گذار بیان نمودند، که سطح حاوی ۱۲ گرم مکمل گیاهی باعث افزایش معنی‌دار وزن تخمدان و تعداد فولیکول‌های زرد بزرگ از ۹/۲۵ به ۱۹/۲۵ نسبت به تیمار شاهد شد. اما تأثیر معنی‌داری بر تعداد فولیکول‌های زرد کوچک مشاهده نشد. تاکی و همکاران (۳۹) گزارش کردند استفاده از سطوح مختلف رازیانه تأثیر معنی‌داری بر وزن تخمدان، اویداکت و تعداد فولیکول‌های زرد کوچک و بزرگ نداشت که مطابق با نتایج این آزمایش است.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت‌های مالی پروژه تشکر و قدردانی می‌گردد.

نتیجه گیری کلی

یافته‌های این تحقیق نشان داد مکمل فیتوژنیک حاوی کارواکرول، کاپسایسین و سینمالدئید تا سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در

منابع

- 1- Abou-Elkhair, R., S. Selim, and E. Hussein. 2018. Effect of supplementing layer hen diet with phytogetic feed additives on laying performance, egg quality, egg lipid peroxidation and blood biochemical constituents. *Animal Nutrition*, 4(4): 394-400.
- 2- Aderemi, F., O. Alabi, and O. Ayoola. 2013. Evaluating pepper (*Capsicum annum*) and garlic (*Allium sativum*) on performance egg trait and serum parameters of old layers. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 3(7):90-95.
- 3- Acamovic, T., and J. D. Brooker. 2005. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *Proceedings of the Nutrition Society*, 64(3): 403-412.
- 4- Agostini, P. S., D. Sola-Oriol, M. Nofrarias, A. C. Barroeta, J. Gasa, and E. G. Manzanilla. 2012. Role of in-feed clove supplementation on growth performance, intestinal microbiology, and morphology in broiler chicken. *Livestock Science*, 147: 113-118.
- 5- Al-Kaissy, G. A., and Y. J. Jamel. 2009. The effect of adding thyme vulgaris and Cinnamomun zeylanicum on production performance and some blood traits in broiler chicken. *Journal of Veterinary Medicine*, 33(2): 84-90.
- 6- Anand, P., K. Y. Murali, V. Tandon, P. S. Murthy, and R. Chandra. 2010. Insulinotropic effect of cinnamaldehyde on transcriptional regulation of pyruvate kinase, phosphoenolpyruvate carboxykinase, and GLUT4 translocation in experimental diabetic rats. *Chemico-Biological Interactions*, 186(1): 72-81.
- 7- Arpasova, H., B. Galik, C. Hrnar, M. Fik., R. Herkei, and V. Pistova. 2015. The effect of essential oils on performance of laying hens. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 48(2): 8-14.
- 8- Bahrami, M., F. Shariatmadari, and T. M. Karimi. 2011. Effect of dietary extract of thyme and peppermint and vitamin E supplementation on immune responses of laying hen in heat stress and content of peroxidation egg during storage. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27: 326-337. (In Persian)
- 9- Bozkurt, M., A. Alcicek, M. Cabuk, K. Kucukyilmaz, and A. U. Catli. 2009. Effect of an herbal essential oil mixture on growth, laying traits, and egg hatching characteristics of broiler breeder. *Poultry Science*, 88: 2368-2374.
- 10- Cupo, M., and W. E. Donaldson. 1987. Chromium and vanadium effects on glucose metabolism and lipid synthesis in chicks. *Poultry Science*, 66(1): 120-126.
- 11- Ding, X., Y. Yu, Z. Su, and K. Zhang. 2017. Effects of essential oils on performance, egg quality, nutrient digestibility and yolk fatty acid profile in laying hens. *Animal Nutrition*, 3: 127-131.
- 12- El-Hack, M. A., and M. Alagawany. 2015. Performance, egg quality, blood profile, immune function, and antioxidant enzyme activities in laying hens fed diets with thyme powder. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 24: 127-133.
- 13- Frankiv, T., M. Voljc, J. Salobir, and V. Rezar. 2009. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. *Acta Argiculturalae Slovenica*, 94(2): 95-102.
- 14- Ghorbani, M. R., M. Bojarpur, M. Mayahi, J. Fayazi, R. F. Tabatabaei, and S. Tabatabaei. 2013. Effect of purslane (*Portulaca oleracea* L.) on blood lipid concentration and antioxidant status of broiler chickens. *Online Journal of Veterinary Research*, 17(2): 54-63.

- 15- Hashemipor, H., H. Kermanshahi, A. Golian, A. Raji, and M. M. Van Krimpen. 2013. Effect of thymol and carvacrol by next enhance 150 ® on intestinal development of broiler chickens fed CMC containing diet. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 3 (3): 567-576.
- 16- Haselmeyer, A., J. Zentek, and R. Chizzola. 2015. Effects of thyme as a feed additive in broiler chickens on thymol in gut contents, blood plasma, liver and muscle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (3): 504-508.
- 17- Jamroz, D., J. Orda, C. Kamel, A. Wiliczkiwicz, T. Wartecki, and J. Skorupinska. 2003. The influence of phytogetic extract on performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and gut microbial status in broiler chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 12 (2): 583-596.
- 18- Jamroz, D., A. Wiliczkiwicz, T. Wartecki, J. Orda, and J. Skorupinska. 2005. Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and locally grown cereals. *British Poultry Science*, 46 (4): 485-493.
- 19- Jang, I. S., Y. H. Ko, S. Y. Kang, and C.Y. Lee. 2007. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in boiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 134 (4): 304-315.
- 20- Kamato, G. P., N. P. Makunga, W. P. Ramogola, and A. M. Viljoen. 2008. A review of biological activities and phytochemistry. *Journal of Ethnopharmacology*, 119 (3): 664-672.
- 21- Lee, K. W., Beynen, A. C. and everts, H. 2002. Essential oils in boiler nutrition department of nutrition, faculty of veterinary medicine, Trecht University, the Netherlands. Pp: 7-41.
- 22- Lee, K. W., H. Everts, and A. C. Beyen. 2003. Dietary carvacrol lowers body gain but improves feed conversion in female broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 12(4): 394-399.
- 23- Lee, K. W., H. Everts, H. J. Kappert, H. Wouterse, A. Frehner, and A. C. Beynen. 2004. Cinnamanaldehyde, but not thymol, counteracts the carboxymethyl cellulose induced growth depression in female broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 3(9): 608-612.
- 24- Lis-Balchin, M. 2003. Feed additives as alternatives to antibiotic growth promoters: botanicals. Page 333-352 In *Proc. International Symposium on Digestive Physiology in Pigs*, Banff AB, Canada. University of Alberta.
- 25- Lokaewmanee, K., K. E. Yamauchi, T. Komori, and K. Saito. 2010. Effects on egg yolk colour of paprika or paprika combined with marigold flower extracts. *Italian Journal of Animal Science*, 9(4): 356-359.
- 26- Lokaewmanee, K. 2019. Effect of chili leaf powder on laying hen performance, egg quality and egg yolk cholesterol levels. *Journal of Poultry Science*, 18(4): 168-173.
- 27- Miles, R. D., G.D. Butcher, P. R. Henry, and R. C. Littell. 2006. Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. *International Journal of Poultry Science*, 85(3): 476-485.
- 28- Moeini, M. M., S. H. Ghazi, S. Sadeghi, and M. Malekizadeh. 2013. The effect of red pepper (*Capsicum annum*) and marigold flower (*Tagetes erectus*) powder on egg production, egg yolk color and some blood metabolites of laying hens. *Journal of Applied Animal Science*, 3(2): 301-305.
- 29- Mohebbifar, A., and M. Torki. 2010. Effects of adding mixed powder of garlic and thyme to diets included graded levels of rice bran on productive performance of laying hens and egg quality characteristics. *Advances in Environmental Biology*, 4(3): 469-476.
- 30- Moraleco, D. D., J. K. Valentim, L. G. Silva, H. H. D. A. Lima, T. M. Bitencourt, and G. M. Dallago. 2019. Egg quality of laying hens fed diets with plant extracts. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 41.
- 31- Platel, K., and K. Srinivasan. 2003. Digestive stimulant action of spices: A myth or reality. *Indian Medicine*, 119(5): 167-179.
- 32- Pilevar, M., J. Arshami, A. Golian, and M. R. Basami. 2010. The effects of different sources and levels of polyunsaturated fatty acids (n-3) on immune and reproduction system in leghorn pullet chicks. Page 3928-3931. *The 4th Congress on Animal Science*. University of Tehran, Iran. (In Persian).
- 33- Pirgozliev, V., S. C. Mansbridge, S. P. Rose, A. M. Mackenzie, A. Beccaccia, F. Karadas, and D. Bravo. 2019. Dietary essential oils improve feed efficiency and hepatic antioxidant content of broiler chickens. *Animal*, 13(3): 502-508.
- 34- Renema, R. A., F. E. Robinson, H. H. Oosterhoff, J. J. Feddes, and J. L. Wilson. 2001. Effect of phtostimulatory light intensity on ovarian morphology and carcass traits at sexual maturity in modern and antique egg-type pullets. *Poultry Science*, 80: 47-56.
- 35- Roofchaei, A., V. Rezaeipour, S. Vatandour, and F. Zaefarian. 2019. Influence of dietary carbohydrases, individually or in combination with phytase or an acidifier, on performance, gut morphology and microbial population in broiler chickens fed a wheat-based diet. *Animal Nutrition*, 5(1): 63-67.
- 36- Saki, A. A., H. Aliarabi, S. A. H. Siyar, J. Salari, and M. Hashemi. 2014. Effect of a phytogetic feed additive on performance, ovarian morphology, serum lipid parameters and egg sensory quality in laying hen. *Veterinary Research Forum*, 5(4): 287-293.
- 37- Silversides, F.G., and P. Villeneuve. 1994. Is the Haugh unit correction for egg weight valid for eggs stored at

- room temperature? Poultry Science, 73(1): 50-55.
- 38- SAS Institute. 2005. SAS Users guide: Statistics. Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- 39- Taki, A., S. Salari, M. Bojarpor, M. Sari, and M. Taghizade. 2013. The effect of foeniculum vulgare essence on production performance, egg quality and reproductive parameters of laying hens. Iranian Journal of Animal Science Research, 6: 140-149. (In Persian).
- 40- Tatli, O., I. E. Nikerel, and B. S. Ozdemir. 2015. Evaluation of metabolite extraction protocols and determination of physiological response to drought stress via reporter metabolites in model plant *Brachypodium distachyon*. Turkish Journal of Botany, 39(6): 1042-1050.
- 41- Tamam, S. M., M. S. Abdel Hamid, M. H. Samah, and A. N. Marwa. 2017. The anti-viral and immunomodulatory activity of cinnamon zeylanicum against "NDV" newcastle disease virus in chickens. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research, 32(2): 251-262.
- 42- Torki, M., M. Akbari, and K. Kaviani. 2015. Single and combined effects of zinc and cinnamon essential oil in diet on productive performance, egg quality traits, and blood parameters of laying hens reared under cold stress condition. International Journal of Biometeorology, 59(9):1169-1177.
- 43- Tschirch, H. 2000. The use of natural plants extracts as production enhancers in modern animal rearing practices. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej Wroclaw, Zootechnika. 25:25-39.
- 44- Upadhyaya, I., A. Upadhyay, A. Kollanoor-Johny, S. Mooyottu, S. A. Baskaran, H. B. Yin, and K. Venkitanarayanan. 2015. In feed supplementation of trans-cinnamaldehyde reduces layer chicken egg borne transmission of *Salmonella enterica* serovar enteritidis. Applied Environmental Microbiology, 81(9): 2985-2994.
- 45- Windisch, W., K. Schedle, C. Plitzner, and A. Kroismayr. 2008. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. Journal of Animal Science, 86: 140-148.
- 46- Zeng, Z., S. Zhang, H. Wang, and X. Piao. 2015. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. Journal of Animal Science and Biotechnology, 6(1):7.



Effect of Phytogenic Additive (*XTRACT 6930*) on Performance, Egg Quality and Some Physiological Parameters of Laying Hens

Mohammadreza Shahitavi¹, Somayyeh Salari^{2*}, Mohammadreza Ghorbani³, Ali Aghayi⁴

Submitted: 12-10-2019

Accepted: 22-02-2020

Introduction New alternatives for feed supplementation in poultry production are considered to improve animal health and quantitative and qualitative productivity by the phytogenic feed additives. Essential oils are a mixture of several compounds of herbal origin that can be used for animal feeding to improve its performance and health. Essential oils can act as stimulant agents of the immune system during acute or chronic inflammatory processes that can be characterized by an increase on the levels of serum globulins, which can express the metabolic and nutritional status of the animal. Moreover, essential oils may improve nutrient digestion and absorption by enzymatic stimulation and they also may exert positive effects when used in laying hens. The use of natural capsaicin extracted from red pepper has preventive effects on salmonella infection in laying hens. Cinnamaldehyde and carvacrol have also been shown to stimulate mucin secretion, thereby preventing the establishment of pathogens. These compounds in marjoram, pepper, thyme are antimicrobial agent against *Clostridium* spores. The purpose of this study was to evaluate the combination of essential oils of carvacrol, cinnamaldehyde, capsaicin on performance, egg quality, microbial population, blood parameters, immunity and reproductive parameters of laying hens.

Materials and Methods This experiment was done with 120 laying hens (Hy-line W-36) at 70 weeks of age for 10 weeks including 2 weeks of habituation and 8 weeks of sampling in a completely randomized design with 5 treatments, 4 replicates and 6 birds per replicate. Experimental treatments included control diet without additives and diets containing 50, 100, 150 and 200 mg/kg phytogenic supplement containing carvacrol 5%, capsaicin 2% and cinamaldehyde 3% (made by Pancosma, France). Egg weight (gr), egg production (%) and egg mass (gr/hen/day) were recorded daily. Feed consumption was measured weekly and feed conversion ratio (FCR) was calculated weekly too. At the end of weeks 2, 4, 6, and 8 of the experiment, two eggs from each replicate were randomly selected for measurement the egg qualitative traits. To investigate the effect of phytogenic supplementation on the immune system, at the beginning of 6 and 8 weeks of the experiment, 0.5 ml of 20% sheep red blood cell suspension (SRBC) in saline phosphate buffer (PBS) was injected into the breast muscle of one bird from each replicate. After 7 days of injection, blood samples was analyzed for SRBC titer. At the end of the study, one birds per replicate were killed by cervical dislocation and blood was drawn from the jugular vein. Serum was separated after centrifugation at 4500 g and 4°C for 10 min, and frozen at -20°C until further analysis was conducted for blood biochemical parameters. Serum samples were analyzed for concentrations of low-density lipoprotein (LDL) and high-density lipoprotein (HDL), cholesterol, glucose and triglycerides using standard kits (Zist Shimi, Tehran, Iran) with an autoanalyser (Autolab PM 4000; Medical System, Rome, Italy). Then, caecal digesta (1 g) from each bird were aseptically transferred into 9 ml of sterile saline solution and serially diluted. Lactobacilli, Coliforms, and E.Coli were grown on Rogosa–Sharpe agar, MacConkey Agar, and Eosin Methylene Blue Agar, respectively. Plates for

1-MS. C student, Department of Animal Science, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

2- Associate Professor, Department of Animal Science, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

3-Associate Professor, Department of Animal Science, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

4-Assistant Professor, Department of Animal Science, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

(*- Corresponding Author Email: s.salari@asnrukh.ac.ir)

Doi:10.22067/ijasr.v13i1.83755

Lactobacillus were incubated anaerobically for 48 h at 37 °C. Microbial populations for E. coli and Coliforms were counted after aerobic incubation at 37°C for 24 hours. All samples were plated in duplicate.

Results and Discussion The results of these experiments showed Feed intake and feed conversion ratio of the laying hens were not affected by dietary inclusion of different levels of phytogenic supplement. During the whole period of experiment, 100 mg/kg phytogenic supplement significantly increased egg weight and egg production. Egg quality traits including egg unit, yolk color, shell strength, shell weight, yolk weight, were not affected by phytogenic supplement but eggshell thickness of birds fed on 100 mg/kg of phytogenic feed additive increased significantly ($P < 0.05$). Cecal population of Lactobacillus was increased ($P < 0.05$) in birds fed various levels of phytogenic feed additive compared to control ($P < 0.05$). Blood parameters of glucose, cholesterol, triglycerides, HDL and LDL were not affected by the treatments. Different levels of phytogenic supplementation did not show significant effect on primary and secondary antibody response and reproductive parameters of laying hens. The results showed that not only the addition of 100 ppm of phytogenic additive to the diet of laying hens improves egg production percentage, egg weight and egg shell thickness, but also, increased cecal population of Lactobacillus.

Keywords: Egg quality traits, Laying hens, Performance, Phytogenic supplement.



مقاله علمی - پژوهشی

شناسایی کل ریزماهورها در ژنوم شترهای دوکوهانه ایرانی با استفاده از داده‌های توالی‌یابی کل ژنوم

ناهیده زارع^۱، نعمت هدایت ایوریق^{۲*}، رضا سیدشریفی^۳، رضا خلخالی^۳، آزاده بوستان^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰۷

چکیده

شترهای دوکوهانه یکی از مقاومترین گونه‌های حیوانی در برابر شرایط سخت محیطی به شمار می‌روند که تعداد آنها در ایران در محدوده خطر قرار گرفته است. شناخت هر چه بهتر و دقیق‌تر این گونه، به خصوص در سطح مطالعات ژنومی، می‌تواند از طریق طراحی برنامه‌های مدیریت تنوع ژنتیکی، به حفظ این گونه کمک کند. هدف از انجام این مطالعه شناسایی ریزماهورهای ژنوم شترهای دوکوهانه ایرانی با استفاده از داده‌های توالی‌یابی کل ژنوم بود. در مطالعه حاضر از تعداد شش نفر شتر دوکوهانه متعلق به استان اردبیل خون‌گیری صورت گرفت. توالی‌یابی کامل ژنوم شترهای دوکوهانه با استفاده از پلتفرم ایلومینا و به صورت دو انتها (Paired-end) با اندازه ۱۰۰ جفت باز از هر طرف انجام شد. بعد از پالایش کیفی خوانش‌ها، گردآوری از نو آنها صورت گرفته و با استفاده از برنامه MISA به شناسایی تمام ریزماهورهای ژنوم‌های مورد مطالعه پرداخته شد. اندازه ژنوم‌های گردآوری شده برای شترهای دوکوهانه مورد مطالعه، در محدوده ۱/۹۰ Gb برای نمونه یک تا ۱/۹۷ Gb برای نمونه سه قرار داشت. مقدار N50 مربوط به کانتیگ‌های ایجاد شده برای شترهای دوکوهانه ایرانی از ۱۹/۱ kb برای نمونه یک تا ۵۱/۷ kb برای نمونه پنج متغیر بود. ریزماهورهای شناسایی شده در اندازه یک تا هشت نوکلئوتید بودند. کل ریزماهورهای شناسایی شده برای نمونه‌های شترهای دوکوهانه ایرانی در محدوده ۱۳۶۰۲۸ برای نمونه دو تا ۵۳۹۵۵۵ برای نمونه سه قرار داشت. همچنین با شناسایی ریزماهورهای هفت گونه پستاندار دیگر در این مطالعه، به مقایسه نتایج به دست آمده آنها با شتر دوکوهانه ایرانی پرداخته شد.

واژه‌های کلیدی: ایران، توالی‌یابی کل ژنوم، ریزماهور، شتر دوکوهانه.

مقدمه

که فاقد کوهان بوده و شامل دو گونه وحشی (گواناکو و ویکوانا) و دو گونه اهلی (لاما و آلپاکا) هستند، در ارتفاعات آمریکای جنوبی زندگی می‌کنند و سازگاری مشابهی با محیط‌های بیابانی گرم ندارند. دمای بدن شترها ممکن است در طول روز بین ۳۴ تا ۴۱ درجه سلسیوس در نوسان باشد (۲۰). سطح قند خون در شترها دو برابر سایر نشخوارکنندگان است (۳). همچنین شترها مصرف زیاد نمک را تحمل می‌کنند، به طوری که مصرف نمک در آنها هشت برابر بیشتر از گاو-ها و گوسفندها (۴) می‌باشد و با این حال دچار دیابت و فشار خون بالا نمی‌شوند. کشور ایران در یکی از خشک‌ترین مناطق کره زمین قرار گرفته است و لذا کمبود منابع آبی از یک سو و توانایی‌های ویژه شترها از سویی دیگر، می‌تواند آنها را به حیوانات ارزشمندی در زمینه تولید پروتئین در سطح کشور تبدیل کند. به نظر می‌رسد مطالعه این حیوانات به خصوص در سطح ژنوم، می‌تواند در حفظ این گونه و همچنین مدیریت تنوع ژنتیکی و تولیدی آنها موثر و مفید باشد. ریزماهورها به عنوان بخشی از توالی‌های تکراری در ژنوم

شترهای تک‌کوهانه و دوکوهانه در محیط‌های بیابانی آسیا و آفریقا زندگی می‌کنند و سازگاری آنها با شرایط خشک شامل تحمل دمای بیش از ۴۰ درجه سلسیوس و از دست دادن آب بدن بیش از ۲۵ درصد کل وزن بدن می‌باشد (۱۹) در حالی که پستانداران غیر بیابانی با از دست دادن بیش از ۱۵ درصد وزن بدنشان دچار مرگ می‌شوند (۱۳). در مقابل، نزدیک‌ترین خویشاوندان شترها (Lamini)

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد ژنتیک و اصلاح دام و طیور - گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی - دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲- دانشیار ژنتیک و اصلاح دام و طیور، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی - دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳- دکتری ژنتیک و اصلاح دام و طیور - دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
(Email: nhedayat@uma.ac.ir)

(*) - نویسنده مسئول:
Doi: 10.22067/ijasr.v13i1.85088

درصد استفاده شد.

توالی‌یابی کل ژنوم

توالی‌یابی کامل ژنوم شترهای دوکوهانه با استفاده از پلتفرم ایلومینا و به صورت دوانته‌ا^۴ و با اندازه ۱۰۰ جفت‌باز از هر طرف انجام شد. از نرم‌افزار FastQC

(www.bioinformatics.babraham.ac.uk/projectd/fastqc)

برای کنترل کیفیت خوانش‌های توالی‌های خام استفاده شد. بررسی کیفیت حاکی از عدم وجود آلودگی‌های آداپتوری در خوانش‌های توالی‌های خام بود. با این حال، به منظور افزایش کیفیت داده‌ها، پالایشی بر روی این خوانش‌ها انجام گرفت. جهت پالایش خوانش‌های خام از الگوریتم SLIDINGWINDOW (۴:۲۰) در نرم‌افزار Trimmomatic v0.36 (۶) استفاده شد. این الگوریتم با تقسیم خوانش‌ها به چندین قسمت و ارزیابی نمره کیفی این قسمت‌ها و حذف قسمت‌های پایین‌تر از این نمره کیفی اجرا می‌شود. در هنگام استفاده از این نرم‌افزار دستورهایی شامل LEADING، TRAILING و MINLEN به نرم‌افزار داده شد. در دستور LEADING بازهای دارای کیفیت پایین‌تر از آستانه تعریف شده برای برنامه از ابتدای خوانش‌ها حذف شدند و در دستور TRAILING بازهای دارای کیفیت پایین‌تر از آستانه تعریف شده برای برنامه از انتهای خوانش‌ها حذف شدند که حد آستانه تعریف شده برای هر دو این دستورات ۵ بود. دستور MINLEN تعریف شده در این مطالعه ۴۰ بود بدین معنی که اگر طول خوانش‌ها بعد از پالایش، به کمتر از ۴۰ جفت‌باز می‌رسیدند، توسط برنامه حذف می‌شدند. بعد از انجام این مراحل خوانش‌ها مجدداً توسط برنامه FastQC تحت کنترل کیفیت قرار گرفت.

گردآوری از نو^۵ ژنوم شترهای دوکوهانه

گردآوری از نو خوانش‌های پالایش شده شترهای دوکوهانه با استفاده نسخه ۱۱ نرم‌افزار CLC Genomics Workbench (CLC Aarhus, Denmark) صورت پذیرفت. در واقع گردآوری از نو، سرهم‌بندی تعدادی توالی بدون استفاده از ژنوم مرجع می‌باشد. الگوریتمی که این نرم‌افزار به منظور گردآوری از نو استفاده می‌کند، گراف de Bruijn می‌باشد. لازم به ذکر است که گردآوری از نو در این نرم‌افزار در دو مرحله صورت می‌گیرد که مرحله اول ساخت کانتیگ‌ها با استفاده از خوانش‌های موجود و مرحله دوم هم‌ردیف کردن خوانش‌های ورودی با کانتیگ‌های ساخته شده است. پارامترهای استفاده شده در این مطالعه برای گردآوری خوانش‌ها

یوکاریوت‌ها، همچنین به عنوان تکرارهای توالی ساده یا SSR^۱ ها نیز شناخته می‌شوند، تکرارهای پشت سر هم کوتاه که از موتیف‌های ۱ تا ۶ نوکلئوتیدی DNA تشکیل شده‌اند (۱۶). آنها بخش قابل توجهی از ژنوم موجودات پیچیده را تشکیل می‌دهند و اغلب نسبت بیشتری در مقایسه با توالی‌های کد کننده پروتئین را به خود اختصاص می‌دهند (۱۵). ریزماهورها در شکل‌دهی حدود ۳ درصد از ژنوم انسان شرکت داشته (۲۰) و توزیع غیر تصادفی را در بسیاری از ژنوم‌ها نشان می‌دهند (۲۳). توالی‌های ریزماهورهای حاوی اطلاعات مفیدی هستند و به طور گسترده‌ای برای ارزیابی تنوع ژنتیکی در داخل و بین جمعیت‌ها و همچنین برای بررسی تکامل در بین گونه‌های دامی استفاده می‌شوند (۱۱). ریزماهورها (۱ تا ۱۰ نوکلئوتید) و مهورکاها (بیشتر از ۱۰ نوکلئوتید)، زیرشاخه‌های تکرارهای پشت سر هم (TR^۲ها) هستند که همراه با عناصر متحرک^۳، نواحی تکراری ژنوم را تشکیل می‌دهند (۱۸). تکرارهای پشت سر هم به علت بی‌ثباتی‌شان با تکامل موجودات ارتباط دارند، به طوریکه با نرخ تغییر ۱۰^۳ تا ۱۰^۶ در هر نسل سلولی جز متغیرترین بخش‌های ژنومی به شمار می‌روند (۹). مطالعه این بخش از ژنوم می‌تواند در تعیین میزان تنوع ژنتیکی شترهای دوکوهانه و مقایسه آنها با دیگر گونه‌ها به لحاظ تکاملی، حائز اهمیت باشد. هدف ما از این مطالعه، شناسایی ریزماهورهای گسترده در ژنوم شترهای دوکوهانه ایرانی با استفاده از داده‌های توالی‌یابی کامل ژنوم بود و همچنین مقایسه آنها با پستانداران دیگر نیز از اهداف مطالعه حاضر بود.

مواد و روش

نمونه‌گیری و استخراج DNA

جهت شناسایی و بررسی نشانگرهای ریزماهورهای در ژنوم شترهای دوکوهانه، از تعداد ۶ نفر شتر دوکوهانه‌ی ایرانی مربوط به استان اردبیل خونگیری انجام پذیرفت. خونگیری از رگ ورید گردنی و توسط ونوجکت ۴ میلی‌لیتری حاوی EDTA صورت گرفت. پس از خونگیری، نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی منتقل شده و تا زمان استفاده در دمای -۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شدند. به منظور استخراج DNA نمونه‌ها، از کیت GeanAll (کره جنوبی) استفاده شد. پس از استخراج کل DNA از نمونه‌ها، کنترل کمتی DNA استخراجی با کمک دستگاه نانودراپ صورت پذیرفت. نسبت جذب طول موج‌های ۲۶۰ به ۲۸۰ برای نمونه DNAهای شترهای دوکوهانه مورد مطالعه، ۱/۹۶ بود. همچنین به منظور کنترل کیفی نمونه‌های DNA استخراجی، از ژل آگاروز یک

1 Single Sequence Repeats

2- Tandem Repeats

3- Transposable elements

4- Paired-end

5- de novo assembly

و شش با شترهای تک‌کوهانه ایرانی (۱/۹۴ Gb) (۱۶) برابر بودند. مقدار N50 مربوط به کانتیگ‌های ایجاد شده برای شترهای دو-کوهانه ایرانی از ۱۹/۱ kb برای نمونه یک تا ۵۱/۷ kb برای نمونه پنج متغیر بود (جدول ۱). معیار N50 یکی از پارامترهای اندازه‌گیری کیفی گردآوری ژنوم می‌باشد و اندازه بزرگتر به معنی گردآوری بهتر خوانش‌ها به شمار می‌رود. در واقع عدد N50 بیانگر این مسئله می‌باشد که به عنوان مثال کانتیگ‌های ۴۹ هزار بازی یا بزرگتر بیش از ۵۰ درصد ژنوم گردآوری شده در نمونه شش را تشکیل می‌دهند. اندازه N50 در این مطالعه در نمونه‌های پنج و شش بزرگتر از شتر تک‌کوهانه آفریقایی (۴۰/۲ kb؛ فیتاک و همکاران (۸)) و در نمونه‌های دو و چهار بزرگتر از شتر نژاد تارگویی (۳/۵ kb؛ Genbank) بود؛ در حالیکه از مقادیر گزارش شده برای تک‌کوهانه عربی (۶۹/۱؛ وو و همکاران (۲۴))، دوکوهانه وحشی (۹۰/۳ kb؛ جیریموتو و همکاران (۱۴)) و شترهای تک‌کوهانه ایرانی (۵۴/۶ kb و ۵۴/۰۳؛ خلخالی و همکاران (۱۶)) کوچک‌تر بود.

توالی‌های ریزماهورهای یکی از متنوع‌ترین قسمت‌های ژنوم موجودات مختلف به شمار می‌روند (۷). این توالی‌ها به صورت تصادفی در سرتاسر ژنوم بیشتر یوکاریوت‌ها پراکنده شده و به مقدار بالایی دارای چند شکلی هستند (۱). به همین دلایل، توالی‌های ریزماهورهای به طور گسترده‌ای برای مطالعه تنوع ژنتیکی در داخل و بین جمعیت‌های گونه‌های مختلف دامی از جمله گاو (۲۲)، گوسفند (۱۲)، بز (۱۰) و اسب (۲) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در این مطالعه توالی‌های ریزماهورهای شترهای دوکوهانه ایرانی و نیز شترهای تک‌کوهانه ایرانی، تک‌کوهانه غیر ایرانی، شتر دوکوهانه، آلیاکا، گاو، گوسفند، اسب و انسان شناسایی و با یکدیگر مقایسه شدند. ریزماهورهای شناسایی شده در اندازه یک تا هشت نوکلئوتید بودند. کل ریزماهورهای شناسایی شده برای نمونه‌های شترهای دوکوهانه ایرانی در محدوده ۱۳۶۰۲۸ جفت‌بازی برای نمونه دو تا ۵۳۹۵۵۵ جفت‌بازی برای نمونه سه قرار داشت. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در نمونه‌های یک، دو، سه، چهار، پنج و شش به ترتیب حدود ۳/۱۳ Mb، ۲/۳۵ Mb، ۹/۲۶ Mb، ۷/۱ Mb و ۸/۹۹ Mb و ۸/۸۶ ژنوم شترهای دوکوهانه از توالی‌های ریزماهورهای تشکیل شده است (جدول ۲). لازم به ذکر است که شناسایی مقادیر متفاوت ریزماهورهای شناسایی شده در ژنوم شترهای مورد مطالعه، مربوط به میزان کیفیت گردآوری آنها می‌باشد. به طور مشخص، ژنوم‌هایی که با کیفیت بالاتری گردآوری شده‌اند، منجر به شناسایی ریزماهورهای بیشتری شده‌اند. در پستاندارانی که در این مطالعه بررسی شد، انسان با ۲۵/۷ Mb و اسب با ۷/۸۱ Mb دارای بیشترین و کمترین اندازه کل ریزماهورها بودند.

عبارتند از: ۳ برای هزینه عدم تطابق^۱، ۳ برای جریمه حذف و درج^۲، ۰/۵ برای length fraction و ۰/۸ برای similarity fraction.

شناسایی ریزماهورهای گسترده ژنوم

از نرم‌افزار MISA (MicroSatellite identification tool) (۵) برای شناسایی ریزماهورهای کل ژنوم‌های مورد مطالعه استفاده شد. این برنامه می‌تواند ریزماهورهای کامل و مرکب را شناسایی کند. ریزماهورهای مرکب در واقع بخشی از ریزماهورها هستند که توسط چندین نوکلئوتید در بین آنها فاصله ایجاد شده است. حداقل تکرارهای در نظر گرفته شده برای شناسایی ریزماهورهای تک نوکلئوتیدی حداقل دوازده تکرار، برای دو نوکلئوتیدی‌ها حداقل شش تکرار، برای سه نوکلئوتیدی‌ها و چهار نوکلئوتیدی‌ها حداقل پنج تکرار، برای پنج نوکلئوتیدی‌ها و شش نوکلئوتیدی‌ها حداقل چهار تکرار و برای هفت نوکلئوتیدی‌ها و هشت نوکلئوتیدی‌ها حداقل سه تکرار بود. حداکثر فاصله‌ایی که برای ریزماهورهای مرکب در نظر گرفته شد نیز ۱۰۰ جفت باز بود. مراحل ذکر شده برای ژنوم پستانداران دیگر از جمله انسان (شماره دسترسی Genbank: GCF_000001405.37)، گاو (شماره دسترسی Genbank: GCF_000002305.2)، گوسفند (شماره دسترسی Genbank: GCF_000003055.6)، (شماره دسترسی Genbank: GCF_000298735.2)، آلیاکا (۲۴)، شترهای تک‌کوهانه (۱۶) و همچنین شتر دوکوهانه غیر ایرانی (۱۴) نیز صورت پذیرفته و نتایج آنالیزها در مورد این پستانداران با شترهای دوکوهانه ایرانی مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

شکل ۱ به وضوح تاثیر پالایش کیفی بر روی افزایش کیفی خوانش‌های خام را نشان می‌دهد. محدوده‌های رنگی نشان دهنده کیفیت خوانش‌ها هستند. از پایین به بالا با تغییر رنگ محدوده‌ها کیفیت داده‌ها افزایش می‌یابند. اعداد محور افقی، تعداد بازها و محور عمودی نیز نمره کیفی آنها را نشان می‌دهد و خط آبی نیز نمودار کیفی است.

اندازه ژنوم گردآوری شده برای نمونه شترهای دوکوهانه مورد مطالعه در محدوده ۱/۹۰ Gb برای نمونه یک تا ۱/۹۷ Gb برای نمونه سه قرار داشت. اندازه ژنوم گردآوری شده برای شترهای دوکوهانه در مطالعه حاضر کمتر از مقادیر گزارش شده در مطالعه جیریموتو و همکاران (۱۴) (۲/۳۸ Gb)، وو و همکاران (۲۴) (Gb) (۲/۰۱) و فیتاک و همکاران (۸) (۲/۰۶ Gb) بود. اندازه ژنوم نمونه پنج

جدول ۱- آماره‌های مربوط به گردآوری از نو ژنوم شترهای دوکوهانه ایرانی

Table 1- Summary of the Iranian Bactrian camels' genome assembly

نمونه شش	نمونه پنج	نمونه چهار	نمونه سه	نمونه دو	نمونه یک	کانتینگ‌ها
Sample six	Sample five	Sample four	Sample three	Sample two	Sample one	Contigs
49043	51746	34156	21927	39174	19123	طول N50
						N50 length (bp)
12109	12972	1408	6885	18512	103359	میانگین طول کانتینگ
						Average contig length (bp)
1.94	1.94	1.96	1.97	1.92	1.90	اندازه ژنوم
						Genome size (Gb)

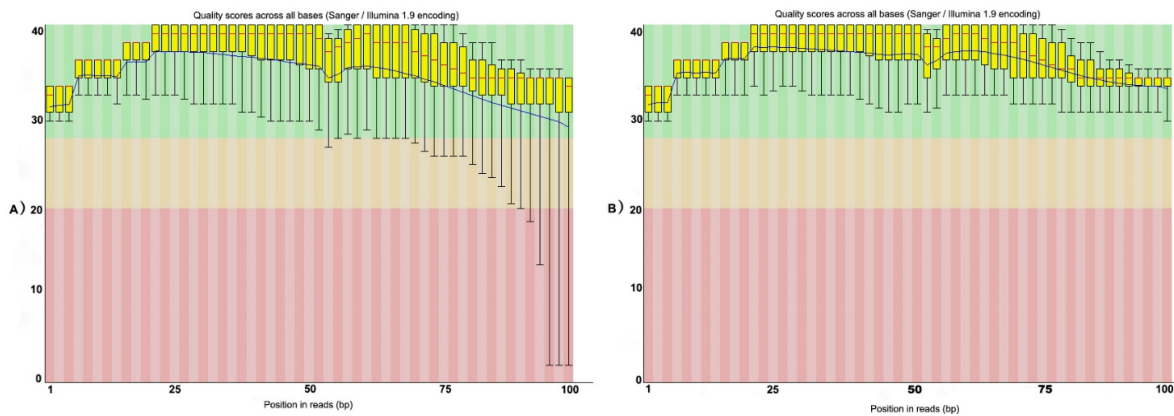
جدول ۲- نتایج شناسایی توالی‌های ریزماهورای در شترهای دوکوهانه ایرانی و هفت گونه پستاندار دیگر

Table 2- Results of the identification of SSRs in Iranian Bactrian camels and seven other mammal species

مجموع	هشت	هفت	شش	پنج	چهار	سه	دو	یک	گونه
Total (bp)	Okta	Hepta	Hexa	Penta	Tetra	Tri	Di	Mono	Species
9117944	59368	97839	111366	329445	781068	638283	3429832	3670743	تک کوهانه یزدی
									Yazdi dromedary (YaD)
9095980	58208	97790	110706	325930	778964	636564	3417918	3669900	تک کوهانه طرودی
									Trodi dromedary (TrD)
10775950	89456	97986	129516	401970	1390196	685755	3859778	4121293	تک کوهانه عربی
									Arabian dromedary
10320464	92632	99785	125718	366725	1147212	615105	3791158	4082129	شتر دوکوهانه
									Bactrian camel
8591882	72032	152278	123546	348420	1100084	627525	4102030	2065967	آلپاکا
									Alpaca
13918210	26576	94374	54444	1537845	254296	2046501	4858676	5045498	گاو
									Cattle
13498261	57312	78764	62922	1589625	392980	1770183	4889182	4657293	گوسفند
									Sheep
7809695	37848	64001	47934	180225	532720	577437	3025388	3344142	اسب
									Horse
25765762	149072	304525	291282	1439420	3001280	1537530	6754988	12287665	انسان
									Human
3130515	21112	34503	40746	108770	275028	215199	1145018	1290139	نمونه یک
									Sample one
2359357	17288	29225	30432	85655	209280	169170	866386	951921	نمونه دو
									Sample two
9267013	61008	97286	112908	328280	827776	633267	3384294	3822194	نمونه سه
									Sample three
7100617	46984	78624	89394	252680	624620	495441	2586926	2925948	نمونه چهار
									Sample four
8995219	59192	99225	111294	328470	775116	637404	3381812	3602706	نمونه پنج
									Sample five
8863913	57968	97370	107376	323115	752264	630276	3327558	3567986	نمونه شش
									Sample six

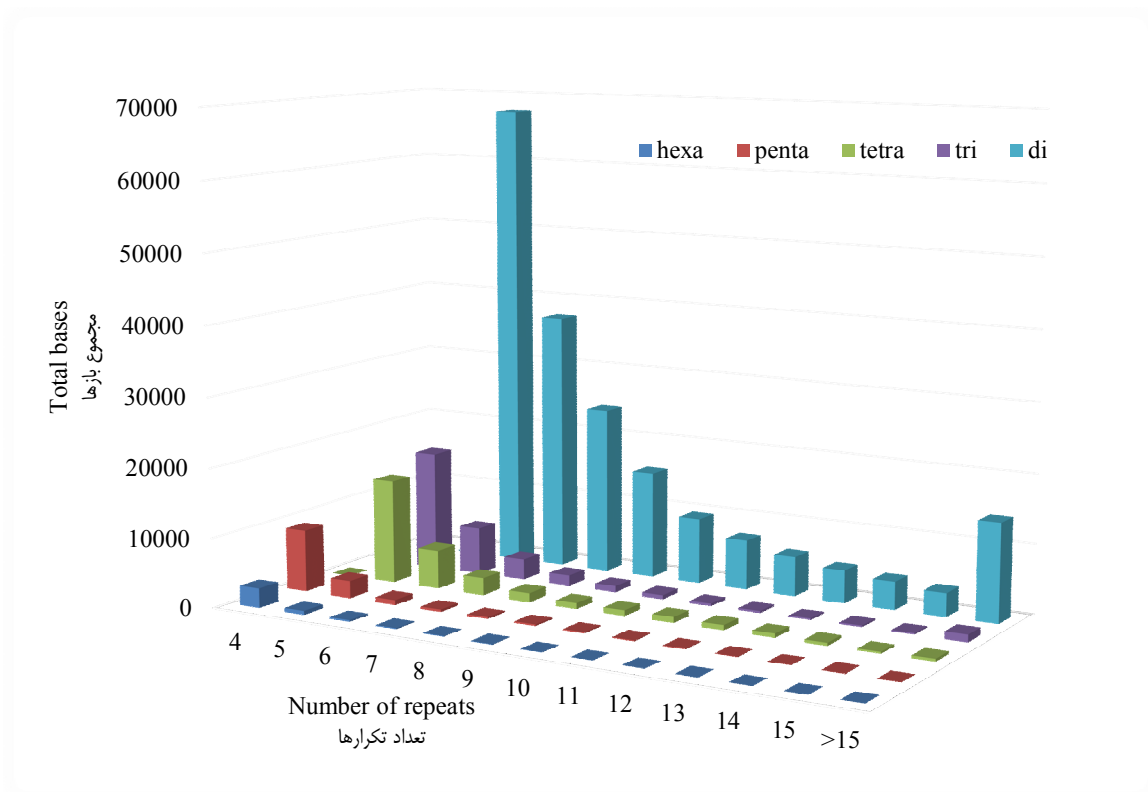
شش بازی کمترین پراکنش ریزماهورها را به خود اختصاص دادند. همچنین تعداد ریزماهورهای با واحدهای تکرار شونده بالا نسبت به ریزماهورهای با واحدهای تکرار شونده پایین، کمتر می‌باشد.

با توجه به شکل ۲، نتایج نشان می‌دهد که پراکنش ریزماهورها با افزایش اندازه تعداد توالی‌ها کاهش می‌یابد به طوری که توالی‌های یک و دو بازی بیشترین فراوانی را دارند. در حالی که توالی‌های پنج و



شکل ۱- کیفیت خوانش‌های مربوط به یکی از شترهای دوکوهانه ایرانی قبل (A) و بعد (B) از پالایش کیفی

Figure 1- Quality of reads related to one of the Iranian Bactrian camels before (A) and after (B) of quality trimming



شکل ۲- پراکنش ریزماهوره‌های با اندازه مختلف در سطح ژنوم شترهای دوکوهانه ایرانی

Figure 2- Distribution of different SSR motifs in Iranian Bactrian camel's genome

دوکوهانه، گاو، گوسفند، اسب و انسان فراوان‌ترین موتیف است. در نمونه‌های دو، سه، چهار، پنج، تک‌کوهانه غیر ایرانی و آلیاکا فراوان‌ترین موتیف، A می‌باشد. در تمام نمونه‌ها به جز گاو، گوسفند و اسب AC فراوان‌ترین موتیف دو بازی است و TG در سه گونه ذکر

جدول ۳، ده ریزماهوره با بیشترین تکرار در هفت گونه را نشان می‌دهد. بیش از ۷۴ درصد ریزماهوره‌های شناسایی شده به ده ریزماهوره با تکرار بالا در همه هفت گونه مربوط می‌باشد. موتیف T در نمونه شترهای دوکوهانه یک و شش، شترهای تک‌کوهانه ایرانی،

در A/T، در دو بازی‌ها AC/GT، در سه بازی‌ها AAT/ATT، در چهار بازی‌ها AAAC/GTTT، در پنج بازی‌ها AAAAC/GTTTT، در شش بازی‌ها AAAAAAC/GTTTTT و در هشت بازی‌ها AAAAAAAC/GTTTTTT بررسی الگوهای مختلف ریزماهورها در گونه‌های مختلف می‌تواند در بحث تکامل و مدیریت تنوع ژنتیکی این گونه‌ها کمک کننده باشد.

شده و در میان دو بازی‌ها، رتبه اول را دارا می‌باشد. در نمونه شماره دو موتیف C جزو ده ریزماهور با بالاترین تکرار است که در هیچ کدام از گونه‌های دیگر مشاهده نمی‌شود. در ژنوم گاو و گوسفند به ترتیب دو ریزماهور سه بازی AGC، TGC و یک ریزماهور سه بازی AGC و یک ریزماهور پنج بازی ACTGA در فهرست ده ریزماهور مشاهده می‌شود. بیشترین فراوانی در بین کلاس‌های مختلف ریزماهورها در تمام شش نمونه شتر دوکوهانه در تک بازی-

جدول ۳- ده توالی ریزماهورهای با بالاترین تکرار در شترهای دوکوهانه ایرانی و هفت گونه دیگر

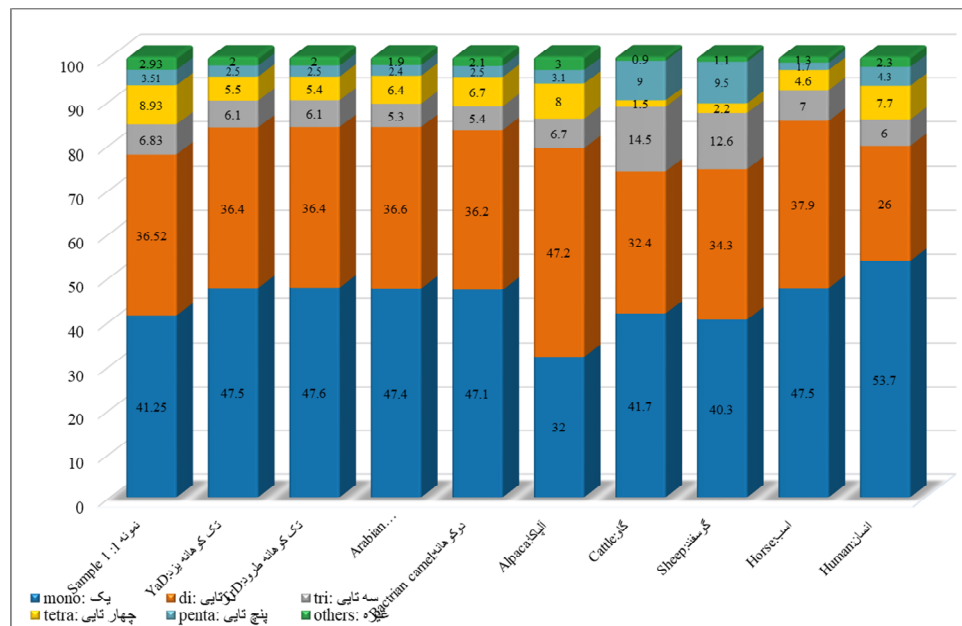
Table 3-Ten microsatellites with most frequency in Iranian Bactrian camel and other seven mammalian genome

ردیف Rank	یزدی YaD	دوکوهانه Bactria	آلپاکا Alpaca	گاو Cattle	گوسفند Sheep	اسب Horse	انسان Human	نمونه یک Sample one	نمونه دو Sample two	نمونه سه Sample three	نمونه چهار Sample four	نمونه پنج Sample five	نمونه شش Sample six
1	T	T	A	T	T	T	T	T	A	A	A	A	T
2	A	A	T	A	A	A	A	A	T	T	T	T	A
3	AC	AC	AC	TG	TG	TG	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC
4	TG	TG	TG	AC	AC	AC	TG	TG	TG	TG	TG	TG	TG
5	AT	AT	AT	AT	AT	TA	AT	GT	GT	AT	AT	AT	AT
6	TA	TA	TA	AGC	TA	CA	TA	AT	CA	TA	GT	TA	TA
7	GT	GT	GT	TA	CA	AT	GT	CA	AT	GT	CA	GT	GT
8	CA	CA	CA	CA	GT	GT	CA	TA	TA	CA	TA	CA	CA
9	TC	TC	TC	GT	AGC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC
10	AG	AG	AG	TGC	ACTGA	AG	AG	AG	C	AG	AG	AG	AG
From all (%)	78.8	79	74.9	76.1	74.2	78.5	77.3	77.8	76.6	78.5	77.9	79.1	79.2

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به دست آمده در مطالعه کنونی که مجموعه‌ای از نشانگرهای ریزماهورهای شناسایی شده در سطح ژنوم شترهای دوکوهانه ایرانی است را می‌توان برای طراحی مطالعات تنوع ژنتیکی به کار بست. شناخت سطح تنوع ژنتیکی با استفاده از مطالعات ژنومیک می‌تواند در شناخت وضعیت یک گونه و در نهایت مدیریت حفظ و نگهداری آن گونه حیوانی کمک کننده باشد. شترهای دوکوهانه ایرانی در وضعیت نامناسبی از نظر تعداد و پراکنش قرار داشته و عدم توجه به آنها می‌تواند این گونه ارزشمند حیوانی را بیش از پیش در معرض انقراض قرار دهد. لذا تجمیع اطلاعات حاصل از مطالعات به خصوص در سطح ژنوم می‌تواند منجر به طراحی برنامه‌هایی مناسب و موثر برای حفظ و نجات این گونه حیوانی در کشور شود.

شکل ۳، درصد ریزماهورهای با اندازه مختلف در یکی از ژنوم شترهای دوکوهانه به عنوان نمونه و هفت گونه دیگر را نشان می‌دهد. درصد ریزماهورها نشان می‌دهد که تقریباً در تمام گونه‌ها الگوی پراکنش ریزماهورها در توالی‌های یک و دو بازی تقریباً مشابه است. نکته جالب در مورد آلپاکا این است که علیرغم هم خانواده بودن با شترهای تک و دوکوهانه، الگوی متفاوتی از نظر تعداد ریزماهورها با اندازه مختلف را نشان داد. در گوسفند و گاو درصد ریزماهورهای سه بازی بیشتر از گونه‌های دیگر است. اما درصد ریزماهورهای چهار بازی کمتر از گونه‌های دیگر می‌باشد. به طور کلی گوسفندها و گاوها الگوی مشابهی را نشان دادند که این مورد درباره شترهای تک و دوکوهانه با هم نیز صدق می‌کرد. این تصویر در واقع می‌تواند تابلویی ابتدایی از مسیر متفاوت طی شده تکامل در گونه‌های مورد مطالعه باشد که مطالعات عملکردی ریزماهورها با اندازه‌های مختلف می‌تواند به کامل شدن این تابلو کمک کرده و اطلاعات دقیق‌تری از مسیر تکاملی در این پستانداران را در اختیار قرار دهد.



شکل ۳- درصد ریزماهوره‌های با اندازه مختلف در ژنوم شترهای دوکوهانه ایرانی و هفت پستاندار دیگر

Table 3- Distribution pattern of microsatellites in Iranian Bactrian camel and other seven mammalian genome

منابع

- 1- Abdul-Muneer, P. 2014. Application of microsatellite markers in conservation genetics and fisheries management: recent advances in population structure analysis and conservation strategies. *Genetics Research International*, 2014: 691759.
- 2- Ala-Amjad, M., H. Yeganeh, and M. Sadeghi. 2017. Study of Genetic variation in Iranian Kurdish horse using microsatellite marker. *Iranian Journal of Animal Science*, 48(3):342-335. (In Persian)
- 3- Al-Ali, A., H. Husayni, and D. A. Powe. 1988. Comprehensive biochemical analysis of the blood of the camel (*Camelus dromedarius*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 89(1): 35-37.
- 4- Ali, T. A. 1994. A Manual for the Primary Animal Health Care Worker. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- 5- Beier, S., T. Thiel, T. Münch, U. Scholz, and M. Mascher. 2017. MISA-web: a web server for microsatellite prediction. *Bioinformatics*, 33(16):2583-2585.
- 6- Bolger A. M., M. Lohse, and B. Usadel. 2014. Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data. *Bioinformatics*, 30(15):2114-2120.
- 7- Ellegren, H. 2004. Microsatellites: simple sequences with complex evolution. *Nature Reviews Genetics*, 5(6):435-445.
- 8- Fitak, R. R., E. Mohandesan, J. Corander, and P. A. Burger. 2016. The de novo genome assembly and annotation of a female domestic dromedary of North African origin. *Molecular Ecology Resources*, 16(1):314-324.
- 9- Gemayel, R., J. Cho, S. Boeynaems, and K. J. Verstrepen. 2012. Beyond Junk-Variable Tandem repeats as facilitators of rapid evolution of regulatory and coding sequences. *Genes*, 3(3):461-480.
- 10- Guang-Xin, E., Q. H. Hong, Y. J. Zhao, Y. H. Ma, M. X. Chu, L. Zhu, and Y. F. Huang. 2019. Genetic diversity estimation of Yunnan indigenous goat breeds using microsatellite markers. *Ecology and Evolution*, 9(10): 5916.
- 11- Hampton, J. O., P. B. S. Spencer, D. L. Alpers, L. E. Twigg, A. P. Woolnough, J. Doust, T. Higgs, and J. Pluske. 2004. Molecular techniques, wildlife management and the importance of genetic population structure and dispersal: a case study with feral pigs. *Journal of Applied Ecology*, 41(4):735-743.
- 12- Huson, K. M., W. Haresign, M. Hegarty, T. Blackmore, C. Potter, and N. McEwan. 2015. Assessment of genetic relationship between six populations of Welsh Mountain sheep using microsatellite markers. *Czech Journal of Animal Science*, 60(5): 216-223.
- 13- Ingram, D. L., and L. E. Mount. 1975. *Man and Animals in Hot Environments*. Springer Science & Business Media.
- 14- Jirimutu, Z. W., G. Ding, G. Chen, Y. Sun, Z. Sun, H. Zhang, L. Wang, S. Hasi, Y. Zhang, J. Li, and Y. Shi. 2012.

- Genome sequences of wild and domestic Bactrian camels. *Nature Communications*, 3: 1202.
- 15- Katti, M. V., P. K. Ranjekar, and V. S. Gupta. 2001. Differential distribution of simple sequence repeats in eukaryotic genome sequences. *Molecular Biology and Evolution*, 18(7):1161–1167.
- 16- Khalkhali-Evrigh, R., S. H. Hafezian, N. Hedayat-Evrigh, A. Farhadi, and M. R. Bakhtiarizadeh. 2019. Genome-Wide Identification of Microsatellites and Transposable Elements in the Dromedary Camel Genome Using Whole-Genome Sequencing Data. *Frontiers in Genetics*, 10(2019):692.
- 17- Kelkar, Y. D., N. Strubczewski, S. E. Hile, F. Chiaromonte, K. A. Eckert, and K. D. Makova. 2010. What is a microsatellite: a computational and experimental definition based upon repeat mutational behavior at A / T and GT / AC repeats. *Genome Biology and Evolution*, 2: 620–635.
- 18- Leclercq, S., E. Rivals, and P. Jarne. 2010. DNA slippage occurs at microsatellite loci without minimal threshold length in humans: a comparative genomic approach. *Genome Biology Evolution*, 2:325–335.
- 19- Schmidt-Nielsen, K. 1959. The physiology of the camel. *Scientific American*, 201: 140–151.
- 20- Schmidt-Nielsen, K. 1964. *Desert Animals. Physiological Problems of Heat and Water*. Oxford University Press.
- 21- Subramanian, S., R. K. Mishra, and L. Singh. 2003. Genome-wide analysis of microsatellite repeats in humans: their abundance and density in specific genomic regions. *Genome Biology*, 4(2): 1-10.
- 22- Sun, W., C. Lei, X. Lei, and Y. Zhang. 2008. Genetic variation in eight Chinese cattle breeds based on the analysis of microsatellite markers. *Genetics Selection Evolution*, 40(6): 1-12.
- 23- Toth, G., Z. Gáspári, and J. Jurka. 2000. Microsatellites in different eukaryotic genomes: survey and analysis. *Genome Research*, 10(7):967–981.
- 24- Wu, H., X. Guang, M. B. Al-Fageeh, J. Cao, S. Pan, H. Zhou, L. Zhang, M. H. Abutarboush, Y. Xing, and A. S. Alsharqeti. 2014. Camelid genomes reveal evolution and adaptation to desert environments. *Nature Communications*, 5: 5188.



Identification of total microsatellites in the genome of Iranian Bactrian camels using whole genome sequencing data

N. Zare¹, N. Hedayat Evrigh^{2*}, R. Seyedsharifi², R. Khalkhali Evrigh³, A. Boustan²

Submitted: 14-10-2020

Accepted: 26-02-2020

Introduction Bactrian camels are known as one of the resistant species to harsh environmental conditions. The camel's body temperature may vary from 34 to 41 °C throughout the day. They can survive if they lose body water greater than 25% of total body weight, while, in non-desert mammals, losses of greater than 15% are deadly. Since, Iran is located in one of the most arid regions of the world and water resources shortage, also special capabilities of camels, this species can be a valuable source of protein in the country. The study of genetic diversity is one of the most widely studies in domestic animals and microsatellites are widely used in this field. Microsatellite sequences contain useful information and are widely used to assess genetic diversity within and between populations, as well as to investigate the evolution process between species. The main aim of the present study was to identify the total microsatellites in the genome of Iranian Bactrian camels using whole genome sequencing data and compare them with other mammals.

Materials and Methods This study was carried out to identify genome wide microsatellites on six Bactrian camels from Ardabil province. Blood samples were collected from the jugular vein using 4 ml vacutainer tubes and stored at -20°C until use. Illumina HiSeq 2000 technology (Illumina, USA) was used for whole genome sequencing of samples. Sequencing was performed using the paired-end method with 100 bp at both ends of the reads. The quality control of raw sequence reads was performed using FastQC software. The SLIDINGWINDOW (4:20) algorithm of Trimmomatic v0.36 program was used to quality filter of raw reads. After filtration of reads with low quality, reads shorter than 40 bp were discarded. The *de novo* assembly of trimmed reads from Bactrian camels was done using CLC Genomics Workbench 11 software (CLC Bio, Aarhus, Denmark). The parameters used in this study for *de novo* assembly of trimmed reads were: 3 for mismatch cost, 3 for deletion and insertion cost, 0.5 for length fraction, and 0.8 for similarity fraction. Assembled genomes were searched for identifying the microsatellites using MISA with motif size ranging from mono-nucleotide to octo-nucleotide. The minimum repeat numbers were defined as 12 for mono-, 6 for di-, 5 for tri- and tetra, 4 for penta- and hexa-, and 3 for hepta- and octo-nucleotide repeat SSRs. Microsatellite motifs that interrupted by 100 nucleotides were considered as compound microsatellites. Also, several mammals assembled genomes were downloaded and searched for microsatellite loci, including Arabian dromedary camel, Bactrian camel, alpaca, horse, cattle, sheep, and human.

Results and Discussion The assembled genome size for the Bactrian camels were ranged from 1.90 for sample one to 1.97 for sample three. Also, the N50 length for the assembled contigs of Iranian Bactrian camels were ranged from 19.1 kb for sample one to 51.5 kb for sample five. The contig N50 length is one of the qualitative measurement parameters of genome assembly and a larger size means better assembly. The total microsatellites loci identified for Iranian Bactrian camels ranged from 136028 for sample two to 539555 for sample three. The results show that the

1-Graduated in Genetics and Animal Breeding, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resource, University of Mohaghegh Ardabili.

2- Associate Professor of Genetics and Animal Breeding, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resource, University of Mohaghegh Ardabili.

3- Genetics and animal breeding, PhD. University of Mohaghegh Ardabili.

(* Corresponding author: Email: nhedayat@uma.ac.ir)

Doi:10.22067/ijasr.v13i1.85088

genome of samples one, two, three, four, five and six contained 3.13 Mb, 2.35 Mb, 9.26 Mb, 7.1 Mb, 8.99 Mb and 8.86 Mb microsatellites, respectively. It should be noted that the difference in the microsatellites of SSRs in the Iranian Bactrian camel genomes is due to their different qualities in assembly. In mammals examined in this study, humans with 25.7 Mb and horses with 7.81 Mb had the highest and lowest total size of microsatellites, respectively. The results revealed that the number of microsatellites decreases with increasing in them, repeats, so that, one and two repeats sequences are the most frequent motifs. More than 74% of the identified microsatellites belong to the ten microsatellites with the highest number in all seven species. The motif T is the most frequent motif in the samples one and six Iranian Bactrian camels, Iranian dromedary camels, Bactrian camel, cattle, sheep, horses and humans. In samples two, three, four, five, the non-Iranian dromedary camel and alpaca motif A is the most abundant motif. The finding of this study will be applied as a valuable resource for further studies on camel breeding, especially on Iranian Bactrian camels. A large number of camel's SSR markers developed in this study established a valuable resource for the investigation of genetic diversity and may improve the development of breeding programs in Iranian Bactrian camels in the future.

Keywords: Bactrian camel, Iran, Microsatellite, Whole genome sequencing.

Contents

Ruminant Nutrition

- Replacement of part of diet hay with leaf of jujube tree and its effect on digestibility, some parameters of blood and fermentation of rumen in lambs of Baluchi** 11
H. Hassan Pour Taghi Abad, M. Bashtani and M. R. Asghari
- The effect of diets containing dried or ensiled *Conocarpus* leaves on nutrients digestibility and growth performance of finishing lambs** 26
F. Hoseini Asle and Morteza Chaji
- The Effect of essential oil from *Carum copticum* L on feed intake and metabolic response of Mahabadi goats in early lactation period** 40
N. Bahrami, Y. A. Alijoo, R. Pirmohammadi and B. Asadnezad
- Physical and chemical properties, gas fermentation parameters, starch digestibility and starch granules structure in Iranian corn grain Single cross 702 in comparison with different kind of imported corn grain** 63
A. Rahimi, A.A. Naserian, R. Valizadeh, A. Tahmasebi and H. Dehghani
- Evaluation of vitamin C supplementation on growth performance and antioxidant activity of Holstein suckling calves** 74
S. Seifzadeh, J. Seifdavati, H. Abdi Benemar, A. Zeidan Mohammad Salem and R. Seyed Sharifi
- The effect of harvesting time (morning vs. afternoon) on the chemical composition and nutritional value of sun-drying alfalfa, clover and barley forages** 89
S. shokripor, J. Bayatkouhsar, F. Ghanbari and R. rahchamani
- Determination of chemical composition, gas production parameters and digestibility of leaves from several tree species (with and without polyethylene glycol) used in livestock feeding** 106
R. Shahraki, J. Bayat Kouhsar, F. Ghanbari and A. Daneshvar
- Effect of Different Levels of Egg Shell Powder on Gas Production, Fermentation Parameters and Digestibility of Aflatoxin B₁ Contaminated Diet *in vitro*** 120
R. Safari, Z. Nemati and M. R. Sheikhlou

Poultry Nutrition

- Substitution of Roasted Whole Soybeans for Soybean Meal in Male Broiler Chicken Diets: Impact on Growth Performance, Carcass Traits and Blood Metabolites** 134
M. Mihandoust, A. Hassanabadi, H. Nassiri Moghaddam and A. Golian
- Effect of Phytogenic Additive (*XTRACT 6930*) on Performance, Egg Quality and Some Physiological Parameters of Laying Hens** 148
M. Shahitavi, S. Salari, M. Ghorbani and A. Aghayi

Genetic and Breeding

- Identification of total microsatellites in the genome of Iranian Bactrian camels using whole genome sequencing data** 159
N. Zare, N. Hedayat Evrigh, R. seyedsharifi, R. Khalkhali Evrigh and A. Boustan

« Scientific Journal »
Iranian Journal of Animal Science Research

Vol. 13

No. 1

Spring 2021

Publisher: Ferdowsi University of Mashhad (F.U.M.)

Responsible Manager: H. Nassiri Moghaddam (Prof.)

Editor-in-Chief: R. Valizadeh (Prof.)

Editorial Board:

R. Valizadeh	Ruminant Nutrition	(Prof.)	(F.U.M.)
M. Danesh Mesgaran	Ruminant Nutrition	(Prof.)	(F.U.M.)
G.R. Ghorbani	Ruminant Nutrition	(Prof.)	Esfahan Technology University
S.M. Tabatabaee	Ruminant Nutrition	(Prof.)	Bo Ali-Sina University of Hamedan
M. Chaji	Ruminant Nutrition	(Asso. Prof.)	Agricultural Science and Natural Resources University Of Khuzestan
H. Nassiri-Moghaddam	Poultry Nutrition	(Prof.)	(F.U.M.)
A. Golian	Poultry Nutrition	(Prof.)	(F.U.M.)
J. Pour-Reza	Poultry Nutrition	(Prof.)	Esfahan Technology University
F. Boldaji	Poultry Nutrition	(Prof.)	Gorgan Agricultural and Natural Resources University
A. Hassanabadi	Poultry Nutrition	(Prof.)	(F.U.M.)
B. Dastar	Poultry Nutrition	(Prof.)	Gorgan Agricultural and Natural Resources University
J. Zamiri	Animal Physiology	(Prof.)	Shiraz University
N. Pirani	Genetics & breeding	(Asso. Prof.)	Shahre kord University
M.R. Nassiri	Genetics & breeding	(Prof.)	(F.U.M.)
M. Tahmoorepour	Genetics & breeding	(Prof.)	(F.U.M.)
S. Zerehdaran	Genetics & breeding	(Prof.)	(F.U.M.)
M. Sargolzaei	Genetics	(Asso. Prof.)	University of Guelph, Canada

Printed by: Ferdowsi University of Mashhad, Press.

Address: P.O. Box 91775-1163, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

Phone: +98-51-38804656

Fax: +98-51-38787430

E-Mail: ijasr@ferdowsi.um.ac.ir

Web Site: <https://ijasr.um.ac.ir>