نشریه علمی
پژوهشهای علوم دامی ایران

جلد ۱۲ شماره ۴
سال ۱۳۹۹

(شماره پیاپی: ٤٤)

شاپا: ۳۱۰۶-۲۰۰۸

Ferdowsi University of Mashhad

Iranian Journal of Animal Science Research

Vol. 12 No. 4
2021

ISSN:2008-3106

عنوان مقالات

تغذیه نشخوارکنندگان

تاثیر استفاده از مکمل‌های پروبیوتیکی و پری‌بیوتیکی بر عملکرد رشد، شاخص‌های خونی و رشد اسکلتی بره‌های نر بلوچی ٤١١
مسعود دیدارخواه و موسی وطن دوست

تأثیر کنجاله کنجد بر الگوی اسیدهای چرب گوشت و قابلیت هضم در بره‌های نژاد بلوچی ٤٢٣
سهیلا شبخوان شوکت آباد، مسلم باشتنی و سید همایون فرهنگ فر

فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی جیره‌های حاوی سطوح مختلف تفاله نعناع و تفاله کاسنی ٤٣٧
نسیم بیابانی، فرشید فتاح نیا، گلناز تاسلی، مهدی بهرامی یکدانگی و حمیدرضا میرزایی الموتی

تاثیر جیره‌های گلوکوژنیک، لیپوژنیک و مخلوط آن‌ها بر عملکرد، انتخاب خوراک، تخمیر شکمبه و برخی متابولیت‌های خونی در گوساله‌های شیری هلشتاین ٤٤٩
سعید صیدالی دولت آباد، محسن ساری و غلامرضا قربانی

بررسی دقت برخی از مدل‌ها در برآورد ضرایب آزمون تولید گاز در سیلاژ ذرت ٤٦٧
خلیل زابلی، سارا کلوندی و مصطفی ملکی

تغذیه طیور

تعیین ارزش غذایی، گوارش‌پذیری مواد مغذی و انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌های حاوی دو منبع فیبر محلول و نامحلول در شترمرغ ٤٨١
سید محمد میربهبهانی، سید جواد حسینی واشان، محسن مجتهدی، سیدهمایون فرهنگ فر و سید عبدالله حسینی

اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر نسبت بازده انرژی و پروتئین و ریخت شناسی روده جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه جو ٤٩٥
زینب پورآزادی، سمیه سالاری، محمدرضا تابنده و محمدرضا عبداللهی

ارزش افزوده (ماتریکس) مکمل لیزوفسفولیپید بر انرژی قابل متابولیسم انواع چربی و مواد مغذی قابل هضم جیره ذرت - کنجاله سویا در جوجه‌های گوشتی ٥١٣
علی اکبر سالاری، ابوالقاسم گلیان و احمد حسن آبادی

تحلیل پیشران‌های کلیدی توسعه صنعت طیور با استفاده از رویکرد آینده‌نگاری ٥٢٩
مژگان عبداللهی کلورزی، سعید باقرسلیمی و علیرضا صیداوی

فیزیولوژی

تاثیر مکمل‌های ضد میکروبی بر عملکرد، مرفولوژی روده و بیان ژن‌های PepT1، PepT2 و LEAP2 در دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی ٥٤٩
سجاد حسن زاده، رضا مجیدزاده هروی و علی جوادمنش

Contents

Ruminant Nutrition

The Effect of Probiotic and Prebiotic Supplements on Growth Performance, Blood Parameters and Skeletal Growth of Baluchi Male Lambs 421
Masood Didarkhah and Moosa Vatandoost

Influence of Sesame Meal on Meat Fatty Acid Profile, and Digestibility in Fattening Lambs of Baluchi Breed 434
Soheyla shabkhan shokatabad, Moslem bashtani and Seyed homayoun farhangfar

***In vitro* Fermentation Parameters of Diets Containing Different Levels of Mint Pulp and Chicory Pulp** 447
Nasim Biabani, Farshid Fatahnia, Golnaz Taasoli, Mehdi Bahrami yekdangi and Hamid reza Mirzaie alamouti

Evaluation of Feeding Glucogenic, Lipogenic and their Mixture Diets on Performance, Ruminal Fermentation, Blood Metabolites and Preferences in Holstein Suckling Calves 464
Saeed Seidali Doolatabad, Mohsen Sari and Gholam Reza Ghorbani

The Accuracy of some Models to Estimate the Coefficients of Gas Production Test in Corn Silage 478
Khalil Zaboli, Sara Kalvandy and Mostafa Malecky

Poultry Nutrition

Determination of Nutritional Value and Nutrients Digestibility of Diets Containing Two Sources of Soluble and Insoluble Fibers in Ostrich 492
Seyyed Mohammad Mirbehbahani, Seyyed Javad Hosseini-Vashan, Mohsen Mojtahedi, Seyyed Homayon Farhangfar and Seyyed Abdullah Hosseini

The Effect of Particle Size of Different Sources of Insoluble Fiber on Energy and Protein Efficiency Ratios and Welfare Indices of Broiler Chickens Fed a Barley-Based Diet 510
Zeinab Pourazadi, Somayyeh Salari, Mohammad Reza Tabandeh and Mohammad Reza Abdollahi

Added value (matrix) of Lysophospholipids Supplementation on Metabolizable Energy of Different Fat Sources and Digestible Nutrients of Corn-Soybean Meal Diet in Broiler Chickens 527
Ali Akbar Salari, Abolghasem Golian and Ahmad Hassanabadi

Analysis the Key Proponents of Poultry Industry Development Using Forecasting Approach 547
M. Abdollahi Kalourazi , S. Baghersalimi and Alireza. Seidavi

Physiology

Effect of Antimicrobial Supplementation on Expression of Pept1, PepT2 and LEAP2 Transcripts in Gastrointestinal Tract of Broiler Chickens 562
Sajjad Hassanzadeh, Reza Majidzadeh Heravi and Ali Javadmanesh

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Iranian Journal of Animal Science Research
جلد ۱۲ شماره ۴ سال ۱۳۹۹

نشریه علمی
پژوهشهای علوم دامی ایران

با شماره پروانه ۳۶۵۵ در تاریخ ۸۷/۸/۱۹ از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی و درجه علمی-پژوهشی به شماره ۳/۳۱۴۹ در تاریخ ۸۹/۴/۳۰ از وزارت علوم تحقیقات و فناوری (از جلد ۱ سال ۱۳۸۸)

بر اساس مصوبه وزارت عتف از سال ۱۳۹۸، کلیه نشریات دارای درجه "علمی-پژوهشی" به نشریه "علمی" تغییر نام یافتند.

جلد ۱۲ شماره ۴ زمستان ۱۳۹۹

صاحب امتیاز : دانشگاه فردوسی مشهد

مدیر مسئول : دکتر حسن نصیری مقدم

سردبیر : دکتر رضا ولی زاده

اعضای هیئت تحریریه :

دکتر رضا ولی زاده	استاد تغذیه نشخوارکنندگان	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر محسن دانش مسگران	استاد تغذیه نشخوارکنندگان	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر غلامرضا قربانی	استاد تغذیه نشخوارکنندگان	دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر سید محمد مهدی طباطبایی	استاد تغذیه نشخوارکنندگان	دانشگاه بوعلی سینا همدان
دکتر مرتضی چاجی	دانشیار تغذیه نشخوارکنندگان	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
دکتر حسن نصیری مقدم	استاد تغذیه طیور	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر ابوالقاسم گلیان	استاد تغذیه طیور	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر جواد پور رضا	استاد تغذیه طیور	دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر فتح الله بلداجی	استاد تغذیه طیور	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دکتر احمد حسن آبادی	استاد تغذیه طیور	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر بهروز دستار	استاد تغذیه طیور	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دکتر جواد ضمیری	استاد فیزیولوژی حیوانی	دانشگاه شیراز
دکتر نصراله پیرانی	استاد ژنتیک و اصلاح نژاد	دانشگاه شهرکرد
دکتر محمدرضا نصیری	استاد ژنتیک و اصلاح نژاد	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر مجتبی طهمورث پور	استاد ژنتیک و اصلاح نژاد	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر سعید زره داران	استاد ژنتیک و اصلاح نژاد	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر مهدی سرگلزایی	دانشیار ژنتیک	دانشگاه گوئلف، کانادا

ناشر: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

چاپ: چاپخانه دانشگاه فردوسی مشهد

نشانی: مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، دبیرخانه نشریات علمی، دفتر نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران. صندوق پستی ۱۱۶۳- ۹۱۷۷۵

نمابر: ۰۵۱-۳۸۷۸۷۴۳۰

پست الکترونیکی: ijasr@ferdowsi.um.ac.ir

مقالات این شماره در سایت https://ijasr.um.ac.ir به صورت مقاله کامل نمایه شده است.

این نشریه در پایگاه های زیر نمایه می شود:

پایگاه استنادی جهان اسلام (ISC) پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی(SID) بانک اطلاعات نشریات کشور(MAGIRAN)

این نشریه به صورت فصلنامه (چهار شماره در سال) منتشر می‌شود

بسم الله الرحمن الرحیم

مندرجات

تغذیه نشخوارکنندگان **صفحه**

تاثیر استفاده از مکمل‌های پروبیوتیکی و پری‌بیوتیکی بر عملکرد رشد، شاخص‌های خونی و رشد اسکلتی بره‌های نر بلوچی ۴۱۱
مسعود دیدارخواه و موسی وطن دوست

تأثیر کنجاله کنجد بر الگوی اسیدهای چرب گوشت و قابلیت هضم در بره‌های نژاد بلوچی ۴۲۳
سهیلا شبخوان شوکت آباد، مسلم باشتنی و سید همایون فرهنگ فر

فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی جیره‌های حاوی سطوح مختلف تفاله نعناع و تفاله کاسنی ۴۳۷
نسیم بیابانی، فرشید فتاح نیا، گلناز تاسلی، مهدی بهرامی یکدانگی و حمیدرضا میرزایی الموتی

تأثیر جیره‌های گلوکوژنیک، لیپوژنیک و مخلوط آن‌ها بر عملکرد، انتخاب خوراک، تخمیر شکمبه و برخی متابولیت‌های خونی در گوساله‌های شیری هلشتاین ۴۴۹
سعید صیدالی دولت آباد، محسن ساری و غلامرضا قربانی

بررسی دقت برخی از مدل‌ها در برآورد ضرایب آزمون تولید گاز در سیلاژ ذرت ۴۶۷
خلیل زابلی، سارا کلوندی و مصطفی ملکی

تغذیه طیور

تعیین ارزش غذایی، گوارش‌پذیری مواد مغذی و انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌های حاوی دو منبع فیبر محلول و نامحلول در شترمرغ ۴۸۱
سید محمد میربهبهانی، سید جواد حسینی واشان، محسن مجتهدی، سیدهمایون فرهنگ فر و سید عبدالله حسینی

اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر نسبت بازده انرژی و پروتئین و ریخت شناسی روده جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه جو ۴۹۵
زینب پورآزادی، سمیه سالاری، محمدرضا تابنده و محمدرضا عبداللهی

ارزش افزوده (ماتریکس) مکمل لیزوفسفولیپید بر انرژی قابل متابولیسم انواع چربی و مواد مغذی قابل هضم جیره ذرت - کنجاله سویا در جوجه‌های گوشتی ۵۱۳
علی اکبر سالاری، ابوالقاسم گلیان و احمد حسن آبادی

تحلیل پیشران‌های کلیدی توسعه صنعت طیور با استفاده از رویکرد آینده‌نگاری ۵۲۹
مژگان عبداللهی کلورزی، سعید باقرسلیمی و علیرضا صیداوی

فیزیولوژی

تأثیر مکمل‌های ضد میکروبی بر عملکرد، مرفولوژی روده و بیان ژن‌های PepT1، PepT2 و LEAP2 در دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی ۵۴۹
سجاد حسن زاده، رضا مجیدزاده هروی و علی جوادمنش

اسامی ارزیابان جلد ۱۲ شماره ٤ (زمستان ۱۳۹۹) نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران (به ترتیب الفبا)

دکتر محمدجواد آگاه	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس
دکتر سید هادی ابراهیمی	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر فاطمه بحری بیناباج	دانشگاه گنبد کاووس
دکتر روشنک جعفری	شرکت جوانه خراسان
دکتر مجید جعفری	سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی
دکتر مرتضی چاجی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
دکتر احمد حسن آبادی	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر محسن دانشیار	دانشگاه ارومیه
دکتر محسن ساری	دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
دکتر سمیه سالاری	دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
دکتر سعید سبحانی راد	دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد
دکتر حشمت سپهری	دانشگاه پیام نور
دکتر جمال سیف دواتی	دانشگاه محقق اردبیلی
دکتر کمال شجاعیان	دانشگاه زابل
دکتر محمد قربانی	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر محمدرضا کهنسال	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر محسن مجتهدی	دانشگاه بیرجند
دکتر فرید مسلمی پور	دانشگاه گنبد کاووس
دکتر فرزاد میرزایی آقجه قشلاق	دانشگاه محقق اردبیلی
دکتر مریم نصرتی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دکتر علی نوبخت	دانشگاه آزاد اسلامی- واحد مراغه
دکتر محمد نوروزی ابدال آبادی	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
دکتر بهمن نویدشاد	دانشگاه محقق اردبیلی

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 گردهمائی‌های علمی یا چاپ بصورت چکیده در مجلات علمی بلامانع است. **توجه به شیوه نامه ذیل کاملا ضروری است:**

- ✓ مقاله‌ای که بر اساس دستورالعمل نشریه تهیه نشده باشد، در جلسه هیئت تحریریه مطرح نمی‌شود.
- ✓ مقاله‌ها 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 می‌گردد. نویسنده مسئول باید اصلاحات خواسته شده را ظرف مدت ۳ روز با نرم افزارMicrosoft 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 نمی‌باشد.
- ✓ عدم رعایت شیوه نامه فوق موجب تأخیر در پذیرش و رفت و برگشت‌های مکرر و زمان‌بر 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 وPDF 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@fum.ac 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 نویسنده (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، ویرگول و ... به درستی استفاده شود.
- ✓ رعایت نیم فاصله در کلمات ترکیبی و جمع مانند اندازه‌گیری، شده‌اند، می‌شود، می‌توان، نکته‌ها و ... ضروری است.
- ✓ معادله‌ها در متن مقاله باید به ترتیب از ابتدا تا انتها شماره‌گذاری شوند.
- ✓ واحدهای مورد استفاده در متن مقاله باید بر اساس سیستم بین‌المللی متریک (SI) باشد.
- ✓ تعداد پاورقی ها به حداقل برسد و شماره پاورقی‌ها 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 وچکیده 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 واژه‌های 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 ($P<۰/۰۵$) 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.

٤- 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.

٥- 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. درصورت لزوم جهت معرفی تیمارها و یا روشهای خاص آزمایش می توان از جدول یا شکل استفاده کرد.

٦- 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.

٦-۱- نحوه تهیه جدول ها و شکل ها

٦-۱-۱- جدول

- ✓ **الگوی جدول باید دقیقا 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 Ruman 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 علامت های عددی در بالا و سمت راست جمله ها، 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 نویس ها را در آن بنویسید تا خطوط شروع جدول و زیر نویس همراستا باشند.
- ✓ توضیحات زیرنویس درصورتی که به زبان فارسی است، راست چین و درصورتی 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-productsin dietaryon plasma metabolites (mg/dl)

متابولیتهای پلاسما 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
نیتروژن اوره ای خون BUN (%)[2]	10.0	10.0	10.0	10.0	0.002	0.002	0.002
آسپارتات 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

میانگین های 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).

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

[2]Blood urea nitrogen

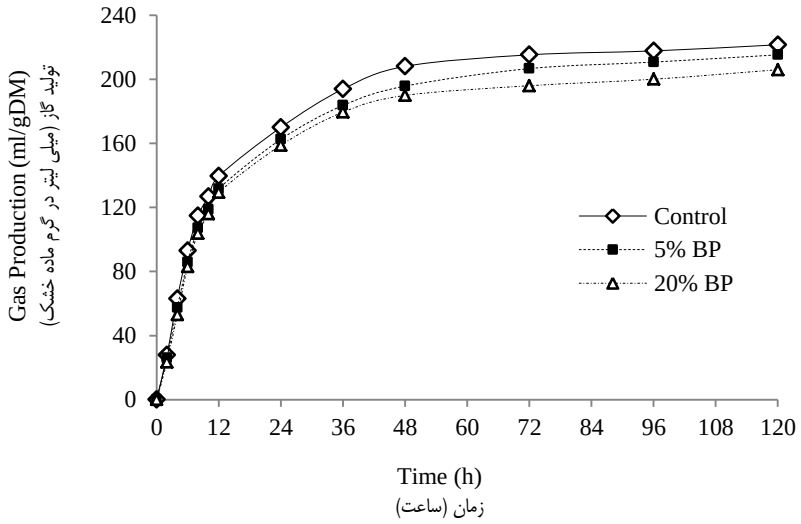
[3]Aspartate Aminotransferase

[4]Alanine Aminotransferase

[5]Low density lipoprotein

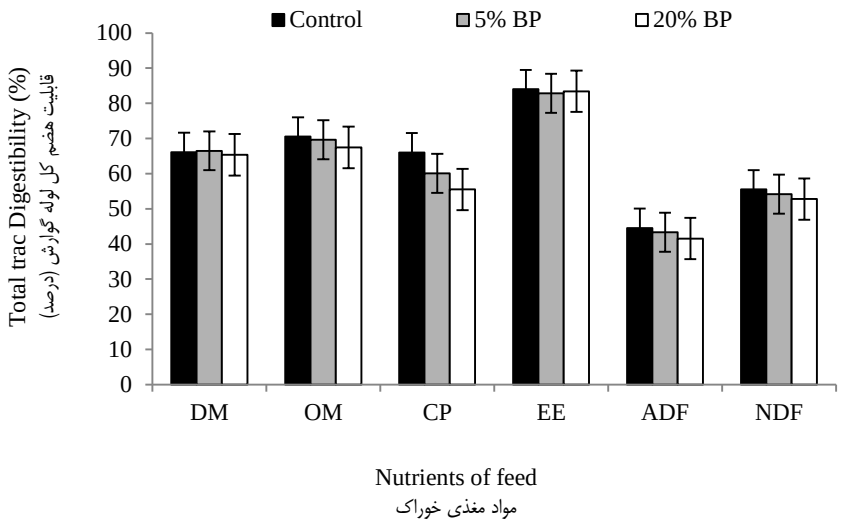
۶-۱-۲- شکل

- ✓ **الگوی شکل باید دقیقا 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 Ruman 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 می توان 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-productsin 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-productsin 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 بـر آمـده از تحقیـق بـرای 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 نویسـنده (گـان) در کلیـه 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. درصورتی که یک جملـه 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، ٤، ۱۸). خبیری 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 نظـر باشـد. فهرسـت منـابع بـه ترتیـب حـروف الفبـای نـام خـانوادگی نویسنده(گان) مقاله مرتب و شماره‌گذاری شود. وقتی از چند اثر مختلف یک نویسنده استفاده می‌شود، ترتیب شماره‌گذاری این مقاله‌ها بـر حسب سال انتشار آنها (از قدیم به جدید) انجام گیرد **(توجه شود که تمام منابع فارسی و انگلیسی مورد استفاده در قسـمت منابع باید به انگلیسی نوشته شوند. سال‌های شمسی به میلادی تبدیل شوند. در برگردان اسامی افـراد اطمینـان حاصل شود که املاء آن‌ها و سال انتشار درست باشد. ضروری است در انتهای منـابع فارسـی کـه بـه انگلیسـی 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 distinfections published since 1980. Pages 82-92 in Natl. Mastitis Council Regional Meeting proceeding, Harrisburg, PA. Natl. Mastitis counc, Inc., Madison. WI.

۹-۱-٤- 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.**

۱۰- چکیده انگلیسی

بر اساس رویکرد دانشگاه فردوسی مشهد مبنی بر لزوم توجه به نظام‌های رتبه‌بندی و علم سنجی 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*.

Introduction Text type here. Text type here.Text type here.Text type here.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 411-422

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۲۲-۴۱۱

مقاله علمی- پژوهشی

تاثیر استفاده از مکمل‌های پروبیوتیکی و پری‌بیوتیکی بر عملکرد رشد، شاخص‌های خونی و رشد اسکلتی بره‌های نر بلوچی

مسعود دیدارخواه[1*]- موسی وطن دوست[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۹

چکیده

اثر مصرف مکمل‌های پروبیوتیکی و پری‌بیوتیکی بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و اسیدهای چرب فرار شکمبه با استفاده از ۴۰ راس بره نر بلوچی با میانگین سنی ۱۲ تا ۱۴ ماهه و وزن اولیه ۱/۵ ± ۳۰ کیلوگرم در قالب طرح کاملا" تصادفی با چهار تیمار و ۱۰ تکرار به مدت ۹۰ روز مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل گروه شاهد (جیره پایه)، گروه پروبیوتیک (جیره پایه + ۰/۵گرم پروبیوتیک به ازای هر راس در روز)، گروه پری بیوتیک (جیره پایه + دو گرم پری‌بیوتیک به ازای هر راس در روز) و گروه سین بیوتیک (جیره پایه + ۰/۵ گرم پروبیوتیک + دو گرم پری‌بیوتیک به ازای هر راس در روز) بود. مقدار خوراک مصرفی هر دام بصورت روزانه و افزایش وزن در کل دوره محاسبه و ثبت شد. به منظور تعیین غلظت برخی از فراسنجه‌های خونی، در هفته پایانی از سیاهرگ گردنی وداج خون‌گیری به عمل آمد. نمونه‌گیری از مایع شکمبه چهار ساعت پس از خوراک‌دهی صبحگاهی با استفاده از سوند مری در روز نودم آزمایش انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف پروبیوتیک اثر معنی‌داری بر فاکتورهای عملکردی بره‌های نر بلوچی شامل وزن نهایی، افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و بازده غذایی نداشت. غلظت گلوکز پلاسما با افزایش مقدار پروبیوتیک در جیره‌ها افزایش پیدا کرد و اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) با گروه شاهد داشت، اما این اختلاف بین جیره‌های دارای مکمل پروبیوتیک و جیره دارای مکمل پری‌بیوتیک معنی‌دار نبود. غلظت استات و پروپیونات شکمبه‌ای گوسفندانی که مکمل پروبیوتیک و مکمل پری‌بیوتیک مصرف کرده بودند، نسبت به گروه شاهد بیشتر بود (P<۰/۰۵). در این تحقیق با توجه به اسیدهای چرب فرار تولید شده، مصرف مکمل‌های پروبیوتیکی و پری‌بیوتیکی باعث بهبود تخمیر شکمبه‌ای شد، ولی اثر معنی‌داری بر عملکرد و شاخص‌های رشد اسکلتی در بره‌های نر بلوچی نداشت.

واژه‌های کلیدی: بره نر بلوچی، پروبیوتیک، پری‌بیوتیک، سین‌بیوتیک، فراسنجه‌های خونی

مقدمه

یکی از راه‌کارهای افزایش عملکرد دام‌های نشخوارکننده، استفاده از افزودنی‌ها از جمله پروبیوتیک و پری‌بیوتیک در جیره است (۱۳). از اثرات مهم این ترکیبات، تغییر جمعیت میکروبی شکمبه است که موجب افزایش بازدهی استفاده از ترکیبات آلی در شکمبه می‌شود (۱۶). پروبیوتیک‌ها را می‌توان یکی از دستاوردهای محققین دانست که با الهام ازشرایط طبیعی میکروارگانیسم‌ها در دستگاه گوارش و تعادل موجود در طبیعت تهیه شده و به عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک‌ها و مواد محرک رشد در تغذیه نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲ و ۲۰). از مهمترین ویژگی پروبیوتیک‌ها آن است که ضمن کاهش میکروب‌های بیماری‌زا در دستگاه گوارش و بهبود ضریب تبدیل غذایی در حیوان، باقی مانده بافتی نداشته و بر خلاف آنتی‌بیوتیک‌ها مقاومت میکروبی ایجاد نمی‌کند. در حال حاضر پروبیوتیک‌ها نه تنها به عنوان محرک رشد، بلکه برای تحریک دستگاه ایمنی و پیشگیری از ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها بکار گرفته می‌شوند (۱، ۱۳ و ۲۲).

این ترکیبات با افزایش جمعیت میکروارگانیسمهای مفید و استقرار آنها سبب ممانعت از بروز اسهال و افزایش وزن زنده در گوساله‌ها و

۱- استادیار آموزشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
(*- ایمیل نویسنده مسئول: masooddidarkhah@birjand.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.75166

بره‌ها شده و نیز با توسعه میکروفلورای شکمبه شرایط برای افـزایش مصرف خوراک و توسعه شکمبه را فراهم کرده و زمان از شـیرگیری را سرعت می بخشند (۱، ۳۲ و ۳۳).

پروبیوتیـک‌هـا ی باکتریـایی عمـدتاً شـامل *لاکتوباسـیلوس اسیدوفیلوس*[1]، *بیفیدوباکتریوم*[2]، *انتروکوکوس فاسیوم*[3]، *لاکتوباسیلوس کازیی*[4] و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس*[5] می‌باشـند. اثـرات اسـتفاده از پروبیوتیک باکتریایی بر عملکرد، وضعیت سلامت، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای متفاوت گزارش شده است. تفاوت در نتایج مـی‌توانـد بـه دلیل نوع پروبیوتیک مصرفی، نوع خوراک مصرفی، سـطح مـدیریت، نحوه مصرف پروبیوتیک و شرایط محیطی باشد (۱۵ و ۴).

پری‌بیوتیکها مکمل‌های غذایی غیرقابل هضمی هستند که هم از طریق پیوند با عوامل بیماریزا و هم از طریق افزایش فشار اسمزی در مجرای روده فعالیت می کنند اما اثر اصلی آنها به صورت غیرمستقیم از طریق متابولیت‌هایی است که بـا اسـتفاده فلـور میکروبـی از پـری بیوتیکها تولید می‌شوند (۵).

استفاده از پروبیوتیک‌ها بطور بـالقوه مـی‌توانـد موجـب بهبـود عملکرد رشد (۱۰ و ۱۸) در تک‌معـده‌ای‌هـا، حفـظ تعـادل میکروبـی دستگاه گـوارش در نشـخوارکنندگان (۱۱ و ۲۶) و افـزایش عملکـرد سیستم ایمنی (۲۲ و ۲۳) سایر دامها شود. نتایج پژوهش‌های مختلف درمورد اثر مصرف ساکارومایسس سروسیسه به عنوان پروبیوتیک در جیره غذائی نشخوارکنندگان نشان داده که ایـن مخمـر بـا مصـرف اکسـیژن موجـود در شـکمبه، محـیط مناسـبی را بـرای فعالیـت میکروارگانیسم‌های بی هوازی فراهم نموده و موجب بهبود رشد ایـن گروه از میکروارگانیسم‌ها می‌شوند (۷).

امروزه استفاده از پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها در دام‌ها متداول شده است ولی بدلیل وجود نتایج متغیر در تحقیقات مختلف، نیازمنـد مطالعات بیشتر می‌باشد. هدف از اجرای ایـن پـژوهش تعیـین اثـرات استفاده از مکمل‌های پروبیـوتیکی و پـری‌بیـوتیکی بـر فاکتورهـای عملکردی، فراسنجه‌های خونی و شاخص‌های اسکلتی بـره‌هـای نـر بلوچی بود.

1- *Lactobacillus acidophilus*
2- *Bifidobacterium*
3- *Enterococcus faecium*
4- *Lactobacillus casio*
5- *Lactobacillus bulgaricus*

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بخش پرورش گوسفند، شـرکت سـهامی زراعـی نیل‌شهر در شهرستان تربت‌جام در فصل پاییز و به مدت ۹۰ روز انجام شـد. تیمارهـای آزمایشـی شـامل: گـروه شـاهد(جیره پایـه)، گـروه پروبیوتیک (جیره پایه + ۰/۵گرم پروبیوتیک به ازای هر راس در روز)، گروه پری بیوتیک (جیره پایه + دو گرم پری‌بیوتیک به ازای هر راس در روز) و گروه سین بیوتیک (جیره پایه + ۰/۵ گرم پروبیوتیک + دو گرم پری‌بیوتیک به ازای هر راس در روز) بود که درقالب طرح کاملاً تصادفی بر روی ۴۰ راس بره نر بلوچی بـا چهـار تیمـار و ۱۰ تکـرار (میانگین وزن اولیه بره‌ها ۱/۵ ± ۳۰ کیلوگرم) انجـام شـد. در طـول دوره آزمایش بره‌ها در جایگاه‌های انفرادی نگهـداری شـدند. مقـادیر مصرف پروبیوتیک و پری‌بیوتیک برابر دستورالعمل کارخانـه سـازنده انتخاب شد. جیره‌های مورد آزمایش حاوی جیره پایه و با نسبت های متفاوت پروبیوتیک و پری‌بیوتیک (جدول ۱) فرمولـه شـدند. تمـامی جیره‌ها حاوی غلظـت‌هـای مسـاوی از مـاده خشـک، انـرژی قابـل متابولیسم و پروتئین خام بود. در طول مدت آزمایش دام‌ها به صورت آزاد به خوراک دسترسی داشته و خوراک‌دهی در دو وعده هشت صبح و چهار بعد از ظهر به صورت جیره کاملا مخلوط انجام شد.

جیره‌های غذایی با نرم افزار SRNS[6] تنظیم شد. پروبیوتیک مورد استفاده محصول شرکت دانش بنیان زیسـت درمـان ماهـان بـا نـام تجاری Bio-Rumia و حـاوی هفـت سـویه باکتریـایی و دو سـویه قـارچی بـا 2×10^{9} cfu[7]/g بـود [8] (سـویهMUCL/BCCM۳۹۸۸۵). پری‌بیوتیک مورد استفاده محصول ای مکس ساخت شـرکت وایکـور آمریکا حاوی مخمر ساکارومایسس سرویسیه و محیط کشت سوکروز – ملاس و عصاره ذرت با نام تجاری سلمانکس بود.

نمونه برداری و ثبت داده ها

مقدار خوراک مصرفی هر گوسفند در کل دوره ثبـت شـد. بـدین منظور مقدار خوراک ریخته شده در سطل غذای هر گوسفند در طـول

6- Small Ruminant Nutrition System
7- Colony-forming unit
8- *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus*, *acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Pediococcus acidilactici*, *Enterococcus faecium*, *Bacillus subtilis*, Prebiotics: FOS, Yeast Extract.

روز ثبت شد و باقیمانده خوراک هر روز نیز صبح روز بعد جمع آوری و در پایان دوره توزین شد. از خوراک‌های مصرفی و باقیمانده خوراک، یک نمونه برای اندازه‌گیری درصد ماده خشک به آزمایشگاه منتقل شد. برای بررسی میزان تغییرات وزن بدن در روز اول و آخر آزمایش تمام بره‌ها به صورت انفرادی قبل از خوراک‌دهی صبحگاهی، توزین شدند.

برای تعیین غلظت کلسترول، گلوکز، تری گلیسریدها، پروتئین کل و آلبومین، در ساعت نه صبح در روز نودم آزمایش (دو ساعت بعد از خوراک دهی صبح) خون‌گیری انجام شده و نمونه‌های خون بلافاصله به مدت ۱۵ دقیقه و با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. برای تعیین مقدار کلسترول، گلوکز، آلبومین، تری گلیسرید و پروتئین کل پلاسمای خون از کیت‌های آزمایشگاهی بیوسامانه و دستگاه اتوآنالایزر (مدل A15، شرکت Biosystem ساخت کشور اسپانیا) استفاده شد.

اندازه‌گیری شاخص‌های اسکلتی شامل دور سینه با قرار دادن متر نواری در اطراف قفسه سینه درست پشت پاهای جلو و تیغه شانه، طول بدن (فاصله شانه‌ها تا اسکیوم)، ارتفاع از جدوگاه، ارتفاع از هیپ یا ارتفاع از کپل و فاصله دو استخوان هیپ با استفاده از کولیس مخصوص بیومتری در هفته‌های اول و آخر انجام شد. میزان تغییر شاخص‌ها ملاک مقایسات قرار گرفت (۲۴).

در روز ۹۰ آزمایش، چهار ساعت پس از خوراک‌دهی صبح با استفاده از سوند مری نمونه‌گیری از مایع شکمبه انجام شد. پس از صاف کردن مایع شکمبه توسط چهار لایه پارچهٔ متقالی، حدود ۸ میلی‌لیتر از مایع شکمبه برای تجزیهٔ اسیدهای چرب فرار برداشته شد و برای متوقف شدن فعالیت باکتریها و پروتئین زدایی و حفظ نمونه‌ها تا زمان تجزیه دو میلی‌لیتر اسید متافسفریک (۲۵ درصد) به نمونه‌ها اضافه شد. نمونه‌ها تا زمان تجزیه در دمای ۲۱ -درجهٔ سلسیوس نگهداری شد. جهت اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار از گاز کروماتوگرافی با این مشخصات استفاده شد. دمای تزریق کننده و تشخیص دهندهٔ دستگاه به ترتیب ۱۱۰ و ۲۰۰ درجهٔ سلسیوس، گاز ناقل هلیوم و تشخیص دهندهٔ از نوع FID (Flame Ionized Detector)، دمای ستون دستگاه در آغاز ۱۱۰ درجهٔ سلسیوس که به مدت دو دقیقه در این دما نگه داشته و سپس در طی پنج دقیقه به ۲۰۰ درجهٔ سلسیوس رسانده و برای یک دقیقه در این دما باقی ماند، ایزوکاپروئیک اسید بعنوان استاندارد درونی، غلظت هر یک از اسیدهای چرب فرار از تقسیم سطح زیر نقطهٔ او (پیک) آن اسید چرب بر سطح زیر نقطهٔ اوج مجموع اسیدهای چرب محاسبه و به درصدی از مجموع اسیدهای چرب فرار بیان شد. با فرض اینکه ایزوبوتیرات و ایزووالرات از تجزیهٔ پروتئین های جیره‌ها منشا می‌گیرند، نسبت این اسیدهای چرب به مجموع اسیدهای چرب فرار محاسبه شد (۳).

تجزیه وتحلیل آماری

داده‌های به دست آمده با رویه GLM نرم افزار SAS ویرایش ۹/۱ در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تیمار و ۱۰ تکرار تجزیه و تحلیل شد (۳۰). مدل آماری به صورت زیر بود:

$$Yij= \mu + Ti+ \varepsilon ij$$

که در آن Yij= مقدار هر مشاهده، μ = اثر میانگین جامعه، Ti = اثرتیمار های مختلف و εij=مقدار خطای باقیمانده بود. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد صورت گرفت (۳۰).

نتایج وبحث

شاخص های عملکردی

عملکرد (میانگین خوراک مصرفی، اضافه وزن و بازده غذایی)

نتایج مربوط به عملکرد (میانگین خوراک مصرفی، اضافه وزن و بازده غذایی) بره‌های نر بلوچی درجدول ۲ نشان داده شده است. مکمل‌های پروبیوتیکی و پری‌بیوتیکی باعث کاهش جزئی و غیرمعنی‌دار در میانگین ماده خشک مصرفی شد (P>۰/۰۵). نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که بازده غذایی در این آزمایش با افزایش مقدار مصرفی پروبیوتیک و پری‌بیوتیک در جیره‌ها افزایش پیدا کرد. کمترین ضریب تبدیل را گروه سین‌بیوتیک داشت، اما اختلاف معنی‌داری بین جیره‌ها مشاهد نشد (P>۰/۰۵). پروبیوتیک‌ها منبع تولید بعضی از آنزیم‌ها و ویتامین‌های گروه B و سایر عوامل ناشناخته رشد بوده که موجب بهبود رشد میکروارگانیسم‌های مفید شده و در نتیجه بهبود مصرف خوراک و در نهایت افزایش بازده غذایی حاصل خواهد شد. همچنین، برخی از محققین پیشنهاد نموده‌اند که تغذیه محصولات مخمری برای گاوهای شیرده در طی مراحل آخر آبستنی و اوایل شیردهی احتمالاً به دلیل اثرات‌شان بر تخمیر شکمبه و هضم مواد مغذی مفید می‌باشد (۸ و ۱۹).

جدول ۱- اجزای مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه آزمایشی

Table 1- The Ingredients and chemical composition of the initial diet

اجزای جیره آغازین (درصد در جیره) Components Initial diet	مقدار (درصد) Amount (percent)
علوفه یونجه Alfalfa hay	19.47
سیلاژ ذرت Corn silage	18.83
کاه جو Barley straw	12.82
دانه جو Barley grain	13.35
دانه ذرت Corn grain	5.35
کنجاله سویا Soybean meal	5.22
کنجاله تخم پنبه Cotton seed meal	6.61
تفاله چقندر قند Beet pulp	6.81
سبوس گندم Wheat bran	8.31
کربنات کلسیم Calcium carbonate	0.81
پودرچربی Fat powder	1.62
سبوس گندم Wheat bran	8.31
ترکیبات مواد مغذی Chemical Composition	
پروتئین خام (درصد) CP (%)	14
ماده خشک (درصد) DM (%)	70.8
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) NDF (%)	40.3
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم) ME (Mcal kg-1)	2.42
کربوهیدرات غیرالیافی (درصد) NFC (%)	34.2
کلسیم (درصد) Ca (%)	0.89
فسفر (درصد) P (%)	0.41
فیبر خام (درصد) CF (%)	4.2

برخی از محققین گزارش کردند مصرف ساکارومایسس‌سرویسیه بر ماده خشک مصرفی، تغییرات وزن بدن و تولید شیر خام گاوهای هلشتاین در مرحله اول شیردهی معنی دار نیست (۱۹). در تحقیقی دیگر نشان داده شد که افزودن مخمر ساکارومایسز سرویسیه در جیره،

اثر معنی داری بر مصرف ماده خشک در گاوهای شیری هلشتاین در مقایسه با گروه شاهد نداشت (۸). همچنین بررسی‌ها حاکی از افزایش معنی‌دار ماده خشک مصرفی و بهبود میانگین افزایش وزن روزانه در بزهای نژاد جاموناپاری بر اثر مصرف پروبیوتیک است (۵). برخی از محققین افزایش ۲/۵ تا ۵ درصدی وزن روزانه و ۲ درصدی بازده خوراک مصرفی را در گاوهای پرواری در اثر مصرف پروبیوتیک گزارش کردند (۱۶).

جدول ۲- اثر تیمارهای آزمایش بر فاکتورهای عملکردی بره های نر بلوچی

Table 2- Effect of experimental diets on average feed intake and productivity Baluchi sheep.

فراسنجه Parameter	جیره‌های آزمایشی[1] Experimental rations [1]					
	گروه شاهد Control group	گروه پروبیوتیک Probiotic group	گروه پری بیوتیک Preibiotic group	گروه سین بیوتیک Synbiotic group	SEM	P-Value
وزن اولیه (کیلوگرم) Initial weight	30.50	31.15	31.25	31.66		
مصرف خوراک روزانه (کیلوگرم) Daily feed intake (kg)	1.34	1.35	1.34	1.35	0.313	0.1701
خوراک مصرفی کل دوره (کیلوگرم) Total feed intake (kg)	120.6	119.5	120.6	121.5	3.514	0.1822
وزن نهایی (کیلوگرم) final weight	50.80	52.85	50.71	50.94	2.321	0.8600
افزایش وزن نهایی (کیلوگرم) final weight gain(kg)	20.30	21.70	19.46	19.28	1.381	0.1901
متوسط افزایش وزن روزانه (گرم) Avrage Daily weight gain (g)	231.15	241.52	216.25	214.21	15.012	0.1982
ضریب تبدیل خوراک مصرفی (کیلوگرم / کیلوگرم) Feed conversion ratio (kg / kg)	5.91	5.59	6.19	6.30	0.852	0.1709

[1] جیره‌های آزمایشی شامل: ۱- گروه شاهد (جیره پایه) ۲- گروه پروبیوتیک (جیره پایه + ۰/۵ گرم پروبیوتیک) ۳- گروه پری بیوتیک (جیره پایه + ۲ گرم پری‌بیوتیک) ۴- گروه سین بیوتیک (جیره پایه + ۰/۵ گرم پروبیوتیک + ۲ گرم پری‌بیوتیک).

[1] Experimental diets including: 1- control group (initial diet) 2- probiotic group (initial diet + 0.5 gr probiotic) 3- preibiotic group (initial diet + 2 gr peribiotic) 4- synbiotic group (initial diet + 0.5 gr Probiotic and 2 gr of peribiotic).

فراسنجه‌های خونی

نتایج مربوط به فراسنجه‌های خونی بره‌های بلوچی در جدول ۳ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود غلظت گلوکز پلاسما در این پژوهش با افزایش مقدار پروبیوتیک در جیره‌ها افزایش پیدا کرد، بطوری‌که باعث افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۵) گروه‌های مصرف کننده مکمل پروبیوتیک شد (جیره پروبیوتیک و سین بیوتیک). اما این اختلاف بین جیره‌های دارای مکمل پروبیوتیک و جیره دارای مکمل پری‌بیوتیک معنی‌دار نبوده و فقط اختلاف عددی مشاهده شد. نتایج غلظت تری‌گلیسرید پلاسمای خون گوسفندان نشان داد که مصرف مکمل پروبیوتیک باعث کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) غلظت تری‌گلیسرید در پلاسمای خون گوسفندان تغذیه شده با مکمل‌های افزودنی شد. بیشترین غلظت تری‌گلیسرید مربوط به گروه شاهد (فاقد هر گونه افزودنی) بود که اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) با سایر گروه‌ها داشت.

مخمرها می‌توانند تغییراتی را در جمعیت میکروبی شکمبه ایجاد کنند، به طوری که پروتئین میکروبی افزایش و مقدار اوره خون به دلیل هم بستگی بالایی که با سطح آمونیاک مایع شکمبه دارد، کاهش می یابد. هنگامی‌که نشاسته به وسیله میکروارگانیسم های شکمبه تخمیر می شود، محصول نهایی اسید پروپیونیک است. در کبد این اسید عمدتاً به گلوکز تبدیل می شود. سوبستراهای اصلی برای سنتز گلوکز، اسیدهای آلی حاصل از تخمیر، اسکلت کربنی اسیدهای آمینه دی آمینه شده و گلیسرول حاصل از شکستن تری‌گلیسریدها

می‌باشند. بنابراین با افزایش فعالیت این باکتری‌ها در اثر مصرف مخمر در جیره، یکی از سوبستراهای اصلی برای سنتز گلوکز که همان پروپیونات است، افزایش یافته و لذا می‌توان انتظار داشت که میزان گلوکز خون نیز افزایش یابد (۲ و ۲۵). غلظت کلسترول کل نیز همانند غلظت تری‌گلیسریدها در برخی جیره‌ها تحت تاثیر مکمل‌های پروبیوتیکی در جیره‌ها قرار گرفت. بطوری که کمترین غلظت کلسترول مربوط به گروهی بود که پروبیوتیک مصرف کرده بودند و بیشترین هم مربوط به گروه شاهد بود و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) را نشان داد.

جمعیت میکروبی موجود در روده میزان کلسترول خون را تحت تاثیر قرار می‌دهد، میکروارگانیسم‌های موجود با مصرف کلسترول از جذب آن توسط بافت‌های روده جلوگیری می‌کنند. پروبیوتیک‌ها مانع جذب اسیدهای صفراوی از انتهای روده و طی شدن مسیر روده‌ای- کبدی اسیدهای صفراوی می‌شوند و از این طریق سبب تبدیل اسیدهای صفراوی اولیه (اسید کولیک وکتو داکسی کولیک) به اسیدهای صفراوی ثانویه (دزاکسی کولیکواسیدلیتوکولیک) خواهند شد. این اسیدها با مواد غیر قابل جذب، ترکیب نامحلولی ایجاد کرده که جذب نشده و با مدفوع خارج می‌شوند. باز جذب و حضور اسیدها و نمک‌های صفراوی در کبد از جمله مهم‌ترین عوامل محرک تولید و ترشح صفرا به عنوان مهم‌ترین عامل هضم چربی‌ها است (۱۴).

بر خلاف گلوکز و تری‌گلیسرید، غلظت پروتئین کل و آلبومین پلاسما تحت تاثیر مکمل‌های پروبیوتیکی و پری‌بیوتیکی در جیره-ها قرار نگرفت و اختلاف معنی‌داری بین جیره‌ها مشاهده نشد (P>۰/۰۵). سطح پروتئین پلاسما نشان‌دهنده وضعیت آنابولیسم و کاتابولیسم پروتئین در بدن است. سطح پروتئین پلاسما در هر زمان تابعی از تعادل هورمونی، وضعیت تغذیه، تعادل آب و سایر عوامل مؤثر بر سلامت حیوان است. آلبومین یکی از پروتئین‌های مؤثر در انتقال مواد سمی از سراسر بدن به سلولهای کبدی است. این مواد در کبد شکسته شده و از بدن دفع می‌گردند. بدون وجود مقادیر لازم آلبومین در خون، کبد، کلیه‌ها و سایر اعضاء حیاتی قادر به ایفای نقش خود نخواهند بود. آلبومین باعث انتقال ویتامین‌ها، مواد معدنی، اسیدهای چرب غیر اشباع، هورمون‌ها و سایر ترکیبات با ارزش دیگر در کل سیستم ایمنی بدن است (۶، ۱۲، ۱۷ ، ۲۸ و ۲۹).

جدول ۳- اثر تیمارهای آزمایش بر فراسنجه های خونی بره‌های نر بلوچی

Table 3 - Effect of experimental diets on plasma metabolites of Baluchi sheep.

فراسنجه ها Parameter	جیره‌های آزمایشی[1] Experimental rations [1]				SEM	P-Value
	گروه شاهد Control group	گروه پروبیوتیک Probiotic group	گروه پری بیوتیک Preibiotic group	گروه سین بیوتیک Synbiotic group		
کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر) Cholestrol (mg dl-1)	45.182[a]	37.130[b]	37.950[b]	36.725[b]	1.690	0.0001
تری‌گلیسرید (میلی گرم در دسی لیتر) Triglyceride (mg dl-1)	21.182[a]	15.130[b]	15.450[b]	14.225[b]	1.023	0.0001
گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر) Glucose (mg dl-1)	64.68[bc]	68.12[a]	62.45[c]	67.25[a]	1.120	0.0001
کل پروتئین پلاسما (گرم در دسی لیتر) Total plasma protein (g dl-1)	7.435	7.110	7.575	7.582	0.096	0.1091
آلبومین (گرم در دسی لیتر) Albumin (g dl-1)	3.647	3.355	3.462	3.442	0.137	0.8960

[1] جیره‌های آزمایشی شامل: ۱- گروه شاهد (جیره پایه) ۲- گروه پروبیوتیک (جیره پایه + ۰/۵ گرم پروبیوتیک) ۳- گروه پری بیوتیک (جیره پایه + ۲ گرم پری‌بیوتیک) ۴- گروه سین بیوتیک (جیره پایه + ۰/۵ گرم پروبیوتیک + ۲ گرم پری‌بیوتیک).

[2] اعداد با حروف متفاوت در هر ردیف با هم تفاوت معنی دار دارند(P<۰/۰۵).

[1] Experimental diets including: 1- control group (initial diet) 2- probiotic group (initial diet + 0.5 gr probiotic) 3- preibiotic group (initial diet + 2 gr peribiotic) 4- synbiotic group (initial diet + 0.5 gr Probiotic and 2 gr of peribiotic).

[2] Means within same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

اسیدهای چرب فرار و pH مایع شکمبه

نتایج مربوط به فعالیتهای شکمبه حاصل از جیره‌های مکمل شده با مقادیر متفاوت پروبیوتیک و پری‌بیوتیک درجدول ۴ نشان داده شده است. با مصرف مکمل پروبیوتیک در تمامی گروه‌های مصرف کننده، مقدار pH مایع شکمبه بره‌های نر بلوچی افزایش یافت و اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) با گروه شاهد داشت.

pH شکمبه نشانگر توازن خالص بین هضم کربوهیدرات، جذب و استفاده از اسیدهای چرب فرار و تولید بافر می باشد. افزایش pH شکمبه می‌تواند بدلیل کاهش غلظت اسید لاکتیک بدلیل افزایش فعالیت باکتری‌های مصرف کننده استات، به‌ویژه *سلنوموناس رومینانتیوم ومگاسفرا السدنی* باشد.. همچنین مخمر از طریق رقابت با *استرپتوکوکوس بوویس* برای جذب گلوکز باعث کاهش فعالیت این باکتری‌ها شده و در نتیجه موجب کاهش تولید استات می‌شود. همچنین با کاهش مصرف آمونیاک، توسط باکتریهای آمیلولیتیک، و افزایش مصرف اکسیژن و ایجاد شرایط بی هوازی درشکمبه، شرایط مناسبی برای باکتری‌های تجزیه کننده سلولز فراهم شده و در نتیجه قابلیت هضم و مصرف خوراک افزایش یافته و لذا عملکرد دام بهبود خواهد یافت (۲۷ و ۳۱).

جدول ٤- اثر تیمارهای آزمایش بر بر اسیدهای چرب فرار و pH مایع شکمبه بره‌های نر بلوچی

Table 4- Effect of experimental diets on volatile fatty acids and rumen fluid pH of Baluchi sheep.

فراسنجه Parameter	جیره‌های آزمایشی[1] Experimental rations[1]				SEM	P-Value
	گروه شاهد Control group	گروه پروبیوتیک Probiotic group	گروه پری بیوتیک Preibiotic group	گروه سین بیوتیک Synbiotic group		
pH مایع شکمبه Rumen Fluid pH	5.44[b]	6.32[a]	6.15[a]	6.12[a]	0.034	0.0001
کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول در ۱۰۰ مول کل اسیدهای چرب فرار) Total Volatile fatty acids (mmol/100 mmol total VFA)	67.72[b]	76.37[a]	74.61[a]	72.82[a]	5.21	0.0001
استات Acetate	38.44[b]	41.32[a]	41.15[a]	40.12[a]	0.634	0.0001
پروپیونات Propionate	17.44[b]	22.12[a]	21.25[a]	20.33[a]	0.321	0.0001
بوتیرات Butyrate	8.84	9.32	9.15	9.12	0.434	0.7201
والرات Valerta	1.41	1.49	1.13	1.36	0.134	0.2201
ایزووالرات Isovalorate	1.59	2.12	1.93	1.89	0.231	0.3521
نسبت استات به پروپیونات Acetate to propionate ratio	2.204	1.867	1.936	1.973	0.191	0.4321

[1]جیره‌های آزمایشی شامل: ۱- گروه شاهد (جیره پایه) ۲- گروه پروبیوتیک (جیره پایه + ۰/۵ گرم پروبیوتیک) ۳- گروه پری بیوتیک (جیره پایه + ۲ گرم پری‌بیوتیک) ۴- گروه سین بیوتیک (جیره پایه + ۰/۵ گرم پروبیوتیک + ۲ گرم پری‌بیوتیک).

[2]. اعداد با حروف متفاوت در هر ردیف با هم تفاوت معنی دار دارند(P<۰/۰۵).

[1] Experimental diets including: 1- control group (initial diet) 2- probiotic group (initial diet + 0.5 gr probiotic) 3- preibiotic group (initial diet + 2 gr peribiotic) 4- synbiotic group (initial diet + 0.5 gr Probiotic and 2 gr of peribiotic).

[2] Means within same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

جدول۵- اثر تیمارهای آزمایش بر بر شاخص‌های رشد اسکلتی بره‌های نر بلوچی

Table 5- Effect of experimental diets on skeletal growth indices of Baluchi sheep.

شاخص‌ها Indicator	جیره‌های آزمایشی[1] Experimental rations [1]				SEM	P-Value
	گروه شاهد Control group	گروه پروبیوتیک Probiotic group	گروه پری بیوتیک Preibiotic group	گروه سین بیوتیک Synbiotic group		
شاخص‌های رشداسکلتی (سانتی‌متر) Structural growth Measurements(cm)						
دور سینه Chest girt	69.44[b]	73.32[a]	72.35 [a]	72.12[a]	0.044	0.0001
طول بدن Body Length	62.22	62.37	61.85	62.65	1.32	0.1740
ارتفاع از کپل Wither height	61.18	62.15	60.62	60.58	0.33	0.066
فاصله دو استخوان هیپ Rump height	19.48	19.63	19.20	19.12	0.212	0.1350

[1]جیره‌های آزمایشی شامل: ۱- گروه شاهد (جیره پایه) ۲- گروه پروبیوتیک (جیره پایه + ۰/۵ گرم پروبیوتیک) ۳- گروه پری بیوتیک (جیره پایه + ۲ گرم پری‌بیوتیک) ۴- گروه سین بیوتیک (جیره پایه + ۰/۵ گرم پروبیوتیک + ۲ گرم پری‌بیوتیک).

[2]اعداد با حروف متفاوت در هر ردیف با هم تفاوت معنی دار دارند (P<۰/۰۵).

[1] Experimental diets including: 1- control group (initial diet) 2- probiotic group (initial diet + 0.5 gr probiotic) 3- preibiotic group (initial diet + 2 gr peribiotic) 4- synbiotic group (initial diet + 0.5 gr Probiotic and 2 gr of peribiotic).

[2] Means within same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

میانگین اسیدهای چرب فرار شکمبه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در میزان اسید استات، اسید والرات و نسبت اسید استات به پروپیونات بین تیمارها وجود داشت (P<۰/۰۵). با افزودن مکمل‌های افزودنی پروبیوتیکی و پری‌بیوتیکی به جیره افزایش معنی‌داری درمیزان اسیدهای چرب فرار تولیدی دیده شد که می‌تواند بیانگر تاثیر مخمر در بهبود فعالیت میکروبی باشد. مخمر در هر دو سو باعث افزایش معنی‌دار در غلظت کل اسیدهای چرب فرار در مایع شکمبه شد. بهبود تولید اسیدهای چرب فرار درجیره های حاوی مخمر نشان دهنده بهبود و تنظیم تخمیر نیز هست. داده‌های حاصل از میزان اسیدهای چرب فرار نشان داد که افزودن مخمر موجب تداوم و ثبات تخمیر شکمبه‌ای تا چندین ساعت پس از مصرف غذای حاوی مخمر گردیده و لذا افزایش معنی‌داری در غلظت اسیدهای چرب فرار نسبت به گروه شاهد دیده شد.

افزایش میزان اسیدهای چرب فرار می‌تواند ناشی از افزایش باکتری‌های سلولولایتیک درشکمبه باشد (P<۰/۰۵) که احتمالا" نتیجه فراهم شدن فاکتورهای رشد توسط کشت‌های مخمری برای این میکروارگانیسم‌ها باشد (۲۷). مخمر ممکن است با تأمین بعضی از ویتامین ها و مواد معدنی سبب تحریک رشد باکتری های سلولولایتیک گردد (۲۱).

نتایج مطالعات برخی از محققین نشان داد که عصاره مخمر ساکارومایسس سرویسیه نمی‌تواند اثراتی را که مخمر زنده روی رشد باکتری‌ها و تخمیر شکمبه دارد، از خود نشان دهد. همچنین گزارش شد مخمر اثر معنی‌داری بر جمعیت باکتری‌های شکمبه ندارد (۶). با توجه به گزارش‌های متضادی که در مورد اثر مخمر بر جمعیت باکتریایی و تخمیرات وجود دارد، قضاوت در مورد فراسنجه‌های شکمبه بدون انجام آزمایشاتی در خصوص تعیین جمعیت باکتری‌های شکمبه، میزان آمونیاک، اسیدهای چرب فرار و پروتئین میکروبی کار دشواری است.

شاخص‌های رشد اسکلتی

نتایج مربوط به تاثیر جیره‌های آزمایشی بر شاخص‌های رشد اسکلتی در جدول ۵ نشان داده شده است. مقایسه رشد اسکلتی در تیمارهای آزمایشی نشان داد که دام‌های مصرف‌کننده پروبیوتیک، فقط از نظر اندازه دور سینه با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) داشتند، ولی از نظر شاخص‌هایی مانند طول بدن، ارتفاع از کپل و فاصله دو استخوان هیپ افزایش معنی‌داری را نشان نداد. (P>۰/۰۵). که آن هم می‌تواند ناشی از بیشتر بودن اندازه دور سینه در ابتدای آزمایش باشد. برخی از محققین گزارش کردند که تجویز

مکمل مخمر ساکارومایسس سرویسیه بـر روی شـاخص‌هـای رشـد اسکلتی وکارایی اثر معنی‌داری ندارد (۲۹).

نتیجه گیری کلی

نتایج این پـژوهش نشـان داد کـه اسـیدهای چـرب فـرار و pH شکمبه به طور معنی‌داری تحت تاثیر مصرف مکمل پروبیوتیک قـرار گرفت. مصرف مکمل‌های پروبیوتیکی، مقدار متابولیت‌های خـونی را تحت تاثیر قرار داد و باعث افزایش معنی‌داری در میزان گلوگز خـون گردید. در این پژوهش در گروه مصرف کننده پروبیوتیک، انـدازه دور سینه تحت تاثیر قرار گرفت و با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری داشت.

منابع

1-Abe, F., N. Ishibashi and S. Shimamura. 1995. Effect of administration of bifidobacteria and lactic acid bacteria to newborn calves and piglets. Journal of Dairy Science, 78: 2838-2846.

2-Afshar Mazandaran, N. V., and A. Rajab. 2002. Probiotics and their application in feeding livestock and poultry. Nourbakhsh Publication. (In Persian).

3-Alipour, M., A. Azarfar., A. Kiani., and M. Khaladi .2017. Effect of adding monensin with and without metaphyses on rumen fermentation parameters and fatty acid pattern of fattening lambs of Farahani. Iranian Animal Science, 48 (1): 99-89. (In Persian).

4-Dehority, B. A. 1993. Laboratory manual for classification and morphology of rumen ciliate protozoa. CRC Press, Boca Raton, FL., ISBN: 0849348757, pp: 120.

5-Deka, R. S. 2009. Effect of probiotic Biobloom as growth promoter in kids. Indian Veterinary, 86(11): 1192-1193.

6-El-Hassan, S. M., C. J. New bold, and I. E. Edwards. 1996. Effect of yeast culture on rumen fermentation, microbial protein flow the rumen and live weight gain in bulls given high concentrate diets. Animal Production Science, 62:43-48.

7-Enjalbert, F., J. E. Garrett, R. Moncoulon, C. Bajourthe, and P. Chicoteau. 1999. Effects of yeast culture (saccharomyces cerevisiae) on ruminal digestion in non-lactating dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 183: 140–151.

8-Firouznia, H. 2013. Effect of Saccharomyces cerevisiae on the production, composition of milk and blood parameters in Holstein lactating cows. Master thesis. Faculty of Agriculture, Tabriz University. (In Persian).

9-Fox, S. 1988. Probiotics: intestinal inoculants for production animals. Veterinary medicine, 45(8): p. 28-69.

10-Frizzo, L. S., M. V. Zbruna., L. P. Sotoa., and M. L. Signorinibb. 2011. Effects of probiotics on growth performance in young calves: a meta-analysis of randomized controlled trials. Animal Feed Science and Technology, 169: 147–156.

11-Fujiwara, K., M., Yamazaki., H. Abe., K. Nakashima., Y. Yakabe., M. Otsuka., Y. Ohbayashi., Y. Kato., K. Namai., A. Toyoda., Y. Miyaguchi., and Y. Nakamura. 2009. Effect of Bacillus subtilis var. natto fermented soybean on growth performance, microbial activity in the caeca and cytokine gene expression of domestic meat type chickens. The Journal of Poultry Science, 46:116–122.

12-Girard, I. D. 1995. Stimulation of ruminal bacteria by difference fractions derived from culture of Saccharomyces cerevisiae strain 1026. Journal of Animal Science, 73: (Supp1.1): 264 (Abstr).

13-Hobson, P. N., and C. S. Stewart. 1997. The Rumen Microbial Ecosystem. Blackie Academics and Professional, Suffolk. UK, pp: 140-195.

14-Hood, S., and E. Zoitola. 1988. Effect of low pH on the ability of Lactobacillus acidophilus to survive and adhere to human intestinal cells. Journal of Food Science, 53(5): p. 1514-1520.

15-Hossein Abadi, M., M. Dehghan Banadaki., and A. Zali. 2013. Effect of adding probiotic bacteria in milk or initial feed on growth performance, health condition, blood and stomatal parameters of Holstein calves. Animal production research, 8: 69-57 (In Persian).

16-Krehbiel, C. R., S. R. Rust., G. Zhang., and S. E. Gilliland. 2003. Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performanceresponse and mode of action. Journal of Animal Science, 81: 120-132.

17-Lesmeister, K., A. Heinrichs, and M. Gabler. 2004. Effects of supplemental yeast (Saccharomyces cerevisiae) culture on rumen development, growth characteristics, and blood parameters in neonatal dairy calves. Journal of dairy science, 87(6): 1832-1839.

18-Morrison, S. J., S. Dawson., and A. F. Carson. 2010. The effects of mannan oligosaccharide and Streptococcus

faecium addition to milk replacer on calf health and performance. Livestock Science, 131: 292–296.

19-Newman, K. 1994. Mannan-oligosaccharides: Natural polymers with significant impact on the gastrointestinal microflora and the immune system. Biotechnolofrv in the Feed Industry-Proceedings of Alltech's Tenth Annual Symposium TP Lyons and KA Jacques (Eds) Nottingham University Press, Nottingham, UK. 28(15): 723-740.

20-Nikkhah, A., M. Dehghan-banadaki., and A. Zali. 2004. Effects of feeding yeast (Saccharomyces Cerevisiae) on productive performance of lactating Holstein dairy cows. Iranian Journal of Agriculture, 35: 53-60. (In Persian).

21-Nisbet, D. J., and S. A. Martin.1991. Effect of Saccharomyces cerevisiae culture on lactate utilization by the ruminal bacterium Selenomonas ruminantium. journal of Animal Science, 69: 4628-4633.

22-Nomoto, K. 2005. Prevention of infections by probiotics. Journal of Bioscience and Bioengineering, 100: 583–592.

23-Novak, K. N., E. Davis., C. A. Wehnes., D. R. Shields., J. A. Coalson., A. H. Smith., and T. G. Rehberger. 2012. Effect of supplementation with an electrolyte containing a Bacillus-based direct-fed microbial on immune development in dairy calves. Research in Veterinary Science, 92: 427–434.

24-Ozkaya, S. and Y. Bozkurt. 2008. The relationship of parameters of body measures and body weight by using digital image analysis in pre-slaughter cattle. Archiv Tierzucht, 51: 120-128

25-Parayad, A. S. 2004. Effect of Saccharomyces cerevisiae on digestibility and performance of dietary lambs containing bagasse in broiler chickens. Master's Thesis. Razi University of Kermanshah. 111-125. (In Persian).

26-Pieper, R., P. Janczyk., V. Urubschurov., U. Korn., B. Pieper., and W. B. Souffrant. 2009. Effect of a single oral administration of Lactobacillus plantarum DSMZ 8862/8866 before and at the time point of weaning on intestinal microbial communities in piglets. International Journal of Food Microbiology, 130: 227–232.

27-Piva, G., S. Belladonna, G. Fusconi and F. Sicoaldi. 1993. Effects of yeast on dairy cow performance, ruminal fermentation, blood composition and milk manufacturing properties. Journal of Dairy Science, 76:2717-2722.

28-Riddell, J. B., A. J. Gallegos., D. L. Harmon., and K. R. Mcleod .2010. Addition of a Bacillus based probiotic to the diet of pre ruminant calves: influence on growth, health, and blood parameters. Intern. Journal of Applied Research in Veterinary Medicine, 8: 78-85.

29-Saremi, B., A. A. Naserian, M. Bannayan, and F. Shahriary. 2004. Effect of yeast (Saccharomyces cerevisiae) on rumen bacterial population and performance of Holstein female calves. Agricultural Sciences and Technology, 18: 91-103.

30-SAS, Institute .2003. SAS user‘s Guide. Version 9.1 ed. SAS Institute Inc.

31- Cary, N. C., L. D. Satter., and L. L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. British Journal of Nutrition, 32:199–208.

32-Van Soest, P. J., J. B. Robertson., and B. A. Lewis. 1991. methods of ditary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74:3583.

33-Zhang, R., M. Zhou., Y. Tu., N. F. Zhang., K. D. Deng., T. Ma., and Q. Y. Diao. 2015. Effect of oral administration of probiotics on growth performance, apparent nutrient digestibility and stress-related indicators in Holstein calves. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 100: 33–38.

34-Zhang, A.W., B. D. Lee., S. K. Lee., K. W. Lee., G. H An., K. B. Song., and C. H. Lee. 2005. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell componets on growth performance, meat quality, and lleal mucosa development of broiler chicks. Poultry Science, 84: 1015-1021.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 411-422

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۲۲-۴۱۱

The Effect of Probiotic and Prebiotic Supplements on Growth Performance, Blood Parameters and Skeletal Growth of Baluchi Male Lambs

Masood Didarkhah[1]* -Moosa Vatandoost[2]
Submitted: 04-09-2018
Accepted: 10-12-2019

Introduction In recent years, the main policy in animal husbandry has been the use of livestock supplements with high production efficiency. To achieve this, in addition to using new and optimal nutrition methods, management can improve and accelerate efficiency-enhancing programs in livestock units by implementing various and appropriate methods and strategies. Due to the advances that have been made in the sheep and goat breeding industry, the need to use effective food additives to advance this goal and provide the nutrients needed for livestock has increased. On the other hand, rumen microbial population imbalances can play a major role in nutrient depletion. Several additives have been used to improve fermentation conditions in the rumen and increase the production of ruminant animals. These compounds include methane inhibitors, antibiotics, probiotics, growth factors and enzymes. The use of antibiotics in livestock has serious consequences such as bacterial resistance and intestinal disturbances. Therefore, the use of antibiotics is now limited in many countries and much effort is being made to find an alternative to antibiotics. Probiotics are live microbial feed supplements which beneficially affect the host animal by improving its microbial balance. A stable rumen environment is a key factor in achieving optimal milk production and animal health. Therefore, the use of additives that both reduce metabolic diseases in livestock and are useful in improving the microbial function of the rumen, is very necessary. Most of probiotic studies that were reported in the literatures used single or two strains probiotics rather that multi strains bacteria. Prebiotics are non-digestible carbohydrates which are not metabolized in the small intestine and fermented in large intestine. In this study, the effect of adding supplements on performance, blood metabolites and ruminal volatile fatty acids were investigated.

Materials and methods Forty Baluchi male lambs were used in four completely randomized treatments for 90 days. Treatments included: control group (initial diet), probiotic group (initial diet + 0.5 gr probiotic), prebiotic group (initial diet + 2 gr prebiotic) and symbiotic group (initial diet + 0.5 gr Probiotic and 2 gr of prebiotic). The amount of feed consumed per sheep daily and weight gain was calculated and recorded during the whole period. In order to determine the concentration of some blood parameters, blood samples were taken from the cervical vertebrae at the end of the week. Blood samples were taken at nine o'clock in the morning (two hours after the morning meal) on weekdays. To measure the concentration of metabolites, plasma samples were melting at room temperature to determine the serum levels of serum cholesterol, glucose, albumin, triglyceride and total protein plasma from a biosorbent kit and an autoanalyzer (model A15, France). Sampling from ruminal fluid was done after four hours feeding in the morning and using an oral catheter on day 90 of the experiment. Measurement of skeletal parameters including chest circumference by placing a tape measure around the chest just behind the front legs and shoulder blade, body length (shoulder-to-shoulder position), height at the withers, height at the hip or height at the hips, and the distance between the two hip bones was determined using biometric calipers in the first and last weeks.

Results and discussion The results of this study showed that probiotic consumption had no significant effect on functional parameters of Baluch sheep including final weight, daily gain, feed intake and dietary intake. Plasma glucose concentration increased with increasing of probiotic content in the diets and there was a significant difference ($P < 0.05$) with the control group, but this difference was not significant between supplemented probiotic diets and diets with significant prebiotic supplement. With the use of probiotic supplements in all groups of consumption, the pH of ruminal fluid of Baluchi sheep increased and there was a

1-Assistant Professor, Faculty of Agriculture Sarayan, University of Birjand, Birjand, Iran
2- Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, IRAN
(*- Corresponding Author Email: masooddidarkhah@birjand.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.75166

significant difference (P <0.05) with the control group. The concentration of acetate and ruminal propionate of sheep fed the probiotic supplement was higher than that of those who did not (P <0.05). Glucose and triglycerides, total plasma protein concentrations and plasma albumin were not affected by probiotic and prebiotic supplements in the diets and no significant differences were observed between diets.

Conclusion In general, results of this experiment indicated that using probiotic and prebiotic supplements due to volatile fatty acids produced in this study improved ruminal fermentation, but supplementation could not have a significant effect on performance and skeletal growth indices in Baluchi sheep.

Key words: Baluchi male lambs, Blood metabolites, Peribiotic, Probiotic, Symbiotic.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 423-435

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۳۵-۴۲۳

مقاله علمی- پژوهشی

تأثیر کنجاله کنجد بر الگوی اسیدهای چرب گوشت و قابلیت هضم در بره‌های نژاد بلوچی

سهیلا شبخوان شوکت آباد[۱]- مسلم باشتنی[۲*]- سید همایون فرهنگ فر[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۹

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی جایگزینی کنجاله کنجد با کنجاله سویا به عنوان یک فراورده فرعی فراوان و در دسترس و همچنین غنی از ترکیبات مفید نظیر اسیدهای چرب ضروری و آنتی‌اکسیدان‌ها در تغذیه بره‌های پرواری بود. در این آزمایش ۲۱ رأس بره نر نژاد بلوچی با میانگین وزنی۳۰±۳ کیلوگرم به طور تصادفی در ۳ گروه قرار داده شد و هر گروه با یکی از سه جیره آزمایشی که حاوی سطوح مختلف کنجاله کنجد بود تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی عبارت بودند از: ۱- جیره شاهد، جیره فاقد کنجاله کنجد (حاوی ۱۲ درصد سویا) ۲- جیره دوم حاوی ۶ درصد کنجاله کنجد که جایگزین نصف سویا شد (حاوی ۶ درصد کنجاله کنجد+۶ درصد کنجاله سویا) ۳- جیره سوم حاوی ۱۲ درصد کنجاله کنجد بود که به طور کامل جایگزین کنجاله سویا شد. دوره آزمایش ۷۵ روز بود و بره‌ها در پایان دوره آزمایش کشتار شدند. نتایج نشان داد کنجاله کنجد تاثیری بر مصرف خوراک، افزایش وزن و قابلیت هضم مواد مغذی نداشت. نتایج مربوط به الگوی اسیدهای چرب عضله کاهش اسیدهای چرب C:16 و C:18 را در جیره‌های محتوی کنجاله کنجد نشان داد، همچنین واکسینیک اسید (VA) trans-11 C18:1 و رومینیک اسید CLA cis-9 trans-11C18:2(RA) با افزایش سطح کنجاله کنجد به طور معنی‌داری افزایش یافت. کنجاله کنجد باعث افزایش MUFA، PUFA، MUFA:SFA و PUFA:SFA و کاهش SFA و AI شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد جایگزین کردن کنجاله کنجد با سویا بدون تاثیر منفی بر عملکرد تا سطح ۱۲ درصد، منجر به بهبود ارزش تغذیه‌ای گوشت شد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب، قابلیت هضم، کنجاله کنجد.

مقدمه

به لحاظ تاریخی، هدف از پژوهش‌های کشاورزی افزایش راندمان تولید بوده است به طوری که تأکید کمتری بر بهبود ارزش تغذیه‌ایی محصولات غذایی شده است. شواهد پژوهشی و آگاهی مصرف‌کنندگان از خواص درمانی بالقوه ریزمغذی‌ها در مواد غذایی منجر به توسعه مفهوم غذاهای عملکردی شده است و تقاضا برای مواد مغذی اصلاح شده را افزایش داده است. بنابراین دانشمندان و تولیدکنندگان، علاقه‌مند به پژوهش و فعالیت‌های کشاورزی هستند که بتوان پروفایل تغذیه‌ای محصولات غذایی را بهبود بخشید (۳۰). تغییر در جیره غذایی حیوانات می‌تواند به طور قابل توجهی غلظت اجزای زیست فعال (مثل لینولئیک اسید کونژوگه و اسیدهای چرب امگا ۳) را در محصولات دامی چندین برابر کند. مؤثرترین راهکار مکمل کردن جیره نشخوارکنندگان با روغن‌های مختلف یا دانه‌های روغنی غنی از لینولئیک اسید یا لینولنیک اسید می‌باشد (۳۵، ۲۶ و۴۱). تمرکز فعلی بازار برای محصولات حیوانی به سمت جستجو برای غذاهای با محتوی چربی پایین‌تر هدایت شده است (۲۹).

دانه کنجد محتوای بالای روغن (۴۲ الی ۵۶ درصد) و پروتئین خام (۲۰ الی ۲۵ درصد) و نیز منبعی از مواد معدنی به ویژه کلسیم، فسفر، پتاسیم و آهن می‌باشد (۸). اسیدهای چرب عمده در کنجد شامل: لینولئیک اسید (۴۰/۵-۴۷/۹درصد)، اولئیک اسید (۳۵/۹ تا ۴۲/۳ درصد)، پالمیتیک اسید (۷/۹ تا ۱۲ درصد) و استئاریک اسید (۶/۱ تا ۴/۸ درصد) است (۲۰).

یکی از مشکلات عمده گوشت قرمز مقدار اسیدهای چرب اشباع (SFA) است زیرا مصرف بالای اسیدهای چرب اشباع با بیماری‌های

۱- دانشجوی دکترا، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بیرجند
۲- استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بیرجند
(*- ایمیل نویسنده مسئول: mbashtani@birjand.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.8259

قلبی مرتبط است (۱۸). به منظور افزایش اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش اسیدهای چرب اشباع در گوشت نشخوارکنندگان راهکارهای تغذیه‌ای می‌تواند استفاده شود (۲). لینولئیک اسید کونژوگه (CLA) یکی از مهمترین اجزای تغذیه‌ای عملکردی می‌باشد که تنها از طریق محصولات حیوانی بدست می‌آید. یک راهکار مفید برای افزایش مقدار CLA در گوشت مکمل کردن جیره نشخوارکنندگان با گیاهان (غنی از اجزای زیست فعال) است که باکتری‌های درگیر در بیوهیدرژناسیون شکمبه و همچنین آنزیم دلتا ۹ دساچوراز را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۴۷). CLA یک اصطلاح مورد استفاده برای گروه بزرگی از ایزومرهای موضعی و هندسی از لینولئیک اسید می‌باشد. منابع غذایی برای لینولئیک اسید شامل روغن‌های گیاهی، دانه‌های روغنی و آجیل می‌باشد (۲۲). لینولئیک اسید به انواعی از ایزومرهای ترانس در حیوانات نشخوارکننده از طریق فعالیت انواعی از باکتری‌ها و آنزیم‌های واقع شده در شکمبه و بافت‌ها تبدیل می‌شود. ایزومرهای سیس ۹ ترانس ۱۱ CLA و ترانس ۱۰ سیس ۱۲ CLA از اهمیت فیزیولوژیکی بالایی برخوردارند (۳۱). منبع عمده CLA برای انسان مواد غذایی بدست آمده از حیوانات نشخوارکننده شامل چربی گوشت، شیر، پنیر، ماست و کره می‌باشد (۳۳). بسیاری از مطالعات حیوانی نشان می‌دهد که CLA اثرات مفید ضد جهش‌زایی، آنتی‌اکسیدانی و ضد سرطانی دارد. علاوه بر این کاهش LDL و بیماری‌های قلبی، تنظیم پاسخ‌های ایمنی و التهابی و تنظیم متابولیسم لیپید را نشان داده است (۱۰).

در حین روغن‌گیری از دانه‌های کنجد به روش مکانیکی (پرس سرد) کنجاله کنجد نیمه روغن‌گیری شده حاصل می‌شود که طی سال‌های اخیر تولید این فرآورده‌های جانبی در کشور افزایش یافته است. علاوه بر این مقدار قابل توجهی روغن در حین روغن‌کشی در کنجاله‌ها باقی می‌ماند که می‌تواند اثرات مفید ذکر شده فوق را به همراه داشته باشد.

هدف از این پژوهش بررسی تاثیر کنجاله کنجد به عنوان یک فراورده جانبی فراوان و غنی از اسیدهای چرب ضروری در تغذیه بره‌های پرواری و تأثیر آن بر بهبود و ارزش تغذیه‌ای گوشت بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در محل واحد دامپروری دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. در این پژوهش از ۲۱ رأس بره نر نژاد بلوچی با میانگین وزن اولیه ۳±۳۰ کیلوگرم استفاده شد. بره‌ها در جایگاه‌های انفرادی با شرایط یکسان نگهداری شدند. قبل از شروع آزمایش داروی ضد انگل و واکسن آنتروتوکسمی تجویز شد. محیط جایگاه به صورت هفتگی تمیز می‌شد. آب تازه دائماً در اختیار حیوانات قرار می‌گرفت. آخورها به صورت روزانه تمیز و مقدار خوراک مصرف شده و باقیمانده خوراک روز قبل روزانه ثبت شد.

آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار شامل ۰، ۶ و ۱۲ درصد جایگزینی کنجاله کنجد با کنجاله سویا با ۷ تکرار به مدت ۷۵ روز (۶۰ روز دوره آزمایش و ۱۴ روز عادت پذیری) انجام شد.

کنجاله‌های کنجد تولید شده به روش پرس سرد از محل کارخانه روغن‌گیری طبس خریداری شد. جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم افزار جیرنویسی SRNS[1] (NRC2007) (۳۴) تنظیم شد (جدول ۱).

خوراک روزانه به صورت کاملا مخلوط[2] در حد اشتها و دو بار در ساعت ۸ صبح و ۴ عصر در اختیار دام‌ها قرار می‌گرفت. وزن‌کشی بره ها در روز اول و سپس هر دو هفته انجام شد. پس از پایان دوره پروار با احتساب ۱۴ تا ۱۶ ساعت گرسنگی، بره‌ها وزن‌کشی سپس از از هر تیمار ۴ بره کشتار شدند.

همچنین پس از کشتار دام‌ها نمونه‌هایی از عضله دورسی (Longissimus dorsi muscle) (دنده ۱۲ و ۱۳) از سمت چپ لاشه برداشته شد (۱۲) و پس از بسته‌بندی جهت اندازه‌گیری اسیدهای چرب به فریزر۲۰- درجه سلسیوس منتقل شد. اندازه‌گیری ترکیب اسید چرب کنجاله کنجد (جدول ۲) و عضله راسته بعد از استخراج اسید چرب به روش فولچ و همکاران (۱۱) انجام شد. به طور خلاصه، ۰/۵ گرم نمونه داخل لوله آزمایش ریخته و ۲ میلی‌لیتر پتاسیم هیدروکسید متانولی ۲ نرمال به آن اضافه شد. سپس درب لوله آزمایش بسته شد و به مدت چند ثانیه به شدت تکان داده شد. سپس ۲ میلی‌لیتر هگزان به لوله آزمایش اضافه شد و مجدداً به مدت ۵ ثانیه تکان داده شد. لوله‌های آزمایش سپس به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۳۵ درجه سلسیوس قرار گرفت. سپس لایه بالای محلول موجود در لوله آزمایش جداسازی شد و بعد از عبور از فیلتر دارای سولفات سدیم با قطر منافذ ۰/۴۵ میکرومتر، ۱ میکرومتر از آن به دستگاه گاز کروماتوگرافی (مدل Youngling 6100) تزریق شد. در این روش از

1-Small Ruminant Nutrition System (SRNS)
2-Total Mixed Ration (TMR)

ستون J&W CP-Sil 88 (Agilent Technologies, USA) به طول ۱۰۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۰ میکرومتر استفاده شد. دمای اولیه آون ۱۹۰ درجه سلسیوس بود که با نرخ ۱ درجه سلسیوس بر ثانیه به ۲۲۰ درجه سلسیوس رسید. دمای دتکتور ۳۰۰ درجه سلسیوس و دمای انژکتور ۲۷۰ درجه سلسیوس بود. دمای ستون به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۱۷۵ درجه سلسیوس حفظ شد. شناسایی اسیدهای چرب متیله شده بر پایه استانداردی که ترکیبی حاوی ۳۷ اسید چرب متیله شده (Sigma-Aldrich, Supelco-18919-1AMP, F.A.M.E. Mix, C4-C24, USA) و ۶۰ اسید چرب متیله شده به صورت انفرادی (Sigma-Aldrich, USA) بود انجام گرفت. همچنین شناسایی ایزومرهای لینولئیک اسید مزدوج بر پایه تزریق‌های کمکی استانداردهای تجاری (Sigma-Aldrich, USA) انجام گرفت. میزان اسیدهای چرب متیله شده به صورت گرم در ۱۰۰ گرم کل اسیدهای چرب متیله شده گزارش شد.

از نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید[1] برای تعیین میزان قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در کل دستگاه گوراش استفاده شد (۴۶). برای این منظور در ۷ روز آخر آزمایش هر روز صبح از مدفوع بره‌ها نمونه برداری شد. در طول این مدت هر روز پس از مخلوط نمودن مدفوع جمع آوری شده، نمونه‌ای حدود ۳۰۰ گرم برداشته و در کیسه‌های پلاستیک در فریزر با برودت ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری می‌شد. در انتها نمونه خوراک جمع‌آوری و بعد از آسیاب کردن با آسیاب چکشی نمونه نهایی آنالیز و درصد ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری و خاکستر طبق روش‌های پیشنهادی AOAC (۱) تعیین شد.

برای تعیین خاکستر نامحلول در اسید، ۵ گرم از نمونه خشک مورد نظر به مدت ۲۴ ساعت در کوره با دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس قرار گرفت و سپس خاکستر تهیه شده به داخل لوله هضم ریخته شد و ۵۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک دو دهم نرمال به آن اضافه شد و در دستگاه کجلدال قرار داده شد، پس از اتمام جوشیدن محتویات داخل لوله از کاغذ صافی بدون خاکستر (واتمن شماره ۴۱) عبور داده شد. باقیمانده مواد روی کاغذ صافی به همراه کاغذ صافی به بوته چینی مربوط به همان نمونه منتقل شد و به مدت یک شب در دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس دوباره خاکسترگیری شد و پس از خنک شدن توزین گردید. در نهایت خاکستر نامحلول در اسید نمونه با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۴۶).

$$\text{خاکستر نامحلول در اسید} = \frac{\text{وزن اولیه کروزیل} - \text{وزن کروزیل و خاکستر پس از صاف شدن}}{\text{وزن اولیه نمونه}} \times ۱۰۰$$

1-Acid Insoluble Ash (AIA)

همچنین، پس از تعیین خاکستر نامحلول در اسید نمونه‌های جیره و مدفوع، قابلیت هضم ظاهری هر ماده مغذی برای هر بره بر حسب درصد، با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

A: قابلیت هضم ظاهری ماده خشک

$$A = ۱۰۰ - ۱۰۰ \times \left(\frac{\text{درصد نشانگر در خوراک}}{\text{درصد نشانگر در مدفوع}}\right)$$

B: قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی

$$B = ۱۰۰ - ۱۰۰ \times \left(\frac{\text{درصد نشانگر در خوراک}}{\text{درصد نشانگر در مدفوع}}\right) \times \left(\frac{\text{درصد ماده مغذی در مدفوع}}{\text{درصد ماده مغذی در خوراک}}\right)$$

داده‌های حاصل از این طرح بر پایه طرح کاملاً تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۲) نسخه (۹/۱) (۴۲) و مقایسه میانگین‌ها به روش توکی کرامر در سطح احتمال معنی‌داری ۵ درصد صورت گرفته است. مدل آماری طرح به شکل زیر بود:

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

Y_{ij}= متغیر وابسته μ= میانگین کل T_i= اثر تیمار e_{ij}= اثر خطا

نتایج و بحث

افزایش وزن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل و قابلیت هضم

نتایج مربوط به عملکرد و قابلیت هضم در بره‌های تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در جدول ۳ نشان داده شده است. جایگزینی کنجاله کنجد با کنجاله سویا تأثیری بر میانگین افزایش وزن روزانه و وزن نهایی بره‌ها و قابلیت هضم نداشت (P>۰,۰۵). در مطالعه اوبیدات و همکاران (۳۶) جایگزینی کنجاله کنجد با کنجاله سویا در دو سطح ۸ و ۱۶ درصد نشان داد جیره حاوی ۸ درصد کنجاله کنجد منجر به افزایش مصرف ماده خشک، افزایش وزن نهایی و میانگین افزایش وزن روزانه شد و دلیل آن را تغذیه دو منبع پروتئینی مختلف (یعنی کنجاله کنجد و کنجاله سویا) گزارش کردند که می‌تواند الگوی اسیدهای آمینه جیره را تغییر دهد به این شکل که پروتئین‌ها هم دیگر را کامل می‌کنند. همچنین افزایش در وزن نهایی و میانگین افزایش وزن روزانه در جیره محتوی ۸ درصد کنجاله کنجد را به دلیل افزایش مصرف خوراک در جیره ۸ درصد کنجاله کنجد دانستند.

جدول ۱- اجزا تشکیل دهنده جیره‌های آزمایشی و محتوای مواد مغذی آنها

Table 1- Ingredients and chemical composition of experimental diets

اقلام خوراکی Ingredients %	جیره‌های آزمایشی Experimental diets		
	شاهد Control	۶ درصد کنجاله کنجد Sesame meal%6	۱۲ درصد کنجاله کنجد Sesame meal%12
یونجه خشک Alfalfa	20	20	20
کاه گندم Wheat straw	10	10	10
دانه جو Barley	20	20	20
دانه ذرت Corn	25	25	25
سبوس گندم Wheat bran	10	10	10
کنجاله سویا Soybean meal	12	6	0
کنجاله کنجد[1] Sesame meal	0	6	12
کربنات کلسیم $CaCO_3$	1.5	1.5	1.5
بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.5	0.5	0.5
نمک Salt	0.5	0.5	0.5
مکمل ویتامینی معدنی [2]Mineral-vitamin premix	0.5	0.5	0.5
ترکیب شیمیایی (درصد ماده خشک) Chemical composition			
ماده خشک Dry mater (%)	94.06	94.97	95.05
پروتئین خام Crude protein (%)	14.8	14.6	14.4
انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک) Metabolizable Energy (Mcal/kg)	2.35	2.39	2.4
خاکستر Ash (%)	8.4	9.1	10.2
عصاره اتری Ether extract (EE) (%)	1.77	2.18	2.84
کلسیم Calcium (%)	0.82	0.91	0.92
فسفر Phosphorus (%)	0.43	0.34	0.31
فیبر نامحلول شوینده خنثی Neutral detergent fiber (%)	49.98	55.78	52.51
فیبر نامحلول شوینده اسیدی Acid detergent fiber (%)	12.97	11.50	12.56

۱- حاوی ۵۱۸۵ کالری بر گرم انرژی خام، ۳۹ درصد پروتئین، ۲۴ درصد عصاره اتری، ۷/۹درصد خاکستر، ۲۹ درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی.

۲- هر کیلوگرم مکمل ویتامینی- معدنی حاوی ۶۰۰ هزار واحد بین المللی ویتامین A، ۲۰۰ هزار واحد بین المللی ویتامین D، ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۵۰۰ میلی‌گرم آنتی اکسیدان، ۸۰ گرم فسفر، ۲۱ گرم منیزیم، ۲۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۳۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۳۰۰ میلی‌گرم روی، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۲۰ میلی‌گرم ید و ۱٫۱ میلی‌گرم سلنیوم.

1-Contains 5184.92 calories / g crude energy, 39% protein, 24% ether extract, 7.9% ash, 29% neutral detergent fiber.

2- Each kg of vitamin-mineral supplement containing 600,000 international units of vitamin A, 200,000 international units of vitamin D, 200 mg of vitamin E, 2500 mg of antioxidant, 80 g of phosphorus, 21 g of magnesium, 2200 mg of manganese, 3000 mg of iron, 300 mg of copper, 300 mg of zinc, 100 mg of cobalt, 120 mg of iodine and 1.1 mg of selenium.

جدول۲-ترکیب اسیدهای چرب کنجاله کنجد استفاده شده در آزمایش (درصد)

Table 2- Fatty acid composition of the sesame meal used in the experiment (%)

اسیدهای چرب کنجاله کنجد Fatty acid of sesame meal	(%)
C12	0.25
C14	0.37
C16	12.54
C16:1	0.29
C18	8.59
C18:1	38.83
C18:2	35.05
C18:3	0.65
C20	0.16
SFA[1]	21.91
UFA[2]	74.82
MUFA[3]	39.12
PUFA[4]	35.7
M/S	1.78
U/S	3.41

[1]SFA= saturated fatty acid
[2]UFA= unsaturated fatty acid
[3]MUFA= monounsaturated fatty acid
[4]PUFA= polyunsaturated fatty acid

در مطالعه آنها ضریب تبدیل در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت. افزودن چربی به جیره حیوانات نشخوارکننده تأثیرات متفاوتی بر عملکرد آنها دارد (۷، ۱۵ و ۲۹). چنین تنوعی می‌تواند مرتبط با تفاوت بین آزمایشات از لحاظ ترکیب جیره پایه (چگالی انرژی و سطح غلات)، سطح چربی گنجانده شده، نوع چربی و ترکیب آن (یعنی مقدار اسیدهای چرب آزاد و اشباع) و این که آیا جیره‌های فرموله شده ایزوانرژتیک هستند یا نه (۱۲) باشد. در مطالعه غفاری و همکاران (۱۲) افزودن روغن کنجد به جیره بره‌های پرواری منجر به تغییر در عملکرد حیوان نشد. سطح چربی به کار رفته در آزمایش آنها ۲۵ و ۵۰ گرم در کیلوگرم جیره بر حسب ماده خشک بود و در واقع جیره‌های با مکمل چربی ایزوانرژتیک و ایزونیتروژنوس بودند و این می‌تواند دلیل نبود تفاوت معنی‌دار در عملکرد حیوان باشد.

در مطالعه عمر و همکاران (۳۷) استفاده از کیک روغن کنجد به میزان ۱۰ و ۲۰ درصد منجر به افزایش میانگین وزن روزانه در مقایسه با تیمار شاهد شد.

در مطالعه قربانی و همکاران (۱۳) که از کنجاله کنجد در سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد استفاده شد، مصرف خوراک روزانه در کل دوره پرواربندی بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت. خان ماهر (۲۴) با استفاده از سطوح مختلف ضایعات کشاورزی به همراه کنجاله کنجد روغن‌کشی شده و حرارت دیده بر روی بزهای نر آزمایشی انجام داد و در این آزمایش از سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد کنجاله کنجد در خوراک بزهای نر استفاده کرد و تفاوت معنی‌داری از نظر مصرف خوراک روزانه و همچنین خوراک مصرفی در کل دوره مشاهده نکرد. در مطالعه قربانی و همکاران (۱۳) با افزایش جایگزینی کنجاله کنجد با کنجاله سویا میانگین افزایش وزن روزانه کل دوره تفاوت معنی‌داری نداشت.

نتایج قابلیت هضم در مطالعه قربانی و همکاران (۱۳) که از جایگزینی کنجاله کنجد به جای سویا در پنج سطح ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد در جیره بره‌های پرواری به کار بردند نشان داد، قابلیت هضم ماده خشک در تیمارهای محتوی هم کنجاله کنجد و هم کنجاله سویا بیشتر از تیمارهایی بود که فقط کنجاله سویا یا فقط کنجاله کنجد داشت. همچنین قابلیت هضم چربی در آزمایش قربانی و همکاران (۱۳) در تیمار ۵۰ و ۷۵ درصد بیشترین بود. میانگین قابلیت هضم ظاهری ماده آلی در آزمایش آنها تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری داشت به طوری که تیمار ۲ و ۵ به ترتیب

بیشترین و کمترین قابلیت هضم ظاهری ماده آلی را بین تیمارهای آزمایشی داشتند. اوبیدات و همکاران (۳۶) که از سطوح مختلف کنجاله کنجد جایگزین شده با کنجاله سویا و جو در جیره برههای آواسی استفاده کردند کاهشی در قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، ماده آلی و چربی خام مشاهده نکردند.

در مطالعه قربانی و همکاران (۱۳) قابلیت هضم پروتئین خام و کربوهیدرات غیر الیافی (NFC) تحت تأثیر قرار نگرفت. در مطالعه شیرزادگان و جعفری (۴۴) قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی با گنجاندن ضایعات کنجد در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد در جیره گاوهای شیرده به طور معنیداری تحت تأثیر قرار گرفت به طوری که بالاترین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی مربوط به جیره شاهد بود و پایینترین آن مربوط به جیره حاوی ۱۵ درصد ضایعات کنجد بود و دلیل آن را وجود ترکیبات ضد تغذیهای از قبیل اسید فایتیک و اگزالیک در ضایعات کنجد عنوان کردند. محمود و بندری (۲۷) با جایگزینی کنجاله سیاه دانه با کنجاله کنجد در جیره برهها و گوسالههای پرواری نشان دادند که تفاوت معنیداری بین جیرههای آزمایشی از نظر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام وجود نداشت اما قابلیت هضم چربی خام در جیره حاوی کنجاله کنجد افزایش یافته بود. در آزمایش عمر و همکاران (۳۷) استفاده از کیک روغن کنجد در دو سطح ۱۰ و ۲۰ درصد تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک نداشت. اما قابلیت هضم پروتئین و فیبر خام در تیمار محتوی ۲۰ درصد کیک روغن کنجد به طور معنیداری بالاترین بود. در آزمایش صالح و آمر (۳۹) که از سه سطح ۰، ۴ و ۸ درصد دانه کامل کنجد در تغذیه برههای پرواری استفاده کردند قابلیت هضم پروتئین به طور معنیداری افزایش یافت و دلیل آن را مقدار بالای پروتئین در دانه کنجد گزارش کردند. دانههای کنجد پروتئین با کیفت بالایی دارند حدود ۲۰ درصد، و حاوی اسیدهای آمینه مهم نظیر متیونین و تریپتوفان میباشند که اغلب به میزان کافی در بسیاری از پروتئینهای گیاهی یافت نمیشوند. حداقل حلالیت پروتئین دانههای کنجد در pH برابر ۵ و حداکثر حلالیت آن در pH برابر ۳ صورت میگیرد، بنابراین بخش بیشتر پروتئین کنجد به عنوان پروتئین عبوری در نظر گرفته میشود (۲۳). همچنین گزارش کردند که افزایش قابلیت هضم چربی در جیرههای محتوی دانه کنجد به این دلیل است که دانه کنجد از لحاظ اسیدهای چرب اشباع فقیر و از نظر اسیدهای چرب غیر اشباع غنی میباشد. اوزون و همکاران (۴۵) گزارش کردند دانههای کنجد محتوی اولئیک (امگا ۹) لینولنیک (امگا ۶) و آراشیدونیک اسید میباشد اما لینولئیک اسید غالب است و به ویژه نقش مهمی در سیستمهای متابولیکی دارد. در مطالعه اوبیدات و همکاران (۳۶) کنجاله کنجد در دو سطح ۸ و ۱۶ درصد جایگزین کنجاله سویا شد نتایج قابلیت هضم نشان داد که مصرف کنجاله کنجد تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین و چربی نداشت. در مطالعه آنها درصد پروتئین کنجالههای استفاده شده ۴۶ درصد و عصاره اتری آن ۱۱/۷ درصد بود. سایر مطالعات بهبود قابلیت هضم مواد مغذی را هنگام استفاده از کنجاله کنجد گزارش کردهاند (۱۹، ۲۴ و۳۷). تفاوت در قابلیت هضم میتواند مرتبط با گونه حیوان، سطح و مقدار مواد مغذی و ترکیب جیره باشد (۳۶).

الگوی اسیدهای چرب عضله

در جدول ۴ نتایج مربوط به اثر استفاده از کنجاله کنجد بر الگوی اسیدهای چرب عضله نشان داده شده است. مطابق مقالات، اسیدهای چرب پالمیتیک (C16:0)، استئاریک (C18:0) و اولئیک (C18:1) بیشترین نسبت اسیدهای چرب را تشکیل میدهند. اسید اولئیک در میان اسیدهای چرب غیر اشباع و در میان کل اسیدهای چرب کشف شده فراوانترین است.

در این مطالعه اکثر اسیدهای چرب اشباع تحت تاثیر قرار نگرفتند به جز پالمیتیک اسید (C16:0) که به طور معنیداری در تیمار محتوی ۱۲ درصد کنجاله کنجد کاهش یافته بود. از آن جایی که اسید چرب C16 به عنوان اسید چرب افزایش دهنده کلسترل معرفی شده است کاهش آن در گوشت و بافت چربی برای سلامت انسان مفید میباشد (۱۴). همچنین استئاریک اسید (C18:0) در تیمار سوم در مقایسه با شاهد کاهش معنیداری داشت.

افزودن روغن به جیره منجر به کاهش اسیدهای چرب با زنجیر غیر عادی میشود زیرا این اسیدهای چرب احتمالاً از سنتز دنوا (ساخت درونی) اسیدهای چرب در بافت درون ماهیچهای و بافت چربی منشأ میگیرند، چون خوراکها حاوی مقدار قابل توجهی از این اسیدهای چرب نمیباشند (۳). مطالعاتی که از سایر روغنهای گیاهی نظیر روغن سویا و روغن ماهی در تغذیه نشخوارکنندگان استفاده کردهاند نیز کاهش پالمیتیک و استئاریک اسید را گزارش نمودهاند (۲۱،۳۸،۴۰و۴۳). محققین گزارش کردهاند گنجاندن روغن سویا منجر به کاهش پالمیتیک و استئاریک اسید در بره میشود زیرا فرایند طویل سازی و سنتز دنوا اسیدهای چرب به دلیل مقدار بالای اسیدهای چرب غیر اشباع مهار میشود (۴۰). در پژوهش حاضر اسیدهای چرب عمده به ترتیب اولئیک، پالمیتیک و استئاریک اسید میباشد (جدول ۴).

جدول ۳- تاثیر کنجاله کنجد بر عملکرد برههای پرواری و قابلیت هضم مواد مغذی

Table 3- The effect of sesame meal on the performance of fattening lambs and nutrient digestibility

موارد Items	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments			SEM	P-value
	شاهد Control	۶ درصد کنجاله کنجد Sesame meal%6	۱۲ درصد کنجاله کنجد Sesame meal%12		
مصرف خوراک Feed intake(g/d)	1569	1551	1594	15.69	0.16
وزن اولیه Initial weight(kg)	30.47	31.8	27.9	1.23	0.49
وزن نهایی Final weight (kg)	45.48	44.42	44.81	2.04	0.9
افزایش وزن روزانه Average daily gain (g/d)	250.23	210.47	251.90	23.81	0.39
ضریب تبدیل FCR%[1]	4.11	3.79	4.21	0.14	0.12
قابلیت هضم Nutrient digestibility (%)					
پروتئین Protein	66.85	63.83	70.09	4.07	0.5
چربی Fat	82.03	85.99	83.39	2.3	0.5
فیبر نامحلول شوینده خنثی NDF	51.98	45	38.94	5.85	0.35

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی دار ($p<0.05$) است.

Non-identical letters in each row indicated a significant difference ($P <0.05$)

1. Feed conversion ratio

منابع روغنی زنجیر بلند حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع (PUFA) هنگامی که به جیره افزوده میشود میتواند از تجزیه میکروبی شکمبه عبور کند و پس از جذب از روده کوچک از طریق سیستم گردشی در اندامها و ماهیچهها ذخیره شود (۳۸). در این مطالعه نیز مطابق جدول (۲) کنجاله کنجد غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع است. اولئیک اسید (C18:1n9c) فراوانترین اسید چرب غیر اشباع (MUFA) همچنان که قبلا برای گوشت بره گزارش شده است (۱۷و ۳۰) میباشد و میزان آن به طور معنیداری در هر دو جیره نسبت به شاهد افزایش معنیداری پیدا کرده است.

افزایش در غلظت (C18:1) ممکن است توسط توانایی باکتریهای شکمبه در شکلگیری این ایزومر از اسید چرب (C18:2n6) توضیح داده شود (۱۶). لینولئیک اسید (C18:2n6) فراوانترین اسید چرب غیراشباع (PUFA) میباشد که به طور معنیداری در جیرههای محتوی کنجد افزایش یافته است. مقدار واکسینیک اسید (C18_1n11t) به طور معنیداری در تیمارهای محتوی کنجاله کنجد در مقایسه با شاهد افزایش یافت.

مقدار رومینیک اسید (CLA cis9 trans11 C18:2) به طور معنیداری افزایش یافت به طوری که مقدار آن در تیمار ۱۲ درصد کنجاله کنجد نسبت به تیمار ۶ درصد افزایش یافت، همچنین در تیمار ۶ درصد کنجاله کنجد هم با تیمار شاهد تفاوت معنیداری داشت و میزان آن در تیمار شاهد، تیمار ۶ درصد و تیمار ۱۲ درصد کنجاله کنجد به ترتیب ۰/۳۶، ۰/۵۶، ۰/۶۸ بود. مقدار CLA trans10 cis12 به طور معنیداری در تیمار محتوی کنجاله کنجد در مقایسه با شاهد افزایش یافت اما تفاوت بین دو تیمار ۶ و ۱۲ درصد کنجاله کنجد معنیدار نبود. مقدار کل CLA در هر سه تیمار تفاوت معنیداری داشت به طوری که مقدار آن از ۰/۵۵ درصد در تیمار شاهد به ۰/۷۲ و ۰/۸۷ به ترتیب در دو تیمار محتوی ۶ و ۱۲ درصد کنجاله کنجد رسید.

در مطالعه غفاری و همکاران (۱۲) که از روغن کنجد در دو سطح ۲۵ و ۵۰ گرم در هر کیلوگرم در تغذیه بره‌های پرواری استفاده کردند مقدار CLA cis9 tran11 و C18:1tran در چربی درون ماهیچه‌ای بره‌های دریافت کننده جیره حاوی روغن کنجد افزایش یافت. به طور مشابه، مکمل کردن جیره گوسفند با روغن آفتابگردان (غنی از C18:2) به میزان ۶۰ گرم در کیلوگرم جیره منجر به افزایش CLA cis9 tran11 در ماهیچه شد (۶).

جدول٤- اثرسطوح مختلف کنجاله کنجد برالگوی اسیدهای چرب عضله

Table 4- Effect of different levels of sesame meal on the fatty acids in muscle

اسید چرب Fatty acid	تیمارهای آزمایشی Experimental diet			SEM	p-Value
	شاهد Control	۶ درصد کنجاله کنجد Sesame meal %6	۱۲ درصد کنجاله کنجد Sesame meal %12		
C10	0.35	0.32	0.31	0.01	0.12
C12	0.15	0.15	0.14	0.01	0.86
C14	3.36	2.99	2.93	0.23	0.43
C14_1	0.81	0.73	0.66	0.04	0.18
C15	0.77	0.71	0.66	0.03	0.16
C15_1	0.09	0.07	0.1	0.02	0.73
C16	31.08[a]	30.01	28.73[b]	0.33	0.007
C16_1	1.66[a]	1.31	1.18[b]	0.091	0.023
C17	2.25	2.07	2	0.11	0.33
C17_1	0.73	0.71	0.64	0.03	0.17
C18	18.06[a]	17.56	16.64[b]	0.26	0.023
C18_1n11t	1.55[b]	2.01[a]	2.13 [a]	0.11	0.024
C18_1n9c	31.21 [c]	32.88[b]	34.45[a]	0.28	0.0006
C18_1n11c	0.17	0.17	0.18	0.01	0.84
C18_2n6c	3.53[b]	4.48[b]	6.01[a]	0.23	0.0009
C18_3n3c	0.70	0.82	0.68	0.07	0.42
C20_0	0.17	0.16	0.16	0.007	0.47
C20_1	0.06	0.02	0.02	0.025	0.45
C22_0	0.09	0.08	0.08	0.01	0.88
C18:2 C9T11 CLA	0.36 [b]	0.56[c]	0.68 [a]	0.025	0.0003
CLA T10C12	0.04[b]	0.06[a]	0.07[a]	0.003	0.003
Total CLA	0.55[b]	0.72[c]	0.87[a]	0.03	0.001
SFA[1]	56.31[a]	54.07[b]	51.96[c]	0.38	0.0005
MUFA[2]	36.31[c]	37.93[b]	38.3[a]	0.28	0.0008
PUFA[3]	4.79[c]	6.03[b]	7.57[a]	0.25	0.0007
SFA/PUFA	11.76[a]	9.05b	6.83[c]	0.42	0.0005
DFA[4]	59.17[c]	61.52[b]	63.59[a]	0.38	0.0006
AI[5]	1.08[a]	0.96[b]	0.86[b]	0.02	0.0033
PUFA/SFA	0.08[b]	0.11[b]	0.14[a]	0.006	0.0016
MUFA/SFA	0.64[c]	0.70[b]	0.76[a]	0.01	0.0006

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی دار (P<۰/۰۵) است

Non-identical letters in each row indicated a significant difference (P <0.05)

1-SFA (saturated fatty acids)

2-MUFA (mono unsaturated fatty acids)

3- PUFA (poly unsaturated fatty acids)

4-Desirable Fatty Acids = MUFA+PUFA+C18:0

5-Atherogenicity index = [(C12:0 + (4 × C14:0) + C16:0)]/MUFA + PUFA]

C18:1tran11 یک ترانس اوکتا دسنوآت عمده نشخوار و شکمبه می‌باشد که در بیشتر موقعیت‌ها به جز جیره‌های با کنسانتره بسیار بالا یا جیره‌های با فیبر کم که با روغن‌های غیر اشباع مکمل شده‌اند تولید می‌شود (۵). رابطه مستقیم بین C18:1tran11 و

CLAcis9 tran11 به خوبی شناخته شده است (۴، ۵). همچنین اشاره شده است که ایزومر C18:1 tran-11 یک واسطه رایج بیوهیدروژناسیون میکروبی جیره‌های محتوی C18:1n- 9, C18:2n-6 ,C18:3n-3 می‌باشد (۱۶). بنابراین افزایش غلظت C18:1 tran و CLA cis-9 tran-11 در بافت با مکمل کردن کنجاله کنجد می‌تواند به دلیل تولید بالای C18:1 tran11 باشد که در طول بیوهیدروژناسیون شکمبه از C18:1n-9, C18:2n-6, C18:3n-3 منشأ می‌گیرد. اثرات فیزیولوژیکی چندگانه اسیدهای چرب کونژوگه مشاهده شده است. تغذیه CLA همراه است با اثرات ضد سرطان، ضد چاقی، ضد التهاب و ضد آتروژنیک و به همان میزان اثرات مثبت بر روی لیپیدهای سرمی دارد (۴۸).

مقدار اسیدهای چرب اشباع به طور معنی‌داری در هر دو تیمار محتوی کنجاله کنجد در مقایسه با شاهد کاهش یافت به طوری که مقدار آن از ۵۶/۳۱ درصد در تیمار شاهد به ۵۴/۰۷ و ۵۱/۹۶ درصد به ترتیب در تیمار محتوی ۶ و ۱۲ درصد کنجاله کنجد رسید. مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و افزایش یافت. اسیدهای چرب مفید (DFA) به طور معنی‌داری افزایش و شاخص آتروژنیسیتی (AI) به طور معنی‌داری کاهش یافت. مطابق نتایج ما، در مطالعه غفاری و همکارن (۱۲) تغذیه روغن کنجد منجر به کاهش اسیدهای چرب اشباع و افزایش اسیدهای چرب غیراشباع شد که این می‌تواند برای سلامتی انسان مفید باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که از نقطه نظر سلامت انسانی ترکیب اسیدهای چرب گوشت بره می‌تواند با گنجاندن کنجاله کنجد به عنوان منبعی از اسیدهای چرب غیر اشباع و اجزای زیست فعال بهبود پیدا کند. افزودن کنجاله کنجد تا سطح ۱۲ درصد در جیره نسبت CLA، MUFA، PUFA و PUFA:SFA را در عضله افزایش و SFA و AI را کاهش داد. با این حال تحقیقات بیشتری برای بهینه سازی سطح کنجاله کنجد در جیره غذایی حیوانات مورد نیاز است.

منابع

1-AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 14th ed. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists, MD.

2-Atti, N., M. Mahouachi, and H. Rouissi. 2006. The effect of spineless cactus (opuntia ficus-indica f. inermis) supplementation on growth, carcass, meat quality and fatty acid composition of male goat kids. Meat Science, 73(2):229-235.

3-Aurousseau, B., D. Bauchart, E. Calichon, D. Micol, and A. Priolo. 2004. Effect of grass or concentrate feeding systems and rate of growth on triglyceride and phospholipid and their fatty acids in the M. longissimus thoracis of lambs. Meat Science, 66(3): 531–541.

4-Bessa, R. J. B., P. V. Portugal, I. A. Mendes, and J. Santos-Silva. 2005. Effect of lipid supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular lipids of lambs fed dehydrated lucerne or concentrate. Livestock Production Science, 96(2-3): 185–194.

5-Bessa, R. J. B., S. P. Alves, and J. Santos-Silva. 2015. Constraints and potentials for the nutritional modulation of the fatty acid composition of ruminant meat. Eur. European Journal of Lipid Science and Technolgy, 177(9): 1325–1344.

6-Boles, J. A., R. W. Kott, P. G. Hatfield, J. W. Bergman, and C. R. Flynn. 2005. Supplemental safflower oil affects the fatty acid profile, including conjugated linoleic acid, of lamb. Journal of Animal Science, 83(9): 2175–2181.

7-Chiliard, Y., A. Ferlay, J. Rouel, and G. Lamberet. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. Journal of Dairy Science, 86(5):1751-1770.

8-Desphande, S. S., U. S. Desphande, and D. K. Salunkhe.1996. In Y. H. Hui (5Ed.), Sesame oil, in bailey's industrial oil and fat products. NewYork, 457–497.

9-Elleuch, M., S. Besbes, O. Roiseux, C. Blecker, and H. Attia. 2007. Quality characteristics of sesame seeds and by-products. Food Chemistry, 103(2):641-650.

10-Ferramosca, A., V. Savy, L. Conte, S. Colombo, A. W. C. Einerhand, and V. Zara. 2006. Conjugated linoleic acid

and hepatic lipogenesis in mouse: role of the mitochondrial citrate carrier. Journal of Lipid Research, 47(9):1994-2003.

11-Folch, J., M. Lees, and G. S. Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. Journal of Biological Chemistry, 226(1):497–509.

12-Ghafari, H., M. Rezaeian, S. D. Sharifi, A. A. Khadem, and A. Afzalzadeh. 2016. Effects of dietary sesame oil on growth performance and fatty acid composition of muscle and tail fat in fattening Chaal lambs. Animal Feed Science and Technology, 220: 216–225.

13-Ghorbani, B., A. Taymoori-Yanesari, and A. Jafari-Sayyadi. 2016. Effects of replacement of sesame meal with soybean meal on intake, digestibility, rumen characteristics, chewing activity, performance, and carcass composition of lambs, Journal of Ruminant Research, 4(2):145-170. (In Persian).

14-Givens, D. I. 2005. The role of animal nutrition in improving the nutritive value of animal-derived foods in relation to chronic disease. Proceedings of the Nutrition Society, 64(3):395–402.

15-Haddad, S. G., and H. M. Younis. 2004. The effect of adding ruminally protected fat in fattening diets on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs. Animal Feed Science and Technology, 113(1-4): 61–69.

16-Harfoot, C.G., and G. P. Hazelwood. 1997. Lipid metabolism in the rumen. In: The Rumen Microbial Ecosystem. Elsevier Science Publishing, London, 382–426.

17-Hopkins, D. L., E. H. Clayton, T. A. Lamb, R. J. vandeven, G. Refshauge, M. J. Kerr, K. Bailes, and E. N. Ponnampalam. 2014. The impact of supplementing lambs with algae on growth, meat traits and oxidative status. Meat Science, 98(2): 135–141.

18-Horcada, A., G. Ripoll, M. Alcalde, C. Sanudo, A. Teixeira, and B. Panea. 2012. Fatty acid profile of three adipose depots in seven Spanish breeds of suckling kids. Meat Science, 92(2):89-96.

19-Hossain, M. M., M. A. Huq, M. Saadulah, and S. Akhter. 1989. Effect of supplementation of rice straw diets with sesame oil cake, fish meal and mineral mixture on dry matter digestibility in goats. Indian Journal of Animal Nutrition, 6(1): 44–47.

20-Hwang, L. S. 2005. Bailey's industrial oil and fat products. 6th ed, INC

21-Jaworska, D., M. Czauderna, W. Przybylski, and A. J. Rozbicka-Wieczorek. 2016. Sensory quality and chemical composition of meat from lambs fed diets enriched with fish and rapeseed oils, carnosic acid and seleno-compounds. Meat Science, 119: 185–192.

22-Kelly, M. L., J. R. Berry, D.A. Dwyer, J. M. Griinari, P. Y. Chouinard, M. E. Van Amburgh, and D.E. Bauman. 1998. Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy caws. The Journal of Nutrition, 128(5): 881-885.

23-Khalid, E. K., E. E. Babiker, and A. E. Tinay. 2003. Solubility and functional properties of sesame seed proteins as influenced by pH and/or salt concentration. Food Chemistry, 82(3): 361-366.

24-Khan Maher, M. A. 2002. Agro-industrial by-products as a potential source of livestock feed. International Journal of Agriculture & Biology, 4(2): 307-310.

25-Lock, A. L., and D. E. Bauman. 2004. Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health. Lipids, 39(12):1197-1206.

26-Luna, P., A. Bach, M. Juárez, and M. A. delafuente. 2008. Influence of diets rich in flax seed and sunflower oil on the fatty acid composition of ewes milk fat especially on the level of conjugated linoleic acid, n-3 and n-6 fatty acids. International Dairy Journal, 18(1):99‑107.

27-Mahmoud, A. E., and M. M. Bendary. 2014. Effect of whole substitution of protein source by nigella sativa meal and sesame seed meal in ration on Performance of growing lambs and calves. Global Veterinaria, 13(3): 391-396.

28-Manso, T., R. Bodas, T. Castro, V. Jimeno, and A. R. Mantecon. 2009. Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. Meat Science, 83(3): 511–516.

29-Medeiros, E., R. Queiroga, M. Oliveira, A. Medeiros, M. Sabedot, M. Bomfim, and M. Madruga. 2014. Fatty acid profile of cheese from dairy goats fed a diet enriched with castor, sesame and faveleira vegetable oils. Molecules, 19(1): 992-1003.

30-Mekki, I., F. Camin, M. Perini, S. Smeti, H. Hajji, M. Mahouachi, and N. Atti. 2016. Differentiating the geographical origin of Tunisian indigenous lamb using stable isotope ratio and fatty acid content. Journal of Food Composition and Analysis, 53: 40–48.

31-Mir, P. S., T. A. McAllister, S. Scott, J. Aalhus, V. Baron, D. McCartney, E. Charmley, L. Goonewardene, J. Basarab, E. Okine, R. J Weselake, and Z. Mir. 2004. Conjugated linoleic acid-enriched beef production. The American Journal of Clinical Nutrition, 79(6):1207-1211.

32-Moazzami, A. A., R.E. Andersson, and A. Kamal-Edlin. 2006. HPLC analysis of sesaminol glucosides in sesame seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54 (3): 633–638.

33-Moon, H. S., H. G. Lee, C. S. Chung, Y. J. Choi, and C. S. Cho. 2008. Physico-chemical modifications of conjugated linoleic acid for ruminal protection and oxidative stability. Nutrition & Metabolism, 5(1):16-28.

34-NRC, 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. National Academy Press, Washington, DC.

35-Nudda, A., G. Battacone, M.G. Usai, S. Fancellu, and G. Pulina. 2006. Supplementation with extruded linseed cake affects concentrations of conjugated linoleic acid and vaccenic acid in goat milk. Journal of Dairy Science, 89(1): 277-282.

36-Obeidata, B. S., A.Y. Abdullaha, K. Z. Mahmouda, M. S. Awawdehb, N. Z. Al-beitawia, and F. A. Al-Lataifeh. 2009. Effects of feeding sesame meal on growth performance, nutrient digestibility, and carcass characteristics of Awassi lambs. Small Ruminant Research, 82(1):13–17.

37-Omar, J.A. 2002. Effect of feeding different levels of sesame oil cake on performance and digestibility of Awassi lambs. Small Ruminant Research, 46(2-3):187-190.

38-Parvar, R., T. Ghoorchi, M. Shams Shargh. 2017. Influence of dietary oils on performance, blood metabolites, purine derivatives, cellulase activity and muscle fatty acid composition infattening lambs. Small Ruminant Research, 150: 22–29.

39-Saleh, S. A., and M. M. Amer. 2009. The Role of sesame seeds supplementation on lambs' growth and physiological performance. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 2(3) 623-639.

40-Santos-Silva, J., I. A. Mendes, P.V. Portugal, and R. Bessa. 2004. Effect of particle size and soybean oil supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular lipids of lambs. Livestock Production Science, 90(2-3): 79–88.

41-Sanz Sampelayo, M. S., Y. Chilliard, P. Schmidely, and J. Boza. 2007. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. Small Ruminant Research, 68(1-2): 42-63.

42-SAS Institute, 2002. STAT User's Guide: Statistics. Version 9.1. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC.

43-Scollan, N. D., N. J. Choi, E. Kurt, A. V. Fisher, M. Enser, and J. D. Wood. 2001. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. British Journal of Nutrition, 85(1): 115–124.

44-Shirzadegan, K., and M. A. Jafari. 2014. The effect of different levels of sesame wastes on performance, milk composition and blood metabolites in Holstein lactating dairy cows. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(4): 1296-1303.

45-Uzun, B., C. Arslan, M. Karhan, and C. Toker. 2007. Fat and fatty acids of white Lupin in comparison to sesame. Food Chemistry, 102(1): 45.

46-Van Keulen, J., and B. Young. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science, 44(2): 282-287.

47-Vasta, V., and R. J. B. Bessa. 2012. Manipulating ruminal biohydrogenation by the use of plants bioactive compounds. Dietary Phytochemicals and Microbes, Springer, Dordrecht, 263-284.

48-Yang, B., H. Chen, C. Stanton, R. R. Ross, H. Zhang, Y. Q. Chen, and W. Chen. 2015. Review of the roles of conjugated linoleic acid in health and disease. Journal of Functional Foods, 15: 314–325.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 423-435

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۳۵-۴۲۳

Influence of Sesame Meal on Meat Fatty Acid Profile, and Digestibility in Fattening Lambs of Baluchi Breed

Soheyla shabkhan shokatabad[1], Moslem bashtani[2*] and Seyed homayoun farhangfar[2]

Submitted: 02-08-2019
Accepted: 10-12-2019

Introduction Sesame with the scientific name '*Sesamum Indicum*' belongs to the Pedaliaceae family. Sesame seeds have high oil content (42-56%) and crude protein (20-25%), as well as a source of minerals, especially calcium, phosphorus, potassium and iron. The main fatty acids in sesame include: linoleic acid (40.4 to 47.9%), oleic acid (35.9 to 42.3%), palmitic acid (7.9% to 12%) and stearic acid (6.1 to 4.8 %). Historically, the purpose of agricultural research has been focused on increasing production efficiency so that less emphasis has been on improving the profile of food products. Therefore, scientists and producers are interested in research and agricultural activities that can improve the nutritional profile of food products. Changes in animal nutrition can significantly increase the concentration of bioactive components (such as conjugated linoleic acid and omega-3 fatty acids) in animal products. The most effective strategy is to supplement ruminants with different oils or oils rich in linoleic acid or linolenic acid.

Materials and Methods In this study, 21 lambs with average initial weight of 30 ±3 kg were used. The experiment was conducted in a completely randomized design with three treatments including 0, 6 and 12% replacement of sesame meal with soybean meal with 7 replicates for 75 days (14 days adaptation). Experimental diets were adjusted using the SRNS transcription software (NRC 2007). Feed was given daily at 8 am and 4 pm. After slaughter of animals, samples of *Longissimus dorsi* muscle (ribs 12 and 13) were removed from the left carcass and after packaging to measure fatty acids in Freezer-20 °C was maintained. The fatty acid composition of sesame meal and muscle were measured. The internal marker was used to determine apparent digestibility of nutrients.

Results and Discussion Replacing sesame meal (SM) with soybean meal had no effect on nutrient digestibility and performance ($p > 0.05$). The effects of added dietary fat on performance of ruminants are reported to be varied. Such variability could be associated with differences between experiments in terms of composition of the basal diet (i.e., energy density and level of grain), level of fat inclusion, fat type and composition (i.e. contents of free and saturated fatty acids), and whether diets were formulated to be isoenergetic. The fact that the rations with fat supplements were isoenergetic and isonitrogenous may explain the absence of significant differences in animal performance. SM supplementation affected the composition of FA in meat of lamb. The SM addition decreased SFA ($p<0.01$), SFA: PUFA ($p<0.01$) and AI ($p<0.01$) while increased MUFA ($p<0.001$), PUFA ($p<0.001$), CLA and DFA ($p<0.001$). Palmitic acid (C16:0) reduced in SM treatment. Since C16 fatty acid has been introduced as a hypercholesterolemic FA, its reduction in meat and adipose tissue is beneficial to human health. Also, stearic acid (C18:0) ($p<0.05$) decreased. Endogenous synthesis of MUFA in adipose tissues involves a reduction of C16:0 and C18:0 FA catalyzed by the Δ9 –desaturase activity. It is reported that Δ9 –desaturase expression is influenced by polyphenolic compounds (46). Also, the increase in cis-9 C18:1 proportion in meat of lambs fed SM diets can be explained by the high dietary cis-9 C18:1 level in SM groups, probably combined with slow ruminal biohydrogenation. Oleic acid (cis-9 C18:1) with stearic acids (C18:0) and palmitic (C16:0) to be the most abundant. Palmitic acid increases while oleic acid decreases blood cholesterol, and stearic acid has no effect. The cis-9 C18:1 reduce human LDL-cholesterol and increase HDL-cholesterol concentrations in blood, which result in lower risk of coronary problems. CLA nutrition has been shown to have anti-cancer, anti-obesity, anti-inflammatory, and anti-atherogenic effects, as well as positive effects on serum lipids.

1-PhD student of Animal Science Department, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
2-Professor of Animal Science Department, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
(*- Corresponding Author Email: mbashtani@birjand.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.82259

Conclusion The results of this study indicated that meat FA composition of lambs can be improved from a human health perspective by inclusion of SM, as a rich source of PUFA. Addition of SM up to 12 % in lambs diet, increased the proportion of CLA, MUFA, PUFA, MUFA: SFA and PUFA:SFA ratio and decreased SFA and AI in meat. However, further investigation is needed to optimize the level of SM incorporation in animal diet.

Key words: Digestibility, Fatty acids, Sesame meal.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 437-448

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۴۸-۴۳۷

مقاله علمی- پژوهشی

فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی جیره‌های حاوی سطوح مختلف تفاله نعناع و تفاله‌کاسنی

نسیم بیابانی[۱]- فرشید فتاح نیا[۲*]- گلناز تاسلی[۳]- مهدی بهرامی یکدانگی[۴]- حمیدرضا میرزایی الموتی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲۳

چکیده

این پژوهش با هدف مطالعه پویایی تخمیر برون‌تنی تفاله نعناع و تفاله کاسنی و نیز جیره‌های حاوی سطوح مختلف آنها انجام شد. تفاله‌ها به صورت جداگانه به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد جایگزین بخش الیاف یک جیره آزمایشی شدند. فراسنجه‌های تولیدگاز، جمعیت پروتوزوآ وغلظت نیتروژن آمونیاکی تفاله‌ها و جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف آنها اندازه‌گیری و انرژی قابل متابولیسم، اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و گوارش‌پذیری ماده آلی برآورد شد. نتایج آزمایش نشان داد که میزان پروتئین خام تفاله نعناع و تفاله کاسنی به ترتیب ۱۰۵ و ۶۹/۷ ، میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی ۵۰۰ و ۶۱۰ و میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ۳۴۵ و ۴۶۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک بود. تفاله نعناع دارای فاز تأخیر، انرژی قابل متابولیسم، اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و گوارش‌پذیری ماده آلی برآورد شده بیشتری در مقایسه با تفاله کاسنی بود. جیره شاهد بالاترین و جیره دارای ۳۰ درصد تفاله نعناع کمترین میزان نرخ تولید گاز را نشان دادند. پتانسیل تولید گاز، نرخ تولید گاز، فاز تأخیر، غلظت نیتروژن آمونیاکی و کل جمعیت پروتوزوآ تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. در کل، با توجه به این نتایج و برای کاهش هزینه‌های خوراک می‌توان از تفاله نعناع و تفاله کاسنی تا ۳۰ درصد ماده خشک جیره بدون اثر نامطلوب بر فرآیند تخمیر شکمبه استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی : پویایی تخمیر، تفاله کاسنی، تفاله نعناع.

مقدمه

تأمین خوراک از مشکلات اصلی دامپروران بوده به گونه‌ای که حدود ۷۰ درصد از کل هزینه‌های پرورش دام را تشکیل می‌دهد. با توجه به افزایش روزافزون جمعیت جهان، سطح زیرکشت علوفه‌ها در طول هر دهه دو درصد کاهش می‌یابد (۱). از طرفی، ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک بیابانی است که با کمبود محصولات زراعی و علوفه‌ای مواجه است. یکی از راه‌های مقابله با کمبود خوراک دام، استفاده از فرآورده‌های جانبی صنایع تبدیلی کشاورزی است. استفاده از این محصولات می‌تواند به کاهش هزینه‌های خوراک به خصوص در کشورهای در حال توسعه کمک کند (۲۰). با توجه به افزایش جهانی تولید مواد غذایی و به دنبال آن تولید مقدار زیادی محصولات جانبی، اخیراً فشارهای اجتماعی و زیست محیطی زیادی برای استفاده کارآمد از پسماندهای کشاورزی اعمال شده است (۱۰). طی سال‌های گذشته، کارخانجات صنایع تبدیلی کشاورزی متعددی در کشور ایجاد شده است که در اغلب موارد در کنار محصول اصلی، تولیدات فرعی نیز حاصل می‌شوند. امروزه از مجموعه گیاهان اسانس‌دار در دنیا، سالانه بالغ بر ۵۰ هزار تن اسانس به‌دست می‌آید. در بین گونه‌های‌اسانس‌دار، گیاهان متعلق به سه خانواده گیاهی نعناعیان ، کاسنی و چتریان از اهمیت بیشتری برخوردارند (۲۳). سالیانه طی استخراج اسانس و عصاره، مقدار زیادی تفاله گیاهان دارویی به عنوان پسماند در این کارخانجات تولید می‌شود. براساس آمار منتشر شده، سالانه حدود ۱۱۸ میلیون تن پسماند متنوع زراعی

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام.
۲- دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام.
۳- استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری. سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی. شهرکرد.
۴- استادیار موسسه تحقیقات علوم دامی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۵-- دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان
(*- ایمیل نویسنده مسئول: ffatahnia@yahoo.com)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.80217

در کشور تولید می‌شود که از این میزان حدود ۱۸ درصد در مراحل مختلف پس از تولید به ضایعات تبدیل می‌شود. از طرفی سازمان محیط زیست با اعلام این که روزانه حدود ۴۰۰ هزار تن پسماند در بخش کشاورزی تولید می‌شود، تأکید بر این است که در صورت عدم مدیریت صحیح می‌تواند منجر به بروز فاجعه زیست محیطی در کشور شود (۲۴). در صورت شناسایی ارزش غذایی و عمل‌آوری پسماندها می‌توان از آنها به عنوان خوراک دام استفاده کرد. تغذیه دام با پسماندها سبب کاهش استفاده دام از مواد خوراکی قابل مصرف در تغذیه انسان می‌شود. همچنین با گسترش تنوع محصول و نیز پیشرفت صنایع غذایی، تنوع پسماندها افزایش یافته، به نحوی که بسیاری از آنها از نظر دامداران ناشناخته بوده و برای استفاده بهینه از آنها نیاز به اطلاعات جدید می‌باشد. بنابراین شناسایی ارزش تغذیه‌ای آنها از لحاظ اقتصادی حائز اهمیت می‌باشد (۷). نشخوارکنندگان به دلیل شرایط خاص شکمبه خود قادر به استفاده از محصولات فرعی زراعی و فراورده‌های جانبی کارخانجات صنایع تبدیلی کشاورزی برای تأمین نیازهای نگه‌داری، رشد و تولید خود می‌باشند. بنابراین با توجه به محدودیت علوفه در کشور، استفاده‌ی بهینه از این محصولات جهت تأمین خوراک دام ضروری می‌باشد (۲). جیره‌های حاوی این فرآورده‌های فرعی الیافی باعث حفظ pH شکمبه می‌شوند. زیرا سوبسترای قابل تخمیر را برای باکتری‌های تجزیه کننده سلولز فراهم می‌کنند، بنابراین فرآورده‌های فرعی الیافی می‌توانند جایگزین بخشی از علوفه جیره شوند (۲۴). طی آزمایشی گزارش شده است که استفاده از محصولات فرعی نعناع به عنوان جایگزین بخشی از علوفه جیره، اثر نامطلوبی بر فرآیند تخمیر در شکمبه نداشت (۶). پژوهش‌های مختلفی اثر تفاله گیاهان دارویی به عنوان جایگزین مواد خشبی در جیره دام را مورد بررسی قرار دادند که فراسنجه‌های شکمبه را به نحو مطلوبی تحت تأثیر قرار دادند (۱۱، ۱۵ و ۱۶). نوشادی و همکاران (۱۹) گزارش کردند که تفاله مرزه به عنوان جایگزین یونجه جیره با کاهش میزان تولید نیتروژن آمونیاکی بازده استفاده از نیتروژن را بهبود بخشید. همچنین پژوهش‌های مشابه نشان داده که تفاله‌های مرکبات، انگور و برگ مو اثر مطلوبی بر فرآیند تخمیر شکمبه دارند (۱۲ و ۱۵). از آنجا که تاکنون پژوهش مشابهی در مورد کنیتیک هضم جیره‌های حاوی تفاله کاسنی و تفاله نعناع انجام نشده است، بنابراین آزمایش حاضر با هدف مطالعه ترکیب شیمیایی و کینتیک تخمیر تفاله کاسنی و تفاله نعناع و جیره‌های حاوی تفاله کاسنی و تفاله نعناع انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه تغذیه دام گروه علوم دامی دانشگاه ایلام انجام شد. نمونه‌های تفاله نعناع و تفاله کاسنی از کارخانه عرقیات گربان واقع در استان کرمانشاه (شهرستان هرسین) تهیه شد. هر کدام از تفاله‌ها به صورت جداگانه به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد ماده خشک جایگزین بخش الیاف یک جیره پایه شدند. جیره‌ها برای میش متعادل شدند (۱۸) و شامل ۶۰ درصد علوفه و ۴۰ درصد کنسانتره براساس ماده خشک بودند. جیره‌های آزمایشی شامل: ۱- جیره پایه (بدون تفاله نعناع یا کاسنی)، ۲- جیره پایه دارای ۱۰ درصد تفاله کاسنی، ۳- جیره پایه دارای ۲۰ درصد تفاله کاسنی، ۴- جیره پایه دارای ۳۰ درصد تفاله کاسنی، ۵- جیره پایه دارای ۱۰ درصد تفاله نعناع، ۶- جیره پایه دارای ۲۰ درصد تفاله نعناع و ۷- جیره پایه دارای ۳۰ درصد تفاله نعناع بودند (جدول۱).

تفاله‌های کاسنی و نعناع، به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۶۰ درجه سلسیوس خشک و سپس به قطعات ۲ میلی‌متری آسیاب شدند. ترکیب شیمیایی آنها شامل خاکستر، ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام (۳)، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز با دستگاه تجزیه فیبر فایبرتک براساس روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد (۲۲). درصد ماده آلی جیره از اختلاف ماده خشک از خاکستر محاسبه شد.

برای برآورد فراسنجه‌های تولید گاز، مایع شکمبه از دو رأس گوسفند نر کردی دارای فیستولای شکمبه با میانگین وزن زنده ۶۰ کیلوگرم جمع آوری شد. این گوسفندان در جایگاه انفرادی و با آخور و آبخوری مجزا نگهداری می‌شدند و با یک جیره کاملا مخلوط حاوی۷۰ درصد علوفه و ۳۰ درصد کنسانتره در سطح نگهداری تغذیه شدند. جیره در دو نوبت صبح و عصر به گوسفندان داده می‌شد. نمونه مایع شکمبه قبل از خوراک نوبت صبح جمع آوری و درون یک فلاسک که از قبل با آب ۳۹ درجه سلسیوس پر شده بود، ریخته شد. مایع شکمبه با چهار لایه پارچه کتان صاف شد. بافر تهیه شده با نسبت دو به یک با مایع شکمبه مخلوط شد. ۴۰ میلی‌لیتر از مخلوط مایع شکمبه و بافر به ویال‌های حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه‌های آزمایشی (تفاله‌ها و جیره‌های آزمایشی) در ۳ تکرار اضافه شد (۱۴). سپس ۱۵ ثانیه دی اکسیدکربن تزریق و بلافاصله درپوش لاستیکی

ویال‌ها گذاشته شد و با استفاده ازمحافظ آلومینیومی مخصوص پرس گردید. میزان گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸ ،۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ ، ۹۶ و ۱۲۰ساعت پس از شروع انکوباسیون با فشارسنج (مدل Testo Digitalmonomer 512) قرائت شد. برای تصحیح میزان گاز، ۴۰ میلی لیتر از مخلوط مایع شکمبه و بافر داخل سه ویال فاقد نمونه آزمایشی ریخته شد (بلانک). برآورد فراسنجه‌های تولید گاز از با استفاده از نرم افزار آماری SAS و مدل فرانس به صورت معادله زیر به دست آمد (۸).

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده جیره‌های آزمایشی (براساس درصد از ماده خشک)

Table 1- Ingredients of experimental diets (% of DM)

ماده خوراکی Feedstuff	جیره‌های آزمایشی۱ Experimental diets [1]						
	1	2	3	4	5	6	7
علوفه خشک یونجه Alfalfa hay	39	30	20	10	30	20	10
کاه گندم Wheat straw	21	15	12	9	18	16	12
تفاله نعناع Mint pulp	0	0	0	0	10	20	30
تفاله کاسنی Chicory pulp	0	10	20	30	0	0	0
دانه جو Barley grain	13	14	15	16	14	14	13
دانه ذرت Corn grain	16	16	15	15	14	14	15
سبوس گندم Wheat bran	8	12	13	12	11	11	13
کنجاله سویا Soybean meal	0	0	2	0	0	2	4
مکمل مواد معدنی و ویتامین Mineral and Vitamin Supplement	3	3	3	3	3	3	3
ترکیب شیمیایی Chemical composition							
انرژی قابل متابولیسم[۲] (مگا ژول) Metabolizable energy [2] (MJ)	2.20	2.20	2.14	2.10	2.16	2.12	2.11
پروتئین خام (درصد از ماده خشک) Crude protein (% of DM)	12.80	12.50	12.40	12.50	12.40	12.31	12.41

[۱] جیره‌های آزمایشی شامل ۱- جیره پایه (بدون تفاله نعناع یا تفاله کاسنی)، ۲- جیره پایه دارای ۱۰ درصد تفاله کاسنی، ۳- جیره پایه دارای ۲۰ درصد تفاله کاسنی، ۴- جیره پایه دارای ۳۰ درصد تفاله کاسنی، ۵- جیره پایه دارای ۱۰ درصد تفاله نعناع، ۶- جیره پایه دارای ۲۰ درصد تفاله نعناع و ۷- جیره پایه دارای ۳۰ درصد تفاله نعناع.

[۲] مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک.

[1] Experimental diets: 1- Basal diet (without mint pulp or chicory pulp), 2- Basal diet containing 10 % chicory pulp, 3- Basal diet containing 20 % chicory pulp, 4- Basal diet containing 30 % chicory pulp, 5- Basal diet containing 10 % mint pulp, 6- Basal diet containing 20 % mint pulp and 7- Basal diet containing 300 % mint pulp.

[2] Mcal/kg DM.

$$Y = A\times(1-\exp-b(time-L)-C(time^{1/2}-L^{1/2}))$$

Y: میزان گاز تجمعی تولید شده در زمان

A : میزان گاز تولیدی توسط بخش بالقوه قابل تخمیر خوراک

B : سرعت کل تولید گاز (میلی‌لیتر بر ساعت)

C : نرخ ثابت تولید گاز در زمانی که نصف پتانسیل گاز تولید شده است (میلی‌لیتر بر ساعت$^{1/2}$)

L : فاز تأخیر

t : زمان

برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی و شمارش جمعیت پروتوزوآ یک آزمون تولید گاز به مدت ۲۴ ساعت انجام شد. پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، بلافاصله بعد از بازکردن ویال‌ها دو میلی‌لیتر از مایع درون ویال با پنج میلی‌لیتر محلول اسیدکلریدریک ۰/۲ نرمال رقیق شد و تا روز اندازه‌گیری در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. نیتروژن آمونیاکی با استفاده از اسپکتروفتومتر به روش فنول هیپوکلریت اندازه‌گیری شد (۴). برای شمارش جمعیت پروتوزوآها پنج میلی‌لیتر از مایع شکمبه با پنج میلی‌لیتر محلول فرمالین ۵۰ درصد رقیق شد. دو قطره رنگ سبز بریلیانت به آن اضافه و به خوبی تکان داده شد. ۲۴ ساعت بعد از افزودن رنگ، شمارش پروتوزوآها با استفاده از از لام نئوبار و میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۱۰ انجام شد (۵). میزان انرژی قابل متابولیسم و گوارش‌پذیری ماده آلی با استفاده از روابط زیر برآورد شد (۱۴):

۲/۲ + ۰/۱۳۶GP + ۰/۰۵۷CP= (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) انرژی قابل متابولیسم

۱۴/۸۸ + ۰/۸۸۹GP +۰/۰۴۵CP = (درصد) گوارش‌پذیری ماده آلی

اسیدهای چرب زنجیر کوتاه با استفاده از رابطه زیرمحاسبه شد (۱۳).

۰ /۰۲۲۲ GP – ۰/۰۰۴۲۵= (میلی‌مول) اسیدهای چرب زنجیر کوتاه

که در این روابط GP : حجم گاز حاصل از ۲۴ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر) وCP : پروتئین خام (درصد) است.

داده‌های حاصل در قالب طرح کاملا تصادفی و براساس رویه خطی ساده تعمیم یافته نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) و با استفاده از مدل آماری $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ تجزیه واریانس شدند که Y_{ij} = متغیر وابسته، μ = میانگین کل، T_i= اثر جیره آزمایشی و e_{ij} = اثر خطای آزمایشی است. میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی مورد مقایسه قرار گرفت و اثرات عوامل مذکور در مدل در سطح احتمال کمتر یا مساوی ۰/۰۵ معنی‌دار تلقی شدند و تمایل به معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۱۰ – ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. مقایسات مستقل جیره شاهد با جیره‌های حاوی تفاله نعناع و جیره شاهد با جیره‌های حاوی تفاله کاسنی و نیز جیره‌های حاوی تفاله نعناع با جیره‌های حاوی تفاله کاسنی صورت گرفت.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی تفاله نعناع و تفاله کاسنی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

Table 2- Chemical composition of Mint pulp and Chicory pulp (g/kg DM)

ترکیب شیمیایی Chemical composition	تفاله نعناع Mint pulp	تفاله کاسنی Chicory pulp
ماده خشک DM	180	222
ماده آلی OM	920	830
خاکستر Ash	80	170
پروتئین خام CP	105	69.7
عصاره اتری EE	20	165
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	500	610
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF	345	460

نتایج و بحث

جدول ۲ ترکیب شیمیایی تفاله‌های نعناع و کاسنی را نشان می‌دهد. مقایسه ترکیب شیمیایی تفاله کاسنی و تفاله نعناع با علوفه یونجه به عنوان متداول‌ترین علوفه در تغذیه دام نشان می‌دهد میزان پروتئین خام تفاله نعناع (۱۰/۵ درصد ماده خشک) علی‌رغم ساختار الیافی آن نسبتا بالا و در حدود نصف پروتئین خام علوفه یونجه (۱۹/۲

درصد ماده خشک) بود. میزان الیاف غیرقابل حل در شوینده خنثی و الیاف غیرقابل حل در شوینده اسیدی تفاله کاسنی و تفاله نعناع تا حدودی بالاتر از علوفه یونجه (به ترتیب ۴۱/۶ و ۳۲/۸ درصد ماده خشک) بود (۱۷). با توجه به ترکیب شیمیایی تفاله‌های نعناع و کاسنی می‌توان از آنها تا حدودی به عنوان جایگزینی مناسب برای علوفه یونجه مورد استفاده قرار داد.

جدول ۳ میزان تولید گاز و فراسنجه‌های پویایی گاز را نشان می‌دهد. تفاله نعناع در مقایسه با تفاله کاسنی دارای فاز تأخیر بیشتری بود (P <۰/۰۵). سرعت تولید گاز (P =۰/۰۶) و نرخ ثابت تولید گاز (P =۰/۰۸) تمایل به معنی‌داری نشان داد به طوری‌که نرخ کل تولید گاز در تفاله کاسنی در مقایسه با تفاله نعناع بیشتر بود ولی نرخ ثابت تولید گاز در تفاله نعناع بیشتر از تفاله کاسنی بود. بین تفاله‌ها هیچ گونه تفاوت معنی‌داری از نظر پتانسیل تولیدگاز، غلظت نیتروژن آمونیاکی و جمعیت کل پروتوزوآ مشاهده نشد.

در انکوباسیون مواد خوراکی با مایع شکمبه بافری شده به روش برون‌تنی، کربوهیدرات‌های موجود در ماده خوراکی تخمیر شده و گازها، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و سلول میکروبی تولید می‌کنند. گاز حاصل از تخمیر پروتئین در مقایسه با تخمیر کربوهیدرات‌ها نسبتا کمتر است. گاز تولید شده از روش آزمون گاز، گاز مستقیم تولیدی از تخمیر به علاوه گاز غیر مستقیم تولید شده از بافری شدن اسیدهای چرب کوتاه زنجیر است. از تخمیر مواد الیافی به استات و بوتیرات گاز تولید می‌شود در حالی که از تخمیر کربوهیدرات‌های سریع تخمیر به پروپیونات به طور نسبی گاز کمتری فقط به واسطه بافری شدن اسیدهای چرب فرار تولید می‌شود (۱۳). افزایش فاز تأخیر می‌تواند به این دلیل باشد که جمعیت میکروبی باید تکثیر یافته و بر ذرات خوراک برای تشکیل بیوفیلم کلونی تشکیل دهند (۵). تفاله نعناع در مقایسه با تفاله کاسنی دارای میزان بیشتری کربوهیدرات محلول است و با توجه به کاهش تعداد پروتوزوآ (P =۰/۰۷)، احتمالاً کاهش میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده سلولز موجب افزایش فاز تأخیر در تفاله نعناع در مقایسه با تفاله کاسنی شده باشد. مشخص شده است که در زمان تقطیر گیاهان دارویی کربوهیدرات محلول موجود در گیاه به طور کامل از آن استخراج نمی‌شود و در تفاله گیاه باقی می‌ماند که با توجه به نوع گیاه می‌تواند جمعیت میکرارگانیسم‌های شکمبه را تحت تأثیر قرار دهد. استفاده از سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد از تفاله مرزه به عنوان جایگزین علوفه یونجه موجب کاهش پتانسیل تولید گاز شد (۱۹).

جدول ۳- فراسنجه‌های تولید گاز، غلظت نیتروژن آمونیاکی و کل جمعیت پروتوزوآ تخمیر تفاله نعناع و تفاله کاسنی

Table 3- Gas production parameters, N-ammonia concentration and total protozoa population of Mint pulp and Chicory pulp fermentation

فراسنجه‌ها Parameters	تفاله نعناع Mint pulp	تفاله کاسنی Chicory pulp	SEM	P-Value
پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر به ازاء ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) A (ml/200 mg of DM)	60.78	63.72	10.7	0.85
سرعت کل تولید گا (میلی‌لیتر بر ساعت) B (ml/h)	0.01	0.03	0.01	0.06
نرخ ثابت تولید گاز (میلی‌لیتر بر ساعت) C (ml/h)	0.12	0.04	0.02	0.08
فاز تأخیر (ساعت) Lag time (h)	1.27[a]	0.48[b]	0.02	0.02
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) N-ammonia (mg/dl)	5.71	5.50	0.88	0.98
کل جمعیت پروتوزوآ (لگاریتم بر پایه ۱۰ به ازاء هر گرم مواد هضمی) Total Protozoa population (log10/g digesta)	3.15	3.19	0.72	0.07

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار (P < 0.05) است.

Different letters in each row indicates significant difference (P<0.05).

برآورد انرژی قابل متابولیسم، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و گوارش‌پذیری ماده آلی تفاله نعناع و تفاله کاسنی در جدول ۴ ارائه شده است. میزان انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (P <۰/۰۵) و گوارش‌پذیری ماده آلی (P <۰/۰۱) تفاله نعناع در مقایسه با تفاله کاسنی به طور معنی‌داری بالاتر بود و علت آن را شاید بتوان به بالاتر بودن میزان پروتئین خام تفاله نعناع در مقایسه با تفاله

کاسنی ارتباط داد. همبستگی مثبتی بین انرژی قابل متابولیسم محاسبه شده از روش تولید گاز با محتوی پروتئین خام خوراک‌های متداول اندازه‌گیری شده با روش درون‌تنی وجود دارد (۱۳). با توجه به نتایج پژوهش حاضر میزان انرژی متابولیسمی تفاله نعناع (۷/۱۵ مگاژول در کیلوگرم) و تفاله کاسنی (۵/۲۸ مگاژول در کیلوگرم) در محدوده قابل قبولی است به خصوص تفاله نعناع که میزان انرژی آن به انرژی متابولیسم یونجه (۸/۲۰ مگاژول در کیلوگرم) به عنوان یکی از علوفه‌های رایج در تغذیه دام بسیار نزدیک است (۱۷).

جدول ٤– برآورد انرژی قابل متابولیسم، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و گوارش‌پذیری ماده آلی تفاله نعناع و تفاله کاسنی

Table 4 – Estimated metabolizable energy, short chain fatty acids and organic matter digestibility of Mint pulp and Chicory pulp

فراسنجه‌ها Parameters	تفاله نعناع Mint pulp	تفاله کاسنی Chicory pulp	SEM	P-Value
انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم) ME (MJ/kg)	7.15[a]	5.28[b]	0.29	<0.01
اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول به ازاء ۲۰۰ می‌گرم ماده خشک) SCFA (mmol/200 mg of DM)	0.28[a]	0.16[b]	0.19	<0.01
گوارش‌پذیری ماده‌آلی (درصد) OMD (%)	31.41[a]	25.81[b]	0.76	<0.01

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) است.

Different letters in each row indicates significant difference ($P<0.05$).

جدول ۵ فراسنجه‌های تولید گاز و تخمیر جیره‌های دارای سطوح مختلف تفاله کاسنی و تفاله نعناع را نشان می‌دهد. سطوح مختلف جایگزینی تفاله نعناع و کاسنی در جیره تأثیری بر پتانسیل تولید گاز، سرعت کل تولید گاز و فاز تأخیر نداشت. جیره شاهد بیشترین و جیره حاوی ۳۰ درصد تفاله نعناع کمترین سرعت تولید گاز در زمانی که نصف پتانسیل گاز تولید می‌شود را در مقایسه با سایر جیره‌ها داشتند ($P \leq ۰/۰۵$). با توجه به این که دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز همبستگی منفی با نرخ ثابت تولید گاز دارد، کاهش مقدار دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز موجب افزایش نرخ ثابت تولید گاز می‌شود که علت آن می‌تواند افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها با افزایش دسترسی به کربوهیدرات‌های محلول باشد (۹). در آزمایش حاضر، با توجه به این که بیشترین درصد اختلاف در اجزای جیره شاهد و ۳۰ درصد تفاله نعناع مربوط به بخش یونجه و تفاله نعناع است. تفاوت بین نرخ ثابت تولید گاز در آنها می‌تواند به علت بالاتر بودن میزان کربوهیدرات‌های سریع التخمیر علوفه یونجه در مقایسه با تفاله نعناع باشد. مقایسه مستقل بین جیره‌های حاوی سطوح مختلف تفاله نشان می‌دهد که هیچ تفاوتی به لحاظ فراسنجه‌های تولید گاز بین جیره‌های حاوی تفاله نعناع با جیره‌های حاوی تفاله کاسنی، جیره شاهد با جیره‌های حاوی تفاله کاسنی و جیره شاهد با جیره‌های حاوی تفاله نعناع وجود نداشت. اما در مقایسه بین جیره شاهد با سایر جیره‌های آزمایشی نرخ تولید گاز در زمانی که نصف پتانسیل گاز تولید می‌شود، تمایل به معنی‌داری داشت ($P = ۰/۰۹$) که با توجه به دلایل ذکر شده در متن فوق نشان می‌دهد استفاده از ۳۰ درصد تفاله نعناع در جیره می‌تواند موجب کاهش نرخ ثابت تولید گاز در مقایسه با جیره شاهد شود. غلظت نیتروژن آمونیاکی و جمعیت کل پروتوزوآهای جیره‌های آزمایشی با یکدیگر تفاوتی نداشتند. مشابه نتایج حاضر جایگزینی سطوح مختلف تفاله مرزه (۲۵، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) با علوفه یونجه در جیره بره‌های پرواری، جمعیت پروتوزوآها در تیمارهای مختلف را تحت تأثیر قرار نداد اما میزان نیتروژن آمونیاکی در جیره‌های حاوی تفاله در مقایسه با جیره شاهد کاهش یافت (۱۹). مقایسه مستقل بین جیره‌ها تفاوت معنی‌داری را بین جیره‌های حاوی تفاله نعناع و جیره‌های حاوی تفاله کاسنی، جیره شاهد با جیره‌های حاوی تفاله، جیره شاهد با جیره حاوی تفاله کاسنی و جیره شاهد با جیره‌های حاوی تفاله نعناع از لحاظ غلظت نیتروژن آمونیاکی و جمعیت کل پروتوزوآ نشان نداد.

برآورد انرژی قابل متابولیسم، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و گوارش‌پذیری ماده آلی جیره‌های حاوی سطوح مختلف تفاله نعناع و تفاله کاسنی در جدول ۶ ارائه شده است. انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر جیره‌های آزمایشی تحت تأثیر سطوح مختلف تفاله نعناع و تفاله کاسنی قرار نگرفت. مقایسات مستقل بین جیره‌های حاوی تفاله نعناع و جیره‌های حاوی تفاله کاسنی، جیره شاهد و جیره‌های آزمایشی، جیره شاهد و جیره‌های حاوی تفاله کاسنی و جیره شاهد و جیره‌های حاوی تفاله نعناع نشان داد که تفاوتی در انرژی قابل متابولیسم، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و گوارش‌پذیری ماده آلی وجود نداشت.

جدول ۵- فراسنجه‌های تولید گاز، غلظت نیتروزن آمونیاکی و جمعیت کل پروتوزوآ جیره‌های حاوی سطوح مختلف تفاله نعناع و تفاله کاسنی

Table 5- Gas production parameters, N-ammonia concentration and total protozoa population of diets containing different levels of mint pulp and chicory pulp

فراسنجه‌ها parameters	تیمارها [1] Treatments[2]							SEM	P-Value	مقایسات مستقل[3] Contrasts[4]			
	1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4
پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر به ازاء ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) A (ml/200 mg of DM)	127.7	137.8	120.9	134.4	149	131.4	177.7	6.10	0.15	0.46	0.40	0.85	0.85
سرعت کل تولید گاز (میلی‌لیتر بر ساعت) B (ml/h)	0.004	0.004	0.009	0.001	0.005	0.003	0.001	0.01	0.32	0.21	0.94	0.80	0.80
نرخ ثابت تولید گاز (میلی‌لیتر بر ساعت) C (ml/h)	0.21[a]	0.19[ab]	0.16[ab]	0.11[ab]	0.16[ab]	0.15[ab]	0.10[b]	0.03	0.05	0.12	0.09	0.15	0.15
فاز تأخیر (ساعت) Lag time (h)	0.60	0.83	0.38	0.45	0.71	0.44	0.97	0.18	0.19	0.67	0.86	0.83	0.83
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) N-ammonia (mg/dl)	15.91	17.04	22.90	15.75	27.23	20.64	14.35	8.96	0.93	0.73	0.71	0.80	0.80
جمعیت کل پروتوزوآ (لگاریتم بر مبنای ۱۰ در هر گرم مواد هضمی) Total Protozoa population (log 10/g digesta)	3.35	3.12	3.16	3.33	3.14	3.13	2.96	0.12	0.33	0.12	0.15	0.33	0.33

[1] تیمارها: ۱. جیره پایه فاقد تفاله، جیره‌های ۲، ۳ و ۴ جیره پایه حاوی به ترتیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد تفاله کاسنی، جیره‌های ۵، ۶ و ۷ جیره پایه حاوی به ترتیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد تفاله نعناع.

[2] Treatments: 1- Basal diet without pulp. 2, 3 and 4 diets containing 10, 20 and 30 percent chicory pulp respectively. 5, 6 and 7 diets containing 10, 20 and 30 percent mint pulp respectively.

[3] مقایسات مستقل بین: ۱. جیره‌های حاوی تفاله نعناع با جیره‌های حاوی تفاله کاسنی.۲. جیره شاهد با سایر جیره‌های آزمایشی،۳. جیره شاهد با جیره‌های حاوی تفاله کاسنی(۲، ۳ و ۴)، ۴. جیره شاهد با جیره‌های حاوی تفاله نعناع (۵، ۶ و۷).

[4] Contrasts: 1- diets containing mint pulp and diets containing chicory pulp, 2- control diet with other diets, 3- control diet with diets containing chicory pulp, 4- control diet with diets containing mint pulp.

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) است.

Different letters in each row indicates significant difference ($P<0.05$).

جدول ٦- برآورد انرژی قابل متابولیسم، کل اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و گوارش‌پذیری ماده آلی جیره‌های حاوی سطوح مختلف تفاله نعناع و تفاله کاسنی

Table 6 - Estimated metabolizable energy, short chain fatty acids and organic matter digestibility of diets containing different levels of Mint pulp and Chicory pulp

فراسنجه‌ها	تیمارها[1] Treatments[2]									مقایسات مستقل[3] Contrast[4]			
parameters	1	2	3	4	5	6	7	SEM	P-Value	1	2	3	4
انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم) ME (MJ/kg)	7.50	7.02	7.22	7.44	6.67	7.26	7.97	0.41	0.48	0.73	0.62	0.58	0.58
کل اسیدهای چرب فرار (میلی‌مول بر ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) SCFA (mmol/200 mg of DM)	0.74	0.66	0.70	0.73	0.61	0.70	0.82	0.50	0.50	0.71	0.62	0.60	0.60
گوارش‌پذیری ماده‌آلی (درصد) OMD (%)	50.47	47.35	48.61	50.09	45.06	48.91	50.53	0.49	0.49	0.73	0.60	0.58	0.58

[1] تیمارها: ۱. جیره پایه فاقد تفاله، جیره‌های ۲، ۳ و ۴ جیره پایه به ترتیب حاوی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد تفاله کاسنی، جیره‌های ۵، ۶ و ۷ جیره پایه به ترتیب حاوی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد تفاله نعناع.

[2] Experimental diet: 1- Basal diet without pulp. 2, 3 and 4 diets containing 10, 20 and 30 percent chicory pulp respectively. 5, 6 and 7 diets containing 10, 20 and 30 percent mint pulp respectively.

[3] مقایسات مستقل بین: ۱. جیره‌های حاوی تفاله نعناع با جیره‌های حاوی تفاله کاسنی.۲. جیره شاهد با سایر جیره‌های آزمایشی،۳. جیره شاهد با جیره‌های حاوی تفاله کاسنی(۲، ۳ و ۴)، ۴. جیره شاهد با جیره‌های حاوی تفاله نعناع (۵، ۶ و۷).

[4] Contrasts: 1- diets containing mint pulp and diets containing chicory pulp, 2- control diet with other diets, 3- control diet with diets containing chicory pulp, 4- control diet with diets containing mint pulp.

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) است.

Different letters in each row indicates significant difference ($P<0.05$).

نتیجه‌گیری کلی

هرچند که نتایج حاصل از پژوهش برون‌تنی در مقایسه با شرایط درون‌تنی دارای محدودیت‌هایی است، اما نتایج این پژوهش نشان داد که تفاله نعناع و تفاله کاسنی دارای ترکیب شیمیایی قابل قبولی جهت تغذیه دام هستند. جایگزینی علوفه جیره با تفاله نعناع و تفاله کاسنی نتایج مشابهی با نتایج جیره شاهد داشت و در صورت تأیید این اطلاعات در آزمایش‌های درون‌تنی می‌توان از این تفاله‌ها به عنوان جایگزین بخشی از علوفه در جیره بدون تأثیر منفی بر فرآیند تخمیر شکمبه استفاده کرد.

منابع

1- Abrar, A., M. A, Sindhu, M. U. N. Khan, and M. Sarvar. 2002. Agro-industrial by-products as a potential source of livestock feed. International Journal of Agriculture and Biology, 2: 307-310.

2- Abarghoe, M., and Y. Rozbehan. 2008. Comparison of chemical compounds of two samples of nucleated olivine and non-nucleated silage pulp and determination of digestibility coefficients of olive pomace control samples. Second National Congress of Animal Sciences and Aquatic Sciences. National Animal Science Research Institute. 131-134. (In Persian).

3- AOAC International. 1995. Official methods of analysis. 16th ed. AOAC International. Washington, DC.

4- Broderik, 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.

5- Dehority, B. A. 2003. Rumen Microbiology. Nottingham University Press First published.

6- Djouvinov, D., D. Pavlov, A. Ilchev, and E. Enev, 1997. Peppermint (Mentha piperita Huds.) and basil (Ocimum basilicurn L.) etheric oil by-products as roughages for sheep feeding. Animal Feed Science Technology, 68: 287-294.

7- Fazaeli H., M. Zahedifar, and H. Nouroozian. 2006. Chemical composition and ensiling of damask rose extraction residue with different additives. Animal Science Journal, 72: 58-65. (In Persian).

8- France, J., M. S. Dhanoa. M. K. Theodorou, S. G. Lister, D. R. Davies, and D. Isac. 1993. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. Journal of Theoretical Biology, 163: 99-111.

9- Gofoon, A., and I. M. Khalifa. 2007. The effects of Molasses levels on quality of Sorghum (Sorghum bicolor) silage. Research Journal of Animal and Veterinary Sciences, 2: 43-46.

10- Kasapidou, E., E. Sossidou, and P. Mitlianga. 2015. Fruit and vegetable co-products as functional feed ingredients in farm animal nutrition for improved product quality. Agriculture, 5: 1020-1034.

11- Khorami, B., A. Khadem, M. Afzalzadeh, and A. Norozian. 2012. Chemical composition, digestibility and degradability of damask rose pulp and its effect on nitrogen balance in ruminants. Animal Production, 13:38- 99. (In Persian).

12- Lashkari, M., and A. Taghizadeh. 2014. Estimation of chemical composition, degradability and fermentation parameters of citrus pulp by using nylon bags and gas production methods. Journal of Animal Science Research, 23:16-28. (In Persian).

13- Makkar, H. P. S. 2010. *In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. pp. 107–144. In Vercoe, PE Makkar, HPS, Schlink, AC (Eds.), *In vitro* Screening of plant resources for extra nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies. IAEA, Dordrecht, the Netherlands.

14- Menke, K. 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: 7-12.

15- Moghadam, M., A. Taghizadeh, and A. Ahmadi. 2012. The nutritional value of grape and raspberry leaves by using nylon bags and gas production methods. Iranian Journal of Animal Science Research, 3: 435-443. (In Persian).

16- Mirzaee, A., M. M. Saki, A. Yaghobfar, and A. Ahmadi. 2008. Investigating the nutritional value of licorice root extract and its effect on the diet of Kurdish lambs. Agricultural research: water, soil and plant in agriculture. 7:117-126. (In Persian).

17- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
18- National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
19- Noshadi, S., S. A. Azarfar, D. Alipor, and H. Khosravinia. 2015. Effects of inclusion of dried deoiled Satureja khuzistanica in finishing diet of lambs on kinetics of gas production *in vitro*. Iranian Journal of Animal Science, 45:163-171. (In Persian).
20- Saedi, S., M. Nikpor Tehrani, and A. Morvarid. 2002. Livestock and Poultry Feeds Page 15. Tehran University Press. Tehran. (In Persian).
21- Teimouri Yansari, A., H. Sadeghi, Z. Ansari-Pirsarai, and H. Mohammad-Zadeh. 2007. Ruminal dry matter and nutrient degradability of different olive cake by-products after incubation in the rumen using nylon bag technique. International Journal of Agriculture and Biology, 9: 439-442.
22- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
23- Yazdani, D., Shahnazi, s, and H. Seyfi. 2005. Planting and harvesting of medicinal plants. Institute of medicinal plants, Volume One. (In Persian).
24- Zinati fakhrabad, H., Kh. Kalantari, and Z. Najafian. 2015. Investigating and explaining the limitations and capabilities of waste management in agricultural sector of Golestan province. International Conference on Sustainable Development, Ideas and Challenges of Agriculture. Tabriz. (In Persian).

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 437-448

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۴۸-۴۳۷

In vitro Fermentation Parameters of Diets Containing Different Levels of Mint Pulp and Chicory Pulp

Nasim Biabani[1], Farshid Fatahnia[2*], Golnaz Taasoli[3], Mehdi Bahrami yekdangi[4] and Hamid reza Mirzaie alamouti[5]

Submitted: 22-04-2019
Accepted: 14-12-2019

Introduction The world average yield of essential oil is around 50000 ton/year which means that large amounts of apparently useless plant residues are produced. These residues do not have a specific commercial use, so it would be a very interesting alternative to provide feed for livestock. Agro-industrial co-products, can be effectively consumed by ruminant species. Since, many parts of Iran have arid and semi-arid climate, and there is feed shortage during the year, hence agro-industrial co-products can be used as animal feed. This experiment was aimed to study the chemical compositions and *in vitro* rumen fermentation of mint pulp and chicory pulp and experimental diets containing different levels of mint pulp and chicory pulp.

Materials and Methods Fresh mint pulp and chicory pulp were collected from an agro industry processing factory. Chemical compositions (dry matter, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, crude protein and ash), *in vitro* gas production parameters, total protozoa population and N-ammonia concentration of mint pulp and chicory pulp were measured. Each pulp separately included at three levels (10, 20 and 30 % of DM) in a basal diet. Experimental diets were: 1- Basal diet, 2- basal diet containing 10% chicory pulp, 3- basal diet containing 20% chicory pulp, 4- basal diet containing 30% chicory pulp, 5- basal diet containing 10% mint pulp, 6- basal diet containing 20% mint pulp and 7- basal diet containing 30% mint pulp. Basal diet formulated for ewes and contained 12.5 % CP and 2.20 Mcal metabolisable energy (ME) /Kg of diet. *In vitro* gas production parameters, total protozoa population and N-ammonia concentration of diets were measured and ME, short chain fatty acids (SCFA) and organic matter digestibility (OMD) were estimated. For *in vitro* gas production tests, the rumen fluid was taken from two rumen fistulated Kurdish rams. For measuring kinetic parameters of gas production, 200 mg of samples were incubated with 40 ml of buffered-rumen fluid for 120 hours. The cumulative produced gas was recorded at different times of incubation and gas production parameters were fitted to an exponential equation. For estimating ME, OMD and total VFA, 40 ml buffered rumen fluid was added to 200 mg of diets and incubated at 39 °C for 24 hours. After 24 hours of incubation, gas production recorded and ME, OMD and SCFA were estimated. Rumen protozoa population were identified after 24 hours incubation. Five ml of buffered rumen fluid was pipetted into a screw-capped test tube containing 5 ml of formalin. Thereafter, two drops of brilliant green dye (2 g brilliant green and 2 ml glacial acetic diluted to 100 ml with distilled water) were added to the test tube, mixed thoroughly and allowed to stand overnight at room temperature. Total and differential counts of protozoa were made with five replications. All *in vitro* gas production trials were carried out in three runs. Data were analyzed based on a completely randomized design using Proc GLM of SAS software. The differences among treatments were evaluated using Tukey adjustment when the overall F-test was $P \leq 0.05$. Trends were declared when $0.05 < P \leq 0.10$. In addition, independent comparisons were done for diets containing mint pulp vs. diets containing chicory pulp.

Results and Discussion The results showed that mint pulp contains 105, 500 and 345 g/kg of CP, NDF and

1- Graduated Ms Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University.
2- Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University (Corresponding Author).
3- Assistant Professor, Department of Animal Science, Chaharmahal Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sharekord, Iran.
4- Assistant Professor, Animal Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
5- Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Zanjan Unicersity.
(*- Corresponding Author Email: ffatahnia@yahoo.com)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.80217

ADF respectively and chicory pulp contains 69.7, 610 and 465 g/kg of CP, NDF and ADF respectively. Mint pulp had greater lag phase than chicory pulp (P<0.05) and potential of gas production did not differ between two pulps. Mint pulp had greater estimated ME, SCFA and OMD in compare to chicory pulp (P<0.01). Potential and rate of gas production, N- ammonia concentration, total protozoa population, estimated ME, SCFA and OMD were not different among all experimental diets (P>0.05). The constant rate of gas production when half the potential of gas is produced was different among experimental diets (P=0.05), so that basal diet and diet containing 30 % of mint pulp had the highest and lowest value, respectively.

Conclusion Considering the obtained data regarding the chemical compositions and gas production parameters, it is concluded that mint pulp and chicory pulp could be used as a part of forage portion in ruminant nutrition. More experiments are needed to study the inclusion of mint pulp and chicory pulp in diets of productive ruminants.

Key words: Chicory pulp, Fermentation kinetics, Mint pulp.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 449-465

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۶۵-۴۴۹

مقاله علمی- پژوهشی

تأثیر جیره‌های گلوکوژنیک، لیپوژنیک و مخلوط آن‌ها بر عملکرد، انتخاب خوراک، تخمیر شکمبه و برخی متابولیت‌های خونی در گوساله‌های شیری هلشتاین

سعید صیدالی دولت آباد[۱]- محسن ساری[۲*]- غلامرضا قربانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۳
تاریخ پذیرش۱۳۹۸/۱۱/۰۸

چکیده

دو آزمایش با هدف بررسی اثرات منبع انرژی خوراک استارتر بر مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه، رشد اسکلتی و برخی فراسنجه‌های شکمبه و خون در دوره پیش و پس از شیرگیری (آزمایش اول) و ترجیح مصرف آن‌ها پس از شیرگیری (آزمایش دوم) در گوساله‌های هلشتاین انجام شد. در آزمایش اول، ۳۰ رأس گوساله ماده (سن چهار روز و وزن اولیه ۲/۰ ± ۳۹/۰ کیلوگرم) در قالب طرح کاملاً تصادفی به تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره گلوکوژنیک، ۲- جیره لیپوژنیک و ۳- جیره مخلوط اختصاص یافتند. مصرف خوراک به صورت انفرادی و روزانه اندازه‌گیری ثبت شد. همه گوساله‌ها هنگام تولد و پس از آن به صورت هفتگی تا پایان دوره آزمایش وزن کشی شدند. شاخص‌های رشد اسکلتی در زمان ورود به طرح، روز ۵۷ و در پایان دوره آزمایش (روز ۷۰) اندازه‌گیری شد. نمونه خون و مایع شکمبه در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش اخذ شد. در آزمایش دوم، ۲۰ رأس گوساله ماده هلشتاین در آزمون انتخاب خوراک بین جیره‌های گلوکوژنیک و لیپوژنیک مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج آزمایش اول نشان داد که مصرف ماده خشک در گروه تغذیه شده با جیره مخلوط در دوره پس از قطع شیر نسبت به دو گروه دیگر بالاتر بود. غلظت گلوکز (روز ۳۵ و ۷۰) و بتا- هیدروکسی بوتیرات پلاسما (روز ۷۰) به ترتیب در تیمار گلوکوژنیک و لیپوژنیک در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر بود. pH مایع شکمبه و غلظت استات در گوساله‌های تغذیه شده با جیره لیپوژنیک، نسبت به گوساله‌های تغذیه شده با جیره گلوکوژنیک و مخلوط بیشتر بود. نتایج آزمایش دوم، ترجیح گوساله‌ها به جیره لیپوژنیک را در مقایسه با جیره گلوکوژنیک نشان داد. نتایج این مطالعه نشان داد که جیره‌های آغازین گلوکوژنیک و لیپوژنیک تأثیر متفاوتی بر عملکرد ندارند و جیره مخلوط روند افزایشی در مصرف خوراک را نشان داد که بر این اساس می‌توان این الگوی جیره را قابل توصیه برای مصرف در شرایط مزرعه‌ای دانست.

واژه‌های کلیدی: خوراک آغازین، سطح نشاسته، عملکرد رشد، منابع انرژی

مقدمه

مصرف ماده خشک و نوع ترکیب آن، عامل اصلی توسعه شکمبه در گوساله‌های شیرخوار است. مصرف زود هنگام خوراک جامد برای تحریک رشد، توسعه سریع شکمبه، پایین آوردن سن از شیرگیری، تسهیل عبور از مرحله پیش نشخوارکنندگی به نشخوارکنندگی و داشتن یک شکمبه فعال و کارآمد ضروری است. این انتقال شامل تعدادی تغییرات آناتومیکی و فیزیولوژیکی در بافت پوششی پیش معده می باشد؛ زیرا بافت‌ها باید از وابستگی به گلوکز تأمین شده توسط شیر خارج شده و به استفاده از اسیدهای چرب کوتاه زنجیر به عنوان پیش ماده تأمین کننده انرژی، عادت نمایند (۴). در مطالعات سوخت و ساز شکمبه‌ای به اسیدهای بوتیریک و پروپیونیک تولید شده در شکمبه به عنوان محرک اصلی فرآیند توسعه و بلوغ شکمبه اشاره شده است (۱۱). یکی از شاخص‌هایی که به طور غیرمستقیم نشان دهنده توسعه شکمبه می‌باشد، غلظت بتا- هیدروکسی بوتیرات پلاسمای خون است. افزایش سطح بتا- هیدروکسی بوتیرات خون در گوساله‌ها نشان دهنده افزایش بافت شکمبه، تعداد سلول و توسعه و

۱- دانشجوی دکتری تغذیه دام گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.
۳- استاد گروه علوم دامی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
(*- ایمیل نویسنده مسئول: m.sari@asnrukh.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.82328

بلوغ شکمبه است (۱۴).

مواد مغذی لیپوژنیک در نشخوارکنندگان از تخمیر فیبر به اسید استیک و اسید بوتیریک، چربی جیره غذایی یا از ذخایر بدن حاصل می‌شود. مواد مغذی گلوکوژنیک از نشاسته‌ای که از تجزیه در شکمبه فرار کرده و یا طی مسیر گلوکونئوژنز به دست آمده و شامل اسید پروپیونیک، اسیدهای آمینه گلوکوژنیک و اسید لاکتیک می‌باشند. جیره‌های گلوکوژنیک می‌توانند عملکرد رشد و سن از شیرگیری را در گوساله‌ها تحت تأثیر قرار دهند (۶). اضافه کردن ساکاروز و پروپیونات سدیم یا پروپیونات کلسیم به عنوان پیش ماده‌های گلوکوژنیک در خوراک آغازین بدون علوفه در گوساله، میزان مصرف ماده خشک را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد (۱۷). استفاده از شکر و پروپیونات سدیم به ترتیب به عنوان پیش ماده‌های لیپوژنیک و گلوکوژنیک تأثیری بر مقدار ماده خشک مصرفی، میانگین افزایش وزن روزانه، بازده استفاده از خوراک، سن شیرگیری و وزن نهایی نداشتند و افزودن شکر باعث افزایش غلظت بوتیرات شکمبه و بتا- هیدروکسی بوتیریک اسید پلاسمای خون شد و در مقابل افزودن پروپیونات سدیم موجب کاهش غلظت بوتیرات شکمبه شد (۷). بیرانوند و همکاران (۵) گزارش کردند که افزودن شکر در جیره گوساله‌های شیرخوار، تأثیر منفی بر غلظت استات شکمبه و میانگین افزایش وزن روزانه داشت.

در یک فرا واکاوی با بررسی شش مطالعه که در آن‌ها خوراک های آغازین حاوی سطوح مختلف نشاسته به تغذیه گوساله‌های شیرخوار رسیده بود، ارتباط مثبتی بین نشاسته جیره و افزایش وزن روزانه مشاهده شد (۱۹). با این حال آنالیز متا- رگرسیون نشان داد که پاسخ رشد به سطح نشاسته با محتوای انرژی قابل سوخت و ساز جیره ها مرتبط بوده است. به عبارتی با کاهش نشاسته جیره، انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌ها کاهش پیدا کرده و این امر موجب کاهش رشد شده است (۱۹). افزایش مصرف انرژی توسط گوساله‌ها اغلب برای افزایش رشد یا حفظ رشد طبیعی مطلوب است. این افزایش مصرف انرژی را می‌توان با مصرف شیر اضافی یا افزودن چربی به شیر یا استارتر انجام داد (۲۴). از جمله عوامل محدود کننده مصرف چربی توسط نشخوارکنندگان شامل اثرات مهاری بر تخمیر شکمبه و بویژه باکتری‌های تجزیه کننده سلولز، کاهش هضم فیبر در شکمبه و کاهش مصرف خوراک است که می‌تواند به کاهش مصرف انرژی بیانجامد (۲۸). بر اساس بررسی‌های صورت گرفته مطالعه‌ای که افزایش فیبر جیره و همزمان با آن افزایش در محتوای چربی خوراک آغازین گوساله‌ها، را مورد بررسی قرار داده باشد در دست نیست.

در مطالعه‌ای که توسط مونترو و باخ انجام شد (۲۶)، مواد مختلف تشکیل دهنده جیره خوارکی (شامل ذرت، کنجاله سویا، یولاف، جو، پوسته سویا و فول فت سویا) در سطل‌های جداگانه با دسترسی آزاد در مقایسه با کنسانتره‌ای که در سطل دیگر و ترکیبی از این خوراک بود، مورد بررسی قرار گرفت. این فرض که آیا گوساله‌ها خودشان می‌تواند نیاز خود را با انتخاب آزادانه از بین مواد خوراکی گوناگون بر طرف نمایند یا خیر، مورد آزمون قرار گرفت. مشخص شد دام‌ها با مصرف انفرادی خوراک‌ها، ترکیبی را انتخاب و مصرف کردند که حاوی ۲۹ درصد پروتئین خام و ۶/۳ درصد چربی خام در ماده خشک بود. از این آزمایش می‌توان این را برداشت نمود که گوساله‌ها خوراک آغازین با چربی بالاتری نسبت به آنچه به صورت معمول مورد استفاده قرار می‌گیرد را ترجیح می‌دهند. افزایش چربی استارتر با افزودن سه درصد روغن سویا سبب افزایش در گلوکز خون و عملکرد رشد شد (۱۲). همچنین استفاده از منابع چربی بهبود اسکور مدفوع را به همراه دارد (۱۶). از سوی دیگر استارتر با چربی بالاتر از ۷/۳ درصد، مصرف ماده خشک و افزایش وزن روزانه را کاهش داد (۲۴). در کل در رابطه با استفاده از چربی در جیره گوساله نتایج متناقضی وجود دارد که لزوم انجام پژوهش‌های بیشتر را روشن می‌سازد.

مصرف خوراک جامد تحت تأثیر خوش‌خوراکی و پذیرش جیره توسط حیوان قرار می‌گیرد. به همین دلیل این موارد در زمان متوازن کردن جیره در نظر گرفته می‌شود (۹). در طولانی مدت نشخوارکنندگان قادر به انتخاب جیره‌هایی هستند که مطابق با نیازهای آن‌ها بوده و به حفظ محیط مناسب شکمبه و یا کاهش بیماری در آن‌ها کمک می‌کنند (۱۳). بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، مطالعه‌ای که ترجیح گوساله به جیره‌های گلوکوژنیک (با نشاسته بالا) و لیپوژنیک (با فیبر و چربی بالا) را مورد بررسی قرار داده باشد در دست نیست.

در چندین مطالعه اثرات مصرف پیش‌سازهای گلوکوژنیک و لیپوژنیک (۵، ۶ و ۷) بر عملکرد، رشد و توسعه شکمبه گوساله‌های شیری مورد بررسی قرار گرفته است، از یک سو منابع انرژی مورد استفاده در این پژوهش‌ها اغلب شامل نمک‌های اسیدهای چرب فرار بوده و از سوی دیگر نتایج مطالعات ناسازگار و گیج‌کننده می‌باشد. همچنین این موضوع که آیا با تغییر الگوی جیره به لیپوژنیک و افزایش فیبر و چربی جیره، تفاوتی در تخمیر شکمبه‌ای که هنوز به

طور کامل توسعه نیافته است ایجاد خواهد شد یا خیر، نیازمند بررسی بیشتری است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات جیره‌های آغازین گلوکوژنیک (با نشاسته بالا)، لیپوژنیک (با فیبر و چربی بالا) و مخلوط آن‌ها بر عملکرد، برخی متابولیت‌های خونی، و تخمیر شکمبه در گوساله‌های هلشتاین طی دوره پیش از شیرگیری و پس از شیرگیری صورت گرفت. همچنین با توجه به مشخص نبودن رفتار گوساله‌ها برای انتخاب جیره‌های گلوکوژنیک و لیپوژنیک، در آزمایش دوم به طور مستقل از آزمایش اول، آزمون انتخاب برای این جیره‌ها در گوساله‌های از شیرگرفته شده انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در آزماش اول۳۰ رأس گوساله ماده نژاد هلشتاین بین دو تا شش ساعت پس از تولد چهار لیتر آغوز دریافت نموده و تا روز سوم فقط با شیر کامل تغذیه شدند. در سن چهار روزگی گوساله‌ها به طور تصادفی بر اساس وزن بدن (با میانگین وزنی ۲/۰±۳۹/۰ کیلوگرم) به تیمارها اختصاص یافتند. این آزمایش در شرکت کشاورزی و دامپروری یاسوج وابسته به بنیاد مستضعفان انجام شد. گوساله‌ها در جایگاه‌های انفرادی (۱/۳۵ × ۲/۶۰ متر) قرار گرفتند. خوراک آغازین و آب تازه در طول مطالعه به صورت آزاد در اختیار آن‌ها قرار گرفت. گوساله‌ها تا روز ۴۹ مطالعه چهار لیتر در روز شیر و از روز ۵۰ تا ۵۶، فقط در وعده صبح دو لیتر شیر مصرف و در روز ۵۷ (۲۲) مطالعه از شیرگرفته شدند. دمای شیر هنگام تغذیه حدود ۳۸ درجه سانتی‌گراد بود و از طریق سطل فلزی دو بار در روز در ساعت‌های هفت صبح و سه بعد از ظهر به گوساله‌ها داده شد. سطل‌های تغذیه شیر هر روز شسته و ضد عفونی شدند. تیمارها شامل ۱- جیره آغازین گلوکوژنیک حاوی دانه ذرت و جو، ۲- جیره آغازین لیپوژنیک حاوی پوسته سویا، کنجاله جرم ذرت، تفاله چغندرقند، سبوس گندم، فول فت سویا و پودر چربی و ۳- جیره مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره ۱ و ۲ بودند (جدول ۱).

همه تیمارها حاوی پنج درصد علوفه یونجه بوده و سطح پروتئین و انرژی یکسان در نظر گرفته شد. جیره‌ها براساس نیازهای خوراکی گوساله‌ها بیان شده توسط انجمن ملی تحقیقات (۲۰۰۱) متوازن شدند (۲۷). آزمایش اول در روز ۷۰ به پایان رسید.

مصرف خوراک به صورت انفرادی و روزانه اندازه‌گیری شد. همه گوساله‌ها هنگام تولد و پس از آن به صورت هفتگی تا پایان دوره آزمایش (روز ۷۰) بر اساس واحد کیلوگرم وزن کشی شدند. بازده استفاده از خوراک به صورت کیلوگرم افزایش وزن به کیلوگرم کل ماده خشک مصرفی (خوراک و شیر) محاسبه شد. شاخص‌های رشد اسکلتی شامل طول بدن (فاصله بین برجستگی‌های شانه تا استخوان هیپ)، دور سینه، عرض هیپ (فاصله بین استخوان‌های هیپ)، ارتفاع بدن (فاصله بین شانه و کف)، عمق بدن (دور شکم) و ارتفاع هیپ (فاصله بین استخوان هیپ تا کف) در روز چهارم (زمان ورود به طرح)، روز ۵۷ (روز از شیرگیری) و در پایان دوره مطالعه (روز ۷۰) بر اساس واحد سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

نمونه‌های خون (هفت میلی لیتر در هر نمونه) از هر گوساله در روزهای ۳۵ و ۷۰ دو ساعت پس از تغذیه جیره آغازین از طریق سیاهرگ وداج گرفته و به لوله‌های خلاء حاوی اتیلن دی آمین تترا استیک اسید به عنوان یک ماده ضد انعقاد خون انتقال و فوراً در محفظه حاوی یخ قرار داده شدند. به منظور جداسازی سرم خون نمونه‌ها با ۲۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. نمونه‌های سرمی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شدند. غلظت متابولیت‌های خون با استفاده از کیت‌های اختصاصی (شرکت پارس آزمون، تهران، ایران؛ شماره کاتالوگ: گلوکز (۰۱۷ -۵۰۰-۱) و نیتروژن اوره‌ای خون (۰۲۹ -۴۰۰-۱) با استفاده از دستگاه آنالایزر خودکار آلیسون (شرکت ابوت، آمریکا) مطابق دستورالعمل سازنده آن تعیین شدند. غلظت بتا- هیدروکسی بوتیرات در خون با استفاده از دستگاه آنالایزر خودکار و کیت‌های تجاری کالری متریک (شرکت راندوکس، آنتریم، بریتانیا) و روش آنزیمی اندازه‌گیری شد (۲۰). مایع شکمبه (۱۵ میلی لیتر) سه ساعت پس از دادن وعده خوراکی صبح با لوله معدی در روزهای ۳۵ و ۷۰ مطالعه جمع‌آوری شد؛ سپس مایع شکمبه از پارچه متقال چهار لایه به منظور صاف کردن مایع شکمبه (جداسازی مواد جامد از مایع) عبور داده شد و مواد جامد باقیمانده روی پارچه (صافی) فشرده شدند. بلافاصله، pH مایع شکمبه با استفاده از pH متر سیار اندازه‌گیری و دو میلی لیتر اسید متافسفریک ۲۵ درصد (۷) به نمونه‌های ۱۰ میلی‌لیتر از مایع شکمبه اضافه و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان بررسی میزان اسیدهای چرب فرار نگهداری شدند. اندازه‌گیری غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه با استفاده از کروماتوگرافی گازی (شرکت کرم پک، هلند، مدل ۹۰۰۲) انجام شد.

جدول ۱- مواد تشکیل دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آغازین تغذیه شده به گوساله‌ها در آزمایش اول

Table 1. Ingredients and chemical composition of starter diets fed to calves in experiment 1

مواد خوراکی (درصد از ماده خشک) Ingredient (% DM)	جیره‌های آزمایشی[۱] Exprimental Diets[1]		
	لیپوژنیک Lipogenic	گلوکوژنیک Gulocogenic	مخلوط Mix
کنجاله سویا Soybean meal	25.0	35.0	30.0
تفاله خشک چغندرقند Sugar beet pulp	15.0	-	7.5
سبوس گندم Wheat bran	15.0	-	8.0
کنجاله جرم ذرت[۲] Corn germ meal[2]	15.0	-	7.5
پوسته سویا Soybean hulls	15.0	-	8.0
ذرت Corn	-	30.0	15.0
جو Barley	-	27.0	13.0
یونجه Alfalfa hay	5.0	5.0	5.0
چربی Fat (RumiFat)	3.0	-	1.4
فول فت سویا Full fat soybean	4.5	-	2.0
کربنات کلسیم Sodium bicarbonate	0.3	0.6	0.2
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	0.3	0.5	0.50
بی‌کربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.5	0.5	0.50
کمپلکس ویتامین و مواد معدنی[۳] Vitamin and mineral plus[3]	1.0	1.0	1.0
نمک Salt	0.4	0.4	0.40
ترکیبات مواد مغذی Nutrient composition			
پروتئین خام Crude protein (%)	22.3	22.2	22.2
الیاف نامحلول درشوینده خنثی NDF (%)[4]	33.6	16.3	25.4
الیاف نامحلول درشوینده اسیدی[۵] ADF (%)[5]	18.9	8.5	14.3
کربوهیدرات‌های غیرالیافی[۶] NFC (%)[6]	32.4	52.1	43.0
چربی خام Fat	7.5	3.5	5.4
انرژی قابل سوخت و ساز[۷] (مگا کالری در کیلوگرم)[۸] ME[7], Mcal/Kg DM[8]	3.06	2.96	2.99

[۱]جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

[۲]محصول فرعی فرآیند روغن کشی از جوانه ذرت است که پس از روغن گیری کنجاله جرم ذرت باقی می‌ماند و به عنوان خوراک دام استفاده می‌شود.

[۳]در هر کیلوگرم مکمل: ویتامین آ ۱۵/۰۰۰/۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم، ویتامین د ۳ ۲۵۰/۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم، ویتامین ای ۱۰/۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم، منگنز ۶۲۷۷ میلی‌گرم در کیلوگرم، آهن ۱۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، مس ۱۰۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، کبالت ۴۶ میلی¬گرم در کیلوگرم، روی ۱۰۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، ید ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و سلنیوم ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم.

[۴]فیبر محلول در شوینده خنثی، [۵]فیبر محلول در شوینده اسیدی، [۶]کربوهیدرات‌های غیر فیبری، [۷]با استفاده از نرم افزار NRC (۲۰۰۱) محاسبه شد و [۸]انرژی قابل متابولیسم.

[1]Lipogenic starter diet (Dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glugogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glugogenic.

[2]A by-product of the process of lubrication of corn germ, which after lubrication, corn germ meal remains and is used as animal feed

[3]Vitamin mineral mix contained per kilogram of supplement 15 000 000 IU of vitamin A, 250 000 IU of vitamin D, 10 000 IU of vitamin E, 6277 mg/kg Mn, 1250 mg/kg Fe, 1040 mg/kg Cu, 46 mg/kg Co, 1030 mg/kg Zn, 200 mg/kg I and 80 mg/kg Se.

[4]Neutral detergent fiber, [5]Acid detergent fiber, [6]Nonfiber carbohydrates, [7]Calculated from NRC (2001), [8]Metabolic energy.

نمونه های جیره آغازین به صورت دو بار در هفته جمع آوری و با هم مخلوط و به منظور آنالیزهای بعدی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌ها بعداً در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس به وسیله آسیاب با توری یک میلی‌متری آسیاب شدند. همه نمونه‌ها با تکرارهای سه تایی برای به دست آوردن فیبر محلول در شوینده خنثی (۳۱)، فیبر محلول در شوینده اسیدی (۲۹)، مقدار رطوبت، چربی خام و پروتئین خام با روش ذکر شده در روش انجمن رسمی شیمی‌دان‌های تجزیه (AOAC)، سال ۲۰۰۲ (۳) (با دستگاه میکرو کلدال مدل ۱۰۳۰، اتو کجل تک، سوئد) آنالیز شدند.

در آزمایش دوم تعداد ۲۰ رأس گوساله ماده (با میانگین وزنی ۲/۰±۳۴/۰ کیلوگرم) انتخاب و در روز اول تولد با چهار لیتر آغوز بین دو تا شش ساعت پس از تولد، تغذیه و تا روز سوم فقط با شیر تغذیه شدند. از روز چهارم تا روز ۵۵، چهار لیتر شیر تازه در دو وعده (ساعت هفت صبح و چهار بعدازظهر) توسط سطل‌های فلزی و از سن ۵۶ تا ۶۲ روزگی فقط وعده شیر صبح (دو لیتر) را دریافت و از سن ۶۳ روزگی (روز قطع شیر) دیگر شیر دریافت نکردند. گوساله‌ها در جایگاه‌های انفرادی قرار گرفتند و بستر این جایگاه‌ها به طور روزانه تمیز و تعویض شدند تا گوساله‌ها از رفاه مناسب برخوردار باشند. در جلوی هر گوساله دو عدد سطل فلزی به صورت افقی و به فاصله ۵۰ سانتی متر از هم و ۶۰ سانتی متر از سطح زمین قرار گرفت. گوساله‌ها از سن چهار روزگی به آب تازه و خوراک آغازین دسترسی داشتند. در روز انجام آزمون وزن بدن گوساله‌های تازه از شیرگرفته ۲/۰±۸۵/۰ کیلوگرم بود.

در آزمون انتخاب خوراک در نشخوارکنندگان مزرعه‌ای، تعداد دو یا چند خوراک را به طور همزمان و جداگانه در اختیار حیوانات قرار داده می‌شود و پس از یک مدت زمان معین، مقدار خوراک مصرف شده و مقدار مصرف نشده اندازه‌گیری می‌شود (۲۵). مونتورو و همکاران (۲۵) مدلی برای گوساله‌های شیرخوار ارائه کردند و پیشنهاد کردند که آزمایش‌های انتخاب مصرف خوراک دوتایی یعنی دو نوع خوراک را برای یک دوره شش ساعته در یک بازه زمانی، یک ساعت پس از موقعی که اوج زمان خوراک خوردن در حال کاهش است، انجام شود. آزمون انتخاب سه روز پس از شیرگیری انجام شد، چون گوساله‌هایی که تازه از شیر گرفته شده‌اند در این زمان دارای حداکثر مصرف خوراک جامد هستند (۲۵). آزمون انتخاب یک ساعت پس از حداکثر فعالیت‌های تغذیه‌ای شروع شد، زیرا نشان داده شده است که گوساله‌ها به تفاوت‌های جزئی در خوش‌خوراکی خوراک‌های انتخابی پس از سیری به‌طور نسبی، بیشتر واکنش نشان می‌دهند (۲۵). بنابراین آزمون انتخاب در مطالعه حاضر از ساعت هشت صبح تا ساعت دو بعد از ظهر انجام شد. براساس محاسبات انجام شده، اندازه نمونه برای آنالیز داده‌ها به منظور تشخیص تفاوت‌ها در آزمون‌های انتخاب دوتایی که شش ساعت طول می‌کشد ۱۰ تا ۱۲ گوساله کافی خواهد بود (۲۵)، اما به منظور افزایش قدرت آزمون برای تشخیص تفاوت‌های جزئی در ترجیح بین خوراک‌ها، آزمون با تعداد ۲۰ رأس گوساله انجام شد.

در ساعت هشت صبح روز انجام آزمون انتخاب خوراک، سطل‌های حاوی خوراک آغازین آشنا که گوساله‌ها از سن چهار روزگی آن را مصرف کرده بودند و آب را از جلوی جایگاه نگهداری برداشته و بلافاصله با مقادیر وزن مشخص از دو نوع خوراک گلوکوژنیک و لیپوژنیک بدون حضور علوفه، جایگزین شدند. به منظور جلوگیری از تأثیر وجود علوفه و اثر اندازه ذرات بر انتخاب خوراک توسط گوساله‌ها، علوفه حذف و خوراک‌ها به وسیله آسیاب با روزنه سه میلی‌متری خرد شدند (۲۵). همه سطل‌های خوراک پیش از انجام آزمایش بررسی و شسته شدند.

مونتورو و همکاران (۲۵) گزارش کردند که اثر محل سطل بر مصرف خوراک در آزمایش‌های انتخاب دوتایی تأثیری ندارد، اما مکان خوراک‌های مورد آزمون (راست یا چپ) برای احتیاط به منظور به حداقل رساندن هر گونه اثرات محل قرارگیری خوراک‌ها به صورت تصادفی قرار گرفت. طی مدت زمان انجام آزمون آب به صورت دسترسی آزاد در یک سطل جداگانه‌ای در طرف مقابل محل خوراک‌های جامد در اختیار گوساله‌ها قرار داده شد. در ساعت دو بعد از ظهر خوراک‌های مورد آزمایش از جلوی گوساله‌ها برداشته شدند و مقدار خوراک مصرف نشده، وزن و خوراک آغازین آشنا در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت.

در آزمایش اول فراسنجه‌های مورد اندازه‌گیری به سه دوره تقسیم شدند (هفته اول تا زمان شیرگیری، از شیرگیری تا پایان آزمایش و هفته اول تا پایان آزمایش) و توسط نرم افزار SAS (نسخه ۹/۲)، رویه مختلط (Mixed) مورد آنالیز قرار گرفتند. آزمایش اول در قالب طرح

آزمایشی کامل تصادفی و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی استفاده شد. در مدل طرح گوساله به عنوان اثر تصادفی و اثر تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها به عنوان اثر ثابت در نظر گرفته شد. آنالیز مشاهدات مربوط به میانگین ماده خشک مصرفی، میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک روزانه به صورت اندازه‌گیری‌های تکرار شده در زمان انجام شد و مدل آماری آن به شرح زیر بود:

(رابطه ۱)

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + W_j + (T \times W)_{ij} + \beta(X_i - \bar{X}) + \sigma n + \varepsilon_{ijk}$$

درمدل آماریY_{ijk} : صفت اندازه‌گیری شده؛ μ: میانگین کل؛ T_i: اثر ثابت i اُمین تیمار؛ W_j: اثر ثابت j اُمین هفته؛ $(T \times W)_{ij}$: اثر متقابل تیمار در هفته؛$\beta(X_i - \bar{X})$: متغیر کواریت؛ σn : اثر تصادفی گوساله وε_{ijk}: خطای آزمایشی است. آنالیز آماری رفتار تغذیه‌ای، رشد اسکلتی، وزن شیرگیری و پایان دوره، فراسنجه‌های خونی و داده‌های تخمیر شکمبه‌ای با مدل مشابهی انجام شد، اما اثر هفته در مدل آورده نشد. مقایسه میانگین‌ها در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام گرفت. برای وزن از شیرگیری و نهایی، وزن اولیه (زمان ورود به طرح) و برای رشد اسکلتی هنگام شیرگیری و پایان دوره، اندازه‌گیری‌های اولیه (زمان ورود به طرح) در مدل به عنوان کوواریت در نظر گرفته شد.

در آزمایش دوم برای جلوگیری از تأثیر گوساله‌هایی که مقدار ناکافی از خوراک‌های آزمایشی را مصرف نموده‌اند (کمتر از ۳۰ گرم) داده‌های مربوط به این گوساله‌ها کنار گذاشته شد. برای هر گوساله در آزمون انتخاب دوتایی نسب انتخاب (رابطه ۲) بر اساس فرمول زیر محاسبه شد.

(رابطه ۲)

Preference ratio = DMI of feed A/ (DMI of feed A + DMI of feed B)

در این رابطه Preference ratio: نسبت انتخاب؛ DMI: مقدار ماده خشک مصرفی؛ feed A: خوراک الف و feed B: خوراک ب می‌باشد.

در هر آزمون انتخاب دوتایی، نسبت های انتخاب برای تفاوت از ۰/۵ (عدم انتخاب) با استفاده از آزمون t نرم افزار آماری SAS آنالیز شدند. مصرف خوراک بر اساس آزمون انتخاب و نوع خوراک (آزمون در نوع خوراک) در یک جدول خلاصه شد. برای فرض نرمال بودن داده ها، مصرف خوراک به صورت ریشه دوم تبدیل شد. مدل طرح شامل اثر تصادفی گوساله در داخل آزمایش و اثر ثابت شامل نوع خوراک بود. برای مقایسه نتایج آزمون انتخاب دوتایی، نتایج همه آزمایشات در داخل جدول مقایسه دوتایی در هر آزمایش وارد شد. در جدول مقایسات دوتایی، اقلام خوراکی در مجموعه‌ای به صورت جفت – جفت رتبه‌بندی می‌شوند تا همه اقلام با هم مقایسه شوند (۱۰). در هر مقایسه دوتایی، به آیتم مورد نظر یک نقطه داده می شود و رتبه بندی کلی براساس آیتم‌های مرتب سازی شده براساس همه نقاط جمع شده، تعیین می‌شود. در مطالعه حاضر دستورالعمل زیر دنبال شد: اگر در هر آزمون انتخاب دوتایی خوراک اختصاص داده شده، ترجیح داده شد، مثبت یک و اگر خوراک مورد نظر ترجیح داده نشد، منفی یک و اگر نسبت انتخاب در یک آزمون انتخاب دوتایی با ۰/۵ تفاوتی نداشت، صفر اختصاص داده شد. نمرات انتخاب برای انواع خوراک در تمام آزمایشات انتخاب دوتایی که همه آن‌ها در آزمایش قرار داشتند، جمع شدند. مجموع نمرات آزمون انتخاب به عنوان شاخص رتبه انتخاب انفرادی خوراک‌ها داخل هر آزمون استفاده شد.

نتایج و بحث

در آزمایش اول در طول دوره پیش از شیرگیری تفاوت معنی‌داری بین مقدار ماده خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه و بازده استفاده از خوراک در بین تیمارها مشاهده نشد (P >۰/۰۵) (جدول ۲). طی دوره پس از قطع شیر، مصرف ماده خشک گوساله‌های دریافت کننده جیره لیپوژنیک و گلوکوژنیک مشابه بود، اما گوساله‌های تغذیه شده با جیره مخلوط، خوراک آغازین بیشتری مصرف نمودند (P <۰/۰۵). در کل دوره انجام آزمایش (هفته ۱ تا ۱۰) روند تمایل به افزایش خوراک مصرفی در گروه مخلوط در مقایسه با دو گروه دیگر مشاهده شد (P =۰/۰۹). مشابه با مطالعه حاضر، هیل و همکاران (۱۷) گزارش کردند بین گوساله‌هایی که جیره با نشاسته کم و مقدار فیبر بالا (۶۲/۷۵ درصد پوسته سویا) مصرف کرده بودند، با گوساله‌هایی که جیره با نشاسته بالا (عمدتا از منبع دانه ذرت) دریافت می‌کردند تا هفته هشتم تفاوتی در مصرف ماده خشک مشاهده نشده است. در آزمایشی دیگر دو نوع خوراک آغازین در گوساله‌ها در دوره پیش از شیرگیری، یکی با نشاسته زیاد و فیبر کم (۱۴ درصد فیبر محلول در شوینده خنثی) و دیگری با فیبر زیاد (۳۰ درصد فیبر محلول در شوینده خنثی؛ از منبع تفاله چغندر و گراس فرآوری شده با قابلیت هضم بالا) مقایسه شد

جدول ۲- اثر جیره‌های آزمایشی بر عملکرد گوساله‌ها در آزمایش اول[۱]

Table 2- Effect of exprimental diets on performance of calves in experimental [1]

مورد Item	جیره‌های آزمایشی[۲] Exprimental Diets[2]				P- value		
	گلوکوژنیک Gulocogenic	لیپوژنیک Lipogenic	مخلوط Mix	SEM	Treat	Time	Treat × Time
مصرف خوراک روزانه[۳] (کیلوگرم) DMI[3] (kg)							
هفته ۱ تا ۷[۴] Wk[4] 1-7	0.57	0.60	0.63	0.049	0.68	<0.001	0.41
هفته ۸ تا ۱۰ wk 8-10	2.08[b]	2.10[b]	2.28[a]	0.049	0.01	<0.001	0.88
هفته ۱ تا ۱۰ wk 1-10	1.03	1.05	1.13	0.034	0.09	<0.001	0.65
میانگین افزایش وزن روزانه[۵] (کیلوگرم) ADG[5] (kg)							
هفته ۱ تا ۷ wk 1-7	0.60	0.56	0.60	0.022	0.42	<0.001	0.85
هفته ۸ تا ۱۰ wk 8-10	0.89	0.89	0.94	0.050	0.68	0.51	0.87
هفته ۱ تا ۱۰ wk 1-10	0.68	0.66	0.71	0.023	0.43	<0.001	0.97
بازده خوراک (کیلوگرم) (kg) Feed efficiency							
هفته ۱ تا ۷ wk 1-7	0.58	0.53	0.54	0.025	0.46	<0.001	0.81
هفته ۸ تا ۱۰ wk 8-10	0.48	0.47	0.46	0.025	0.84	<0.001	0.87
هفته ۱ تا ۱۰ wk 1-10	0.56	0.53	0.52	0.020	0.47	<0.001	0.84
وزن بدن (کیلوگرم) Body Weight (kg)							
شیرگیری (روز ۵۷) Weaning (d 57)	74.93	72.70	75.00	1.34	0.40	-	-
پایانی (روز ۷۰) At end (d 70)	87.87	85.43	88.51	1.49	0.32	-	-

[۱]میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P <۰/۰۵).

[۲]جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

[۳]ماده خشک مصرفی.

[۴]هفته.

[۵]میانگین افزایش وزن روزانه.

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

[2]Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glugogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glugogenic.

[3]Dry matter intake (kg / day)

[4]week

[5]Average daily gain (kg / day)

که عدم تفاوت در مصرف علوفه و استارتر گزارش شد که در توافق با آزمایش حاضر می‌باشد. با این حال با وجود عدم تفاوت در وزن نهایی، تمایل به افزایش وزن روزانه بیشتر در گوساله‌هایی که جیره با نشاسته بالا را مصرف نموده بودند، گزارش شده است (۲۳).

در مطالعات دیگر که عمدتاً از پیش‌سازهای انرژی در جیره گوساله شیرخوار استفاده شد، افزودن ساکاروز، پروپیونات کلسیم و یا سدیم به ترتیب به عنوان پیش سازهای کتوژنیک و گلوکوژنیک بر مقدار ماده خشک مصرفی تأثیری نداشتند (۷ ، ۱۷).

مقدار ماده خشک مصرفی، میانگین افزایش وزن روزانه، بازده استفاده از خوراک، وزن شیرگیری و وزن نهایی در بین تیمارها در کل دوره آزمایش (هفته یک تا ۱۰) تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>۰/۰۵$) (جدول ۳). انتظار می‌رفت به دلیل بالاتر بودن میزان چربی و فیبر در جیره لیپوژنیک، مراکز سیری مغز تحت تأثیر قرار گرفته و مصرف ماده خشک محدود شود (۲) ولی چنین نتیجه‌ای مشاهده نشد. این نتایج موافق با یافته‌های قاسمی و همکاران (۱۲) در رابطه با استفاده از چربی در جیره گوساله بود ولی یافته‌های هیل و همکاران (۱۸) را که تا چهار ماهگی پس از تولد از چربی استفاده کرده بودند را تایید نمی‌کرد. دلیل تفاوت در یافته‌ها می‌تواند سطح کل چربی جیره، الگوی اسیدهای چرب و تفاوت در مقدار شیر مصرفی باشد.

نتایج بررسی رشد اسکلتی (جدول ۳) نشان داد که فراسنجه‌های رشد اسکلتی در زمان شیرگیری و پایان دوره آزمایش به غیر از اندازه عمق بدن در روز ۷۰ آزمایش تحت تأثیر مصرف تیمارها قرار نگرفت، که با دیگر مطالعات همخوانی دارد (۷ و ۱۷). اگر چه به دلیل محدودیت مطالعات صورت گرفته با الگوی جیره لیپوژنیک، ارائه سازوکاری که توجیه کننده افزایش عمق بدن گوساله‌های تغذیه شده با این جیره باشد دشوار است، با اینحال شاید بتوان تاثیر فیبر موجود در این جیره بر افزایش حجم شکمبه و نگاری را در افزایش عمق بدن موثر دانست. نشان داده شده است که اندازه بزرگ قطعات علوفه و بخش فیبری خوراک می‌توانند محرک‌های مکانیکی لازم برای افزایش وزن شکمبه، ظرفیت فیزیکی و حجم آن را در گوساله‌ها فراهم نماید (۲۱). با اینحال، این یافته باید با احتیاط مورد توجه قرار گیرد و جمع‌بندی نهایی در این رابطه مستلزم انجام آزمایشات تکمیلی، با تعداد بیشتر حیوانات می‌باشد. فرآیند انتقال گوساله‌های شیرخوار از وابستگی به مواد مغذی شیر به مواد مغذی دریافتی از خوراک جامد، عامل مهم و موثری برای رشد آن‌ها می‌باشد (۴). اگر چه در ابتدای مطالعه در مورد تیمار لیپوژنیک به دلیل داشتن مقدار نشاسته پایین نگرانی در خصوص روند کند رشد اسکلتی وجود داشت، اما این مشکل در گوساله‌ها مشاهده نشد و تفاوت قابل توجهی بین مقدار ماده خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه و بازده خوراک در بین تیمارها و رشد اسکلتی وجود نداشت (جداول ۳ و۴).

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان گلوکز، نیتروژن اوره‌ای خون و بتا- هیدروکسی بوتیریک اسید در سرم خون گوساله‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است. میزان گلوکز سرم خون در روز ۳۵ و ۷۰ آزمایش بین تیمارهای آزمایشی متفاوت بود ($P=۰/۰۵$)، به طوری میزان آن در گوساله‌های دریافت کننده جیره گلوکوژنیک بیشتر بود که این یافته با افزایش مشاهده شده در غلظت پروپیونات شکمبه‌ای این گوساله‌ها همخوانی داشت (جدول ۵). در توافق با این یافته، وکیلی و همکاران (۳۲) افزایش غلظت گلوکز خون در گوسفندان تغذیه شده با جیره گلوکوژنیک را نشان دادند. همچنین روند رو به افزایش غلظت گلوکز سرم خون در گوساله‌هایی که از خوراک آغازین با مقدار فیبر محلول در شوینده خنثی کم تغذیه نمودند، نسبت به گوساله‌هایی که با خوراک آغازین دارای مقدار فیبر محلول در شوینده خنثی بالا مصرف کردند، گزارش شده است (۱۷). افزایش تولید پروپیونات در شکمبه و افزایش نشاسته رسیده به روده به عنوان ساز وکارهای اصلی دخیل در افزایش گلوکز خون در جیره گلوکوژنیک می‌توانند مورد توجه قرار گیرند (۳۰).

در سن ۷۰ روزگی، گوساله‌های تغذیه شده با استارتر لیپوژنیک، غلظت بالاتری از بتا- هیدروکسی بوتیرات در خون نسبت به دو تیمار دیگر نشان دادند. یکی از شاخص‌ترین ویژگی‌های توسعه یافتگی کامل پیش معده در یک نشخوارکننده جوان غیر آبستن و غیر شیرده تولید اجسام کتونی در شکمبه است (۴). در مطالعه حاضر بیشتر بودن غلظت بتا- هیدروکسی بوتیرات سرم خون (شاخص عملکرد متابولیک دیواره شکمبه) در سن ۷۰ روزگی نسبت به روز ۳۵، در گوساله‌های تغذیه شده با جیره لیپوژنیک در مقایسه با جیره گلوکوژنیک و مخلوط، نشان می‌دهد که دیواره شکمبه از نظر متابولیکی توسعه یافته‌تر بوده، به طوری که دیواره شکمبه در تبدیل بوتیرات به بتا- هیدروکسی بوتیرات کاملاً موثر بوده است.

جدول ۳- اثر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های رشد اسکلتی (سانتی‌متر) گوساله‌ها در آزمایش اول[۱]

Table 3. Effect of exprimental diets on structural growth parameters (cm) of calves in experimental 1[1]

اندازه‌های بدنی (سانتیمتر) Structural growth parameters (cm)	جیره‌های آزمایشی[۲] Exprimental Diets[2]			SEM	P value
	گلوکوژنیک Gulocogenic	لیپوژنیک Lipogenic	مخلوط Mix		
ارتفاع بدن Body height					
هنگام تولد At birth	77.9	78.40	79.2	0.46	0.158
هنگام شیرگیری at weaning	90.9	91.0	91.2	0.32	0.724
پایان at end	93.0	92.6	93.1	0.33	0.328
طول بدن Body length					
هنگام تولد At birth	45.7	44.7	45.5	0. 46	0.321
هنگام شیرگیری at weaning	52.4	52.3	53.2	0.43	0.370
پایان at end	55.6	55.5	55.6	0.38	0.985
ارتفاع هیپ Hip height					
هنگام تولد At birth	80.7	80.8	81.0	0.46	0.862
هنگام شیرگیری at weaning	92.4	91.5	92.5	0.36	0.173
پایان at end	94.5	94.2	94.4	0.38	0.875
عرض هیپ Hip width					
هنگام تولد At birth	19.2	18.7	19.2	0.23	0.378
هنگام شیرگیری at weaning	23.8	23.5	23.6	0.21	0.626
پایان at end	24.7	24.4	24.8	0.25	0.580
دور سینه Heart girth					
هنگام تولد At birth	80.8	80.4	81.0	0.48	0.715
هنگام شیرگیری at weaning	100.1	99.3	99.4	0.66	0.643
پایان at end	103.4	103.7	104.3	0.61	0.552
عمق بدن Body barrel					
هنگام تولد At birth	81.9	81.4	81.7	0.51	0.787
هنگام شیرگیری at weaning	115.1	114.0	114.7	1.29	0.820
پایان at end	123.4[b]	127.0[a]	124.0[b]	0.93	0.025

[۱]میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P <۰/۰۵).

[۲]جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

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

[2]Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glugogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glugogenic.

با افزایش تولید بوتیرات در شکمبه و پایین بودن فعالیت آنزیم استیل کوآنزیم A سنتتاز، متابولیسم قابل توجهی بر روی بوتیرات در دیواره شکمبه انجام می‌گیرد و به علت قابل تحمل نبودن غلظت بالای بوتیرات در اپیتلیوم شکمبه، بیش از ۹۰ درصد بوتیرات به بتا- هیدروکسی بوتیرات تبدیل می‌گردد (۸). در موافقت با مطالعات قبلی افزایش غلظت بتا- هیدروکسی بوتیرات سرم خون در گوساله‌ها با افزایش سن می‌تواند به دلیل تغییر در منابع سوخت فیزیولوژیکی طی دوره انتقال از خوراک مایع به جامد باشد (۲۲).

جدول ٤- اثر جیره‌های آزمایشی بر برخی از متابولیت‌های خونی گوساله‌ها در آزمایش اول[۱]

Table 4- Effect of exprimental diets on some blood metabolites of calves in experimental 1[1]

متابولیت ها Metabolites	جیره‌های آزمایشی[۲] Exprimental Diets[2]			SEM	P value
	گلوکوژنیک Gulocogenic	لیپوژنیک Lipogenic	مخلوط Mix		
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی لیتر) Glucose, mg/dL					
روز ۳۵ d 35	113.5[a]	103.0[b]	99.2[b]	3.55	0.05
روز ۷۰ d 70	108.7[a]	99.0[b]	96.5[b]	2.61	0.02
بتاهیدروکسی بوتیرات[۳] (میلی مول بر لیتر) βHBA[3], mmol/L					
روز ۳۵ d 35	0.21	0.22	0.21	0.027	0.904
روز ۷۰ d 70	0.27[b]	0.42[a]	0.32[b]	0.030	0.022
اوره[۴] (میلی‌گرم بر دسی لیتر) BUN[4], mg/dL					
روز ۳۵ d 35	26.0	25.2	24.0	2.3	0.828
روز ۷۰ d 70	29.7	34.00	36.7	3.77	0.450

[۱]میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P <۰/۰۵).

[۲]جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

[۳]بتا هیدروکسی بوتیرات.

[۴]نیتروژن اوره‌ای خون

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

[2]Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glugogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glugogenic.

[3]Beta hydroxybutyrate

[4]Blood urea nitrogen

تفاوتی در اثر مصرف تیمارهای آزمایشی بر میزان نیتروژن اوره‌ای خون در روز ۳۵ و ۷۰ آزمایش در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (P >۰/۰۵) (جدول ۴). به طور معمول با افزایش سن، میزان غلظت نیتروژن اوره‌ای خون کاهش می‌یابد، اما در این آزمایش این غلظت با افزایش سن افزایش یافت. به طور کلی غلظت نیتروژن اوره‌ای خون بستگی به موازنه بین ورود و خروج اوره از خون دارد که این خود می تواند تحت تأثیر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین، استفاده از آمونیاک در شکمبه، و یا دِآمیناسیون اسیدهای آمینه در بدن قرار گیرد. دریافت بیشتر پروتئین در نتیجه مصرف بیشتر خوراک آغازین و تجزیه پذیری شکمبه‌ای آن، احتمالاً می‌تواند منجر به افزایش آمونیاک شکمبه و نیتروژن اوره‌ای خون در گوساله‌ها شود (۲۱).

جدول ۵- اثر جیره‌های آزمایشی بر اسیدیته و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه گوساله‌ها در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش اول[۱]

Table 5- Effect of exprimental diets on ruminal pH and VFA concentration in calves receiving different starter diets[1]

مورد Item	جیره‌های آزمایشی[۲] Exprimental Diets[2]			SEM	P value
	گلوکوژنیک Gulocogenic	لیپوژنیک Lipogenic	مخلوط Mix		
اسیدیته شکمبه Rumen pH					
روز ۳۵ d 35	5.5[b]	6.0[a]	5.68[b]	0.064	0.0005
روز ۷۰ d 70	5.7[b]	6.1[a]	5.9[ab]	0.076	0.014
کل اسیدهای چرب فرار[۳] (میلی‌مول مول بر لیتر) Total VFA[3], mmol/L					
روز ۳۵ d 35	97.0	92.7	94.6	1.56	0.206
روز ۷۰ d 70	103.6	107.0	104.1	1.62	0.331
استات (میلی مول) Acetate, mM					
روز ۳۵ d 35	43.7[b]	48.1[a]	45.1[ab]	1.10	0.050
روز ۷۰ d 70	50.0[b]	56.7[a]	52.2[b]	1.21	0.010
پروپیونات (میلی مول) Propionate, mM					
روز ۳۵ d 35	41.0[a]	30.1[c]	36.0[b]	1.30	0.0008
روز ۷۰ d 70	40.0[a]	33.6[c]	37.1[b]	0.872	0.002
بوتیرات (میلی مول) Butyrate, mM					
روز ۳۵ d 35	13.1	14.0	13.5	0.583	0.594
روز ۷۰ d 70	13.8[b]	18.2[a]	15.2[ab]	1.00	0.034
نسبت استات به پروپیونات Acetate: propionate					
روز ۳۵ d 35	1.0[c]	1.6[a]	1.2[b]	0.036	<0.001
روز ۷۰ d 70	1.2[c]	1.7[a]	1.4[b]	0.041	<0.001

[۱]میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P <۰/۰۵).

[۲]جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

[۳]اسیدهای چرب فرار.

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

[2]Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glugogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glugogenic.

[3]Volatile fatty acid

به نظر می‌رسد غلظت‌های مشابه نیتروژن آمونیاکی به دلیل مقادیر یکسان پروتئین خام در جیره‌های آزمایشی باشد.

داده‌های مربوط به فراسنجه‌های تخمیر شکمبه در جدول ۵ نشان داده شده است. در دوره پیش از شیرگیری در روز ۳۵ و ۷۰ مطالعه، مشاهده شد که pH در تیمار لیپوژنیک نسبت به تیمار گلوگوژنیک و مخلوط بیشتر بود (P <۰/۰۵) (جدول ۵). بیشتر بودن pH در گروه لیپوژنیک در مقایسه با گروه گلوکوژنیک و مخلوط را می‌توان به بیشتر بودن فیبر جیره و پایین‌تر بودن نشاسته در این تیمار نسبت داد. غلظت کل اسیدهای چرب فرار در روز ۳۵ و ۷۰ مطالعه در بین تیمارهای آزمایشی متفاوت نبود (P >۰/۰۵). با توجه به مقادیر مولار اسیدهای چرب فرار در شکمبه، غلظت استات در گوساله‌های تغذیه شده با جیره لیپوژنیک نسبت به گوساله‌های دریافت کننده جیره گلوکوژنیک و مخلوط در روز ۳۵ و ۷۰ مطالعه بیشتر بود (P <۰/۰۵).

افزایش غلظت پروپیونات شکمبه در روز ۳۵ و ۷۰ مطالعه در گوساله‌های دریافت کننده تیمار گلوکوژنیک نسبت به لیپوژنیک و مخلوط مشاهده شد (P <۰/۰۵). بیشتر بودن غلظت پروپیونات شکمبه در گوساله‌های گلوکوژنیک نسبت به گوساله‌های لیپوژنیک در مطالعه حاضر را می‌توان به میزان بیشتر نشاسته جیره در این تیمار نسبت داد. در روز ۷۰ آزمایش غلظت بوتیرات در گوساله‌های دریافت کننده جیره لیپوژنیک و نسبت استات به پروپیونات در روز ۳۵ و ۷۰ آزمایش نسبت به گوساله‌های دریافت کننده جیره‌های گلوکوژنیک و مخلوط بیشتر بود (P <۰/۰۵). معمولاً افزایش مصرف فیبر با افزایش تولید استات (۳۲) و بوتیرات در شکمبه در ارتباط است که در مطالعه حاضر این ارتباط نیز در گوساله‌های لیپوژنیک مشاهده شد. به نظر می‌رسد، در شکمبه گوساله‌های تغذیه شده با جیره لیپوژنیک افزایش غلظت استات، بدون افزایش در کل اسیدهای چرب، با کاهش غلظت پروپیونات همراه بوده است. در مطالعه‌ای دیگر اثر چند سطح فیبر محلول در شوینده خنثی در جیره گوساله‌های شیری جوان بر تخمیر شکمبه بررسی شد و تفاوتی در الگوی اسیدهای چرب فرار مشاهده نشد (۱۵).

در آزمایش دوم نتیجه آزمون انتخاب دوتایی مصرف خوراک‌های آغازین لیپوژنیک و گلوکوژنیک در جدول ۶ گزارش شده است. به طور متوسط در طول مدت زمان شش ساعت آزمون انتخاب گوساله‌ها ۶۸/۶۵ ± ۷۵۰ گرم (میانگین ± انحراف استاندارد) خوراک آغازین لیپوژنیک و ۶۱/۵۸ ± ۲۶۴/۸ گرم خوراک گلوکوژنیک مصرف نمودند و خوراک آغازین لیپوژنیک نسبت به خوراک خوراک آغازین لیپوژنیک توسط گوساله‌ها ترجیح داده شد (P <۰/۰۵).

نتیجه آزمون انتخاب دوتایی در جدول ۷ با استفاده از جدول مقایسات دوتایی خلاصه شده است. براساس این روش مقایسه، خوراک آغازین لیپوژنیک رتبه بالاتری نسبت به خوراک آغازین لیپوژنیک به خود اختصاص داد.

جدول ٦- کل ماده خشک مصرفی (میانگین ± انحراف استاندارد) و نسبت انتخاب در آزمون انتخاب بین جیره‌های لیپوژنیک و گلوکوژنیک در آزمایش دوم[۱]

Total 6- DMI (mean ± SE) and preference ratio for pairwise preference test betwean Lipogenic and Glucogenic diets in experiment 2[1]

آزمون انتخاب Preference test		کل گرم ماده خشک مصرفی در ۶ ساعت آزمون TDMI, g/6-h test		Preference ratio[3] نسبت انتخاب[۳]	SE	P-value[4]
جیره الف[۲] Feed A	جیره ب[۲] Feed B	جیره الف Feed A	جیره ب Feed B			
لیپوژنیک	گلوکوژنیک	68.7±750.0	264.8±61.6	0.7387	0.06	0.001

[۱]داده‌ها میانگین مصرف ۱۹ گوساله ماده در آزمون می‌باشد.

[۲]جیره الف = جیره لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره ب = جیره گلوکوژنیک (ذرت و جو).

[۳]به صورت ماده خشک مصرفی خوراک الف تقسیم بر (ماده خشک مصرفی خوراک الف + ماده خشک مصرفی خوراک ب) محاسبه شد.

[۴]آزمون این که آیا نسبت انتخاب از عدد ۰/۵ متفاوت است.

[1]Data averaged across n = 19 female Holstein calves/test.

[2]Diet A = Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Diet B= Glugogenic starter diet (corn and barley).

[3]Calculated as DMI of mixture A/(DMI of mixture A + DMI of mixture B).

[4]Tests whether preference ratio differs from 0.5.

جدول ۷- مقایسه دوتایی برای رتبه‌بندی ترجیح بین جیره‌های لیپوژنیک و گلوکوژنیک[۱]

Table 7- Pairwise comparison chart for ranking of preference betwean Lipogenic and Glucogenic diets in experiment [1]

نوع جیره[۲] Diet type[2]	لیپوژنیک Lipogenic	گلوکوژنیک Glucogenic
لیپوژنیک Lipogenic	-1	-
گلوکوژنیک Glucogenic	-	1
جمع نمره‌های انتخاب ΣPi	-1	1

[۱]آزمون انتخاب با استفاده از آزمون t برای آزمون دوتایی به عنوان عامل معنی‌داری تعیین شد. برای هر مقایسه دوتایی که نسبت انتخاب از ۰/۵ متفاوت بود، برای خوراک ترجیح داده شده عدد یک و برای خوراک ترجیح داده نشده عدد منفی یک اختصاص یافت.

[۲]جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو).

[1]Preference was determined as significant using *t*-tests for each pairwise preference. For each pairwise comparison where the preference ratio differed from 0.5, the preferred feed was assigned 1 and the nonpreferred feed was assigned −1.

[2]Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glugogenic starter diet (corn and barley).

خوش خوراکی جیره از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است، زیرا مصرف غذای جامد در اوایل زندگی، توسعه و رشد شکمبه را تسهیل و عملکرد و کارایی در اطراف زمان از شیرگیری را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۹). گوساله‌ها هنگامی که در آزمون‌های انتخاب با انتخاب انواع مختلف خوراک در دوره‌های کوتاه مدت مواجه می‌شوند، ترجیحات نسبی متفاوتی را برای انواع مختلف خوراک از خود نشان می‌دهند، که به طور عمده احساس خوش‌خوراکی بر روی مصرف کوتاه مدت تأثیر می‌گذارد (۲۵). با این حال، دلیل این که خوش-خوراکی انواع مختلف خوراکی که در اختیار گوساله‌ها قرار داده می-شود تا چه حد ممکن است بر تغذیه بلند مدت، انتخاب و مصرف مواد مغذی گوساله های شیری تأثیر بگذارد، روشن نیست. تصور از خوش خوراکی خوراک، به عنوان نتیجه‌ای از مقدار حس خوشایند اولیه حاصل از خواص حسی خوراک و وابستگی‌های یاد گرفته شده از بازخورد پس از هضم با ویژگی‌های خوراک، به خصوص طعم و بو، در نشخوارکنندگان در نظر گرفته می شود. با توجه به این که خواص حسی خوراک ها ممکن است بر انتخاب کوتاه مدت جیره تأثیر بگذارد (۱۳)، ارتباط ویژگی‌های خوراک با بازخورد مثبت یا منفی پس از هضم می‌تواند به شدت بر ترجیح مصرف و ناسازگاری های خوراک موثر باشد (۳۳). بنابراین، تناقض‌ها در بررسی منابع در بررسی ترجیح مواد خوراکی احتمالاً به دلیل تفاوت در سن، تجربه قبلی مصرف آن خوراک توسط حیوانات و همچنین تغییر در روش ارزیابی آزمون انتخاب می‌باشد.

مطالعه‌ای که ترجیح گوساله‌ها به جیره‌های گلوکوژنیک و لیپوژنیک را مورد بررسی قرار داده باشد، در دست نیست. نتیجه این مرحله از آزمایش نشان می‌دهد که گوساله‌های قطع شیر شده خواص حسی خوراک لیپوژنیک را نسبت به خوراک‌های گلوکوژنیک ترجیح می‌دهند. به نظر می‌رسد که در میان ترکیبات خوراک‌های لیپوژنیک، پوسته سویا به عنوان یک ماده خوراکی خوش‌خوراک، می‌تواند عامل موثری در تشویق مصرف این نوع خوراک آغازین باشد (۱) و از طرف دیگر ماهیت فیبری و بافت‌دار بودن این نوع خوراک می‌تواند دلیل تمایل و مصرف بیشتر جیره لیپوژنیک نسبت به جیره گلوکوژنیک باشد.

نتیجه گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که جیره مخلوط در مقایسه با سایر تیمارها بدون این که افزایش وزن روزانه و وزن نهایی را تحت تأثیر قرار دهد، موجب بهبود افزایش مصرف خوراک آغازین در دوره پس از قطع شیر شد. غلظت بیشتر بتا- هیدورکسی بوتیرات پلاسمای خون گوساله‌های مصرف کننده جیره لیپوژنیک می‌تواند زمینه را برای توسعه بافت شکمبه- نگاری فراهم نماید. افزایش چربی استارتر به همراه فیبر قابل تخمیر در جیره لیپوژنیک موجب تغییر الگوی

اسیدهای چرب فرار در مقایسه با جیره گلوکوژنیک شد. در آزمایش دوم، نتیجه آزمون انتخاب در گوساله‌های تازه از شیرگرفته شده نشان داد که جیره لیپوژنیک خوشخوراکی بیشتری نسبت به جیره گلوکوژنیک دارد که این می تواند به افزایش کوتاه مدت مصرف خوراک منتهی شود. با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد جیره مخلوط لیپوژنیک و گلوکوژنیک گزینه مناسبی جهت استفاده در شرایط مزرعه‌ای باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود در مطالعه‌ای بلند مدت اثر تغذیه با این تیمارها در دوره شیرخوارگی بر تولید شیر در اولین تا سومین زایش بررسی شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت مالی از این پژوهش تشکر به عمل آورند. همچنین از شرکت کشاورزی و دامپروری یاسوج وابسته به بنیاد مستضعفان بخاطر فراهم نمودن امکان انجام آزمایش مزرعه‌ای قدردانی می‌شود.

منابع

1- Araujo, R. C., A. V. Pires, I. Susin, C. Q. Mendes, G. H. Rodrigues, I. U. Packer, and M. L. Eastridge. 2008. Milk yield, milk composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross hay. Journal of Animal Science, 86(12):3511-3521.
2- Allen, M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. Journal of dairy science, 83(7):1598-1624.
3- AOAC International. 2002. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
4- Baldwin, R. L., K. R. McLeod, J. L. Klotz, and R. N. Heitmann. 2004. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and post-weaning ruminant. Journal of Dairy Science, 87:55–65.
5- Beiranvand, H., G. R. Ghorbani, M. Khorvash, and M. KazemiBonchenari. 2014a. Forage and sugar in dairy calves starter diet and their interaction on performance, weaning age and rumen fermentation. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 98(3):439–445.
6- Beiranvand, H., G. R. Ghorbani, M. Khorvash, A. Nabipour, M. Dehghan-Banadaky, A. Homayouni, and S. Kargar. 2014b. Interactions of alfalfa hay and sodium propionate on dairy calf performance and rumen development. Journal of Dairy Science, 97(4):2270–2280.
7- Beiranvand, H., M. Khorvash, G. R. Ghorbani, A. Homayouni, L. Bachmann, and S. Kargar. 2014c. Evaluation of ketogenic vs. glucogenic substrates as energy sources in starter diets for Holstein dairy calves. Canadian Journal of Animal Science, 94(4):717–723.
8- Danesh Mesgaran, M., A. M. Tahmasbi, and A. R. Vakili. 2008. Digestion and Metabolism in Ruminant. Ferdowsi University of Mashhad press. 203–204 (In Persian).
9- Drackley, J. K. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 24(1):55–86.
10- Dym, C. L., W. H. Wood, and M. J. Scott. 2002. Rank ordering engineering designs: Pairwise comparison charts and borda counts. Research in Engineering Design, 13(4):236–242.
11- Ferreira, L. S., and C. M. Bittar. 2011. Performance and plasma metabolites of dairy calves fed starter containing sodium butyrate, calcium propionate or sodium monensin. Animal, 5(2):239-245.
12- Ghasemi, E., M. Azad-Shahraki, and M. Khorvash. 2017. Effect of different fat supplements on performance of dairy calves during cold season. Journal of Dairy Science, 100(7):5319–5328.
13- Ginane, C., R. Baumont, and A. Favreau-Peigné. 2011. Perception and hedonic value of basic tastes in domestic ruminants. Physiology Behavior, 104(5):666–674.
14- Govil, K., D. S. Yadav, A. K. Patil, S. Nayak, R. P. S. Baghel, P. K. Yadav, C. D. Malapure, and D. Thakur. 2017. Feeding management for early rumen development in calves. Journal of Entomology and Zoology Studies, 5(3):1132-1139.
15- Hill, S. R., B. A. Hopkins, S. Davidson, S. M. Bolt, D. E. Diaz, C. Brownie, T. Brown, G. B. Huntington, and L. W. Whitlow. 2009. The addition of cottonseed hulls to the starter and supplementation of live yeast or mannan

oligosaccharide in the milk for young calves. Journal of Dairy Science, 92(2):790–798.
16- Hill, T. M., H. G. Bateman, J. M. Aldrich, and R. L. Schlotterbeck. 2009. Effects of changing the essential and functional fatty acid intake of dairy calves. Journal of Dairy Science, 92(2):670–676.
17- Hill, T. M., H. G. Bateman, J. M. Aldrich, and R. L. Schlotterbeck. 2008. Effect of feeding different carbohydrate sources and amounts to young calves. Journal of Dairy Science, 91(8):3128–3137.
18- Hill, T. M., H. G. Bateman, J. M. Aldrich, J. D. Quigley, and R. L. Schlotterbeck. 2015. Inclusion of tallow and soybean oil to calf starters fed to dairy calves from birth to four months of age on calf performance and digestion. Journal of dairy science, 98(7):4882-4888.
19- Hu, W., T. M. Hill, T. S. Dennis, F. X. Suarez-Mena, J. D. Quigley, J. R. Knapp, and R. L. Schlotterbeck. 2018. Relationships between starch concentration of dry feed, diet digestibility, and growth of dairy calves up to 16 weeks of age. Journal of Dairy Science, 101(8):7073-7081.
20- Iwersen, M., U. Falkenberg, R. Voigtsberger, D. Forderung, and W. Heuwieser. 2009. Evaluation of an electronic cowside test to detect subclinical ketosis in dairy cows. Journal of Dairy Science, 92(6):2618–2624.
21- Khan, M. A., H. J. Lee, W. S. Lee, H. S. Kim, S. B. Kim, K. S. Ki, S. J. Park, J. K. Ha, and Y. J. Choi. 2007. Starch Source Evaluation in Calf Starter: I. Feed Consumption, Body Weight Gain, Structural Growth, and Blood Metabolites in Holstein Calves. Journal of Dairy Science, 90(11):5259–5268.
22- Khan, M. A., D. M. Weary, and M. A. G. von Keyserlingk. 2011. Hay intake improves performance and rumen development of calves fed higher quantities of milk. Journal of Dairy Science, 94(7):3547–3553.
23- Kosiorowska, A., L. Puggaard, M. S. Hedemann, J. Sehested, J. S. K. Jensen, N. B. Kristensen, P. Kuropka, K. Marycz, and M. Vestergaard. 2011. Gastrointestinal development of dairy calves fed low- or high-starch concentrate at two milk allowances. Animal, 5(2):211–219.
24- Kuehn, C. S., D. E. Otterby, J. G. Linn, W. G. Olson, H. Chester-Jones, G. D. Marx, and J. A. Barmore. 1994. The effect of dietary energy concentration on calf performance. Journal of Dairy Science, 77(9):2621-2629.
25- Montoro, C., F. Boe, I. R. Ipharraguerre, and A. Bach. 2012. Development of a method to evaluate oro-sensory preferences in weaned calves. Livestock Science, 150(1-3):374–380.
26- Montoro, C., and A. Bach. 2012. Voluntary selection of starter feed ingredients offered separately to nursing calves. Livestock science, 149(1-2):62-69.
27- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
28- Palmquist, D. L. 1994. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. Journal of Nutrition, 124(8Suppl):1377-1382.
29- Robertson, J. B., and P. J. Van Soest. 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: W. P. T. James, and O. Theander (Eds.), The Analysis of Dietary Fibre in Food. Chapter 9, Marcel Dekker, New York, USA, PP. 123–158.
30- Terré, M., E. Pedrals, A. Dalmau, and A. Bach. 2013. What do preweaned and weaned calves need in the diet: A high fiber content or a forage source? Journal of dairy science, 96(8):5217-25.
31- Thomas, D. B., and C. E. Hinks. 1982. The effect of changing the physical form of roughage on the performance of the early-weaned calf. Animal Production, 35(3):375–384.
32- Vakili, A. R., A. Mortezaee, and M. Danesh Mesgaran. 2014. Effect of dietary energy source on ruminal fermentation, venous blood gases and various blood metabolites of Baluchi sheep. Annual Research and Review in Biology, 4(2):451–459.
33- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74(10):3583–3597.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 449-465

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۶۵-۴۴۹

Evaluation of Feeding Glucogenic, Lipogenic and their Mixture Diets on Performance, Ruminal Fermentation, Blood Metabolites and Preferences in Holstein Suckling Calves

Saeed Seidali Doolatabad[1], Mohsen Sari*[2] and Gholam Reza Ghorbani[3]
Submitted: 04-08-2019
Accepted: 28-01-2020

Introduction Ingestion of solid feed is necessary to stimulate rumen development in the young calf and facilitate the transition from a pre-ruminant to a functioning ruminant. Lipogenic nutrients in ruminants originate from fermentation of fiber to acetate and butyrate, dietary fat or are derived from body reserves. Glucogenic nutrients originate from starch that has escaped rumen degradation or gluconeogenesis. The use of low-starch starters is prevalent in dairy calf industry worldwide. These starters differ greatly in their composition of both fiber and fat. The NRC (2001) suggested that adequate digestible fiber should be included in starter diets but limited data exist to substantiate this statement. Digestible fiber sources such as sugar beet pulp, soybean hulls, and wheat bran have a lower ME value than corn and barley grains which are starch rich. A meta-analysis of 6 studies showed positive linear relationships between starch concentration of starter feed with ADG. However meta-regression analysis indicated that growth responses to starch concentration were influenced by ME concentration in dry feed fed to the calves. One possible way to enhance energy intake is to increase the energy density of the diet with fat. Convenient starter diets are typically low in fat. Most previous studies have either compared high-starch to high-fiber starter diets or investigated effects of fat supplementation on rumen environment and growth performance whereas our interest is in growth responses to diets differing in starch, NDF, and fat in calves. We hypothesize that a low-starch starter feed in which starch is substituted by fiber and fat will support growth performance similar to a traditional high-starch starter concentrate and high-fiber, high-fat diet might also improve ruminal environment in calves. We also hypothesized that preference for certain type of starter would become apparent, providing an indication of which type of energy sources may be considered more palatable for calves and therefore recommended to formulate starter feed mixture. The objectives of our study was to investigate the effects of lipogenic starter (low-starch with high-fiber and high-fat content) in comparison with a glucogenic (high-starch) or mixture of glucogenic and lipogenic starters on growth performance, ruminal fermentation, as well as blood metabolites of dairy calves during the first 70 d of life.

Materials and Methods In first experiment, thirty Holstein female calves (4 d of age; 41.0 ± 4.0 kg of BW), randomly assigned by BW to one of the three dietary treatments. Treatments consisted of (1) a high starch starter feed containing corn and barley grain (glucogenic); (2) a high fiber and fat starter feed containing soybean hulls, corn germ meal, sugar beet pulp, wheat bran, full fat soybean, and vegetable oil (lipogenic); and (3) a starter feed containing mixture of diets 1 and 2 (MIX). Starter intakes were measured daily and all the calves were weighed at birth and subsequently every 7 d until the end of the experiment. Feed efficiency was calculated as the weight gain to feed intake ratio (kg/kg). In addition, the structural growth indices were measured on d 4, at weaning and at the end of the study. Blood samples from each calf were collected at 35 and 70 d to determine glucose, BUN, and β-hydroxybutyrate. Ruminal fluid was obtained 2 h after offering the morning feed at 35 and 70 d to determine the rumen pH and concentration of volatile fatty acids. Data were analyzed as a completely randomized design using a repeated-measures mixed model (PROC MIXED) of SAS software. In second experiment, 20 Holstein female calves fed a standard ration until 70 days of age. Three days after weaning, each calf was involved in a pairwise preference test between glucogenic and lipogenic diets. For each calf in each

1. PhD Student of Animal Science, Animal Science Department, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran.
2. Associate Professor, Animal Science Department, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran.
3. Animal Science Department, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
(*- Corresponding Author Email: m.sari@asnrukh.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.82328

pairwise preference test, preference ratio was calculated as the consumption of one feed as a percentage of the consumption of both feeds in the test. Preference ratios were compared for a difference from 0.5 (lack of preference) using t-tests. The feed type was assigned +1 if it was preferred, −1 if it was not preferred, and 0 if the preference ratio in a pairwise preference test did not differ from 0.5. Total preference scores were used as an indicator of overall preference rank of individual feed type.

Results and Discussion Results of the first experiment showed that dry matter intake was higher in the MIX diet group in the post weaning period than the other groups and a tendency to increase dry matter intake was observed throughout the study period. Average daily gain, feed efficiency, body weight, and skeletal growth were not different between treatments. Blood glucose (day 35 and 70) and plasma β-hydroxybutyric acid concentration (day 70) were higher in calves fed the glucogenic and lipogenic diet, respectively, compared to the other treatments. Rumen fluid pH and acetate concentration in calves fed the lipogenic diet were higher than those fed the glucogenic and MIX diets. The second experiment showed that calves preferred the lipogenic diet over the glucogenic diet.

Conclusion The results from this study showed that providing MIX diet rather than glucogenic and lipogenic diets increased post weaning intakes of starter without improving ADG and final BW. The results of the preference test clearly indicate that lipogenic diet is a highly palatable feed for recently weaned dairy calves, whereas glucogenic diet is less preferred. Given the positive trend observed in MIX feed diet, this diet seems to be recommendable for farm application. Whether the effects of energy source in early life could have long-term consequences on growth and milk yield are not known and warrant further research.

Key words: Energy sources, Growth performance, Starch concentration, Starter feed.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 467-479

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۷۹-۴۶۷

مقاله علمی- پژوهشی

بررسی دقت برخی از مدل‌ها در برآورد ضرایب آزمون تولید گاز در سیلاژ ذرت

خلیل زابلی*[۱]- سارا کلوندی[۲]- مصطفی ملکی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۰۲

چکیده

به‌منظور پیش‌بینی کینتیک تخمیر شکمبه‌ای سیلاژ ذرت در زمان‌های صفر، ۳۰ و ۶۰ روز پس از سیلو کردن، از تعداد چهار مدل غیر خطی استفاده شد. برای این منظور، داده‌های تولید گاز در طول ۱۴۴ ساعت انکوباسیون با استفاده از مدل‌های نمایی (EXP)، لجستیک (LOG)، گومپرتز (GOM) و فیزو (FZH) برازش شدند. نکویی برازش مدل‌ها با استفاده از آماره‌های میانگین مربعات خطا (MSE)، ضریب تعیین (R^2)، انحراف مطلق میانگین باقیمانده (RMAD) و میانگین درصد خطا (MPE) انجام شد. از آزمون‌های دوربین-واتسون (DW)، آزمون اجرا و رگرسیون خطی به‌منظور بررسی دقت مدل‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد مدل‌ها از نظر پیش‌بینی پتانسیل تولید گاز (A) تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. مدل EXP دارای بیشترین مقدار MSE (۲۹/۵۰) و کمترین مقدار R^2 (۰/۹۶۱) در بین مدل‌ها بود. مقدار RMAD در مدل GOM و FZH کمترین (به‌ترتیب ۲/۵۹۱ و ۲/۸۷۹) و در مدل EXP بیشترین (۳/۸۰۷) مقدار بود ($p<0/05$). در مدل EXP مقدار MPE ۵/۵۲۷ به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با سایر مدل‌ها داشت ($p<0/05$). در مدل EXP آماره DW به عدد صفر نزدیک‌تر بود (۰/۳۹۲) که نشان‌دهنده ضعف مدل EXP در برازش داده‌ها در مقایسه با سایر مدل‌ها بود. بررسی رابطه رگرسیون خطی نشان داد که مدل‌های FZH و LOG پیش‌بینی بهتری از پروفیل تولید گاز داشتند. به‌طور کلی نتایج نشان داد مدل-های GOM و FZH جهت پیش‌بینی کینتیک تخمیر شکمبه‌ای سیلاژ ذرت از دقت بیشتری در مقایسه با مدل EXP برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: روش آزمون تولید گاز، کینتیک تخمیر شکمبه، مدل‌های غیر خطی و نکویی برازش

مقدمه

روش‌های متعددی برای ارزشیابی مواد خوراکی در تغذیه نشخوارکنندگان وجود دارند که هر کدام از آنها دارای مزایا و معایبی هستند. استفاده از روش درون‌تنی[۳] برای تعیین قابلیت هضم، دارای ارزش زیادی است. اما این روش پر هزینه و زمان‌بر بوده و نیاز به حجم زیادی از ماده خوراکی جهت آزمایش دارد. لذا امروزه استفاده از روش‌های برون‌تنی[۴] توسط اکثر محققین ترجیح داده می‌شوند. اولین مطالعه در خصوص روش‌های برون تنی، مربوط به هضم دو مرحله ای بود (۲۵). پس از آن، روش آزمون تولید گاز به منظور بررسی قابلیت هضم و محتوای انرژی مواد خوراکی مورد استفاده قرار گرفت (۱۴). در این روش مشاهده شد خوراک‌های مختلفی که در مایع شکمبه انکوبه شده بودند، مقدار گاز متفاوتی تولید کردند و بین حجم گاز تولید شده و ارزش انرژی‌زایی مواد خوراکی رابطه مستقیمی وجود داشت و این روش را آزمون تولید گاز[۵] نام‌گذاری کردند (۲۳). روش آزمون تولید گاز اطلاعات با ارزشی درخصوص کینتیک هضم خوراک در شکمبه ارایه می‌دهد و با توجه به این که نیاز به تجهیزات ارزان قیمتی دارد، لذا امروزه به‌عنوان یک تکنیک آزمایشگاهی، به‌طور وسیعی مورد پذیرش قرار گرفته است (۲۸). در روش آزمون تولید گاز، حجم گاز تولید شده در زمان‌های متوالی مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد و روند تولید گاز در آن به‌صورت یک منحنی غیر خطی ارایه می‌گردد. در یک منحنی تولید گاز ۳ بخش شامل فاز اولیه (فاز بدون

۱- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
(*-ایمیل نویسنده مسئول: zaboli@basu.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.80666

3- *in vivo*
4 - *in vitro*
5 - Gas test (Hohenheimer Futter test)

تولید گاز و یا تولید آهسته گاز)، فاز تولید گاز سریع و فاز پایانی (که در آن سرعت تولید گاز کاهش یافته و در نهایت به صفر می‌رسد) قابل تشخیص است. برای برآورد نتایج چنین کینتیکی نیاز به یک مدل ریاضی خاصی می‌باشد که بتواند روند تولید گاز را در طول زمان توصیف کند (۲). به‌عبارت دیگر، توصیف ریاضی کینتیک تولید گاز (حجم گاز تولید شده در طول زمان) که از طریق برازش آن با تعدادی از مدل‌های ریاضی صورت می‌گیرد، اطلاعات با ارزشی در خصوص کینتیک تخمیر شکمبه ارایه می‌دهد و برای این منظور در طول دهه‌های گذشته، تعداد زیادی از مدل‌های ریاضی توسط محققین مختلف پیشنهاد شده است (۷). مدل غیر خطی ریاضی که معمولاً برای تعیین کینتیک تخمیر شکمبه استفاده می‌شود، از نوع مدل نمایی[1] (EXP) می‌باشد که اولین بار در سال ۱۹۷۹ توسط اورسکوف و مک‌دونالد پیشنهاد شد (۱۶). مدل EXP یکی از شناخته‌ترین و رایج‌ترین مدل ها برای برازش داده‌های آزمون تولید گاز و پیش‌بینی کینتیک تخمیر شکمبه می‌باشد. اما این مدل ساختار ساده، نیمه-هذلولی و غیر سیگوییدی دارد و چون فعالیت میکروبی در شکمبه و روند رشد آن‌ها به صورت سیگموییدی است، بنابراین استفاده از یک مدل غیر سیگموییدی مانند EXP برای تفسیر نتایج مربوطه، از دقت کافی برخوردار نیست و سبب ایجاد خطا در آنالیز داده‌ها می‌شود (۳). لذا، امروزه انواع مدل‌های با ساختار سیگموییدی و غیر سیگموییدی برای برآورد بهتر نتایج آزمون تولید گاز به کار برده شده‌اند و در این رابطه انواع معادلات مختلف ارایه شده است که هدف اصلی استفاده از این معادلات، پیش‌بینی دقیق‌تر کینتیک تخمیر شکمبه می‌باشد (۲۰). لازم به ذکر است که برخی از محققین هنوز هم ترجیح می‌دهند که از مدل EXP استفاده کنند. اما مدل‌هایی هم وجود دارند که برای این منظور ارایه شده‌اند اما کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند (۲۴). بر این اساس برخی از محققین استفاده از سایر مدل‌ها را ترجیح می‌دهند (۱۱). مدل لجستیک[2] (LOG) و مدل گومپرتز[3] (GOM) از بهترین توابع رشد هستند که دارای ساختار سیگموئیدی هستند و اولین بار برای توصیف کینتیک تولید گاز توسط محققین استفاده شدند (۲۲). مدل فیزو[4] (FZH) نیز به منظور بررسی کینتیک تخمیر شکمبه استفاده شد (۱۸). از آنجا که هر یک از مدل‌های پیشنهاد شده دارای کارایی و قابلیت متفاوتی در مقایسه با یکدیگر می‌باشند. بنابراین آنالیز داده‌های به‌دست آمده از آزمایش آزمون تولید گاز به‌وسیله مدل‌های مختلف، ممکن است نتایج متفاوتی ارایه دهد. بر این اساس، تعیین تفاوت موجود در بین این مدل‌ها از نظر توانایی آن‌ها در پیش‌بینی بهتر نتایج، می‌تواند در انتخاب مدل ایده‌آل بسیار تأثیرگذار باشد (۱۶). برای مقایسه قابلیت مدل‌ها (نکویی‌برازش آن‌ها) در پیش‌بینی نتایج آزمون تولید گاز از ابزارهای مختلفی استفاده می‌شود. برخی از این ابزارها، آماره‌هایی هستند که از تجزیه واریانس داده‌ها به‌دست می‌آیند. مانند میانگین مربعات خطا[5] (MSE)، ضریب تعیین[6] (R^2)، انحراف مطلق میانگین باقیمانده[7] (RMAD) و میانگین درصد خطا[8] (MPE). اما برخی دیگر از آماره‌ها از طریق آزمون‌هایی از قبیل آزمون دوربین–واتسون (Durbin-Watson test) و آزمون اجرا (run test) و نیز محاسبه رابطه رگرسیون خطی بین مقادیر مشاهده شده و با مقادیر پیش‌بینی شده محاسبه می‌شوند (۲۷).

سیلاژ ذرت به‌عنوان یک خوراک علوفه‌ای رایج در تغذیه گاوهای شیری و پرواری می‌باشد. آگاهی از کینتیک تخمیر شکمبه‌ای این خوراک به‌خصوص در زمان‌های مختلف پس از سیلو کردن، سبب می‌شود که شناخت بهتری از این خوراک داشته باشیم. بنابراین هدف پژوهش حاضر ارزیابی نکویی برازش مدل‌های نمایی (EXP)، لجستیک (LOG)، گومپرتز (GOM) و فیزو (FZH) به‌وسیله تکنیک آزمایشگاهی آزمون تولید گاز با سیلاژ ذرت به عنوان نمونه خوراک به کمک آماره‌های میانگین مربعات خطا (MSE)، ضریب تعیین (R^2)، انحراف مطلق میانگین باقیمانده (RMAD) و میانگین درصد خطا (MPE) بود.

مواد و روش‌ها

آماده سازی نمونه‌های خوراک: در این آزمایش از سیلاژ ذرت به‌عنوان نمونه خوراک استفاده شد. این خوراک‌ها در زمان‌های صفر، ۳۰ و ۶۰ روز پس از سیلو کردن تهیه شدند. ابتدا درصد ماده خشک نمونه‌ها با استفاده از آون در دمای ۶۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۴۸ ساعت تعیین شد. سپس نمونه‌های خشک شده با استفاده از

1 - Exponential model (y = A. (1-e -(c.t)))
2 - Logistic model
3 - Gompertz model
4 - Fitzhugh model

5- mean square error
6 - coeficion of determination
7 - residual mean absolute deviation
8 - mean percentage error

آسیاب رومیزی مجهز به الک ۱ میلی‌متری آسیاب شدند و از نمونه‌های آسیاب شده برای تعیین ترکیب شیمیایی و انجام آزمون تولید گاز استفاده شد. ترکیب شیمیایی نمونه‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد تعیین شد (۱ و ۲۶). نتایج مربوط به ترکیب شیمیایی سیلاژ ذرت در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی (برحسب درصد ماده خشک) سیلاژ ذرت در زمان‌های مختلف سیلو کردن

Table 1- Chemical composition (based on DM %) of corn silage at different ensiling times

سیلاژ ذرت Corn silage	ماده خشک DM [1]	ماده آلی OM [2]	پروتئین خام CP [3]	الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF [4]	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF [5]
روز صفر Day 0	16.38	91.69	8.74	62.91	43.88
روز ۳۰ Day 30	17.80	90.89	7.51	61.73	41.00
روز ۶۰ Day 60	20.53	90.39	6.70	58.99	39.43

[1] Dry matter (DM)
[2] Organic matter (OM)
[3] Crude protein (CP)
[4] Neutral detergent fiber (NDF)
[5] Acid detergent fiber (ADF)

۲- آزمایش آزمون تولید گاز: آزمایش آزمون تولید گاز در ۳ اجرای (run) جداگانه و در طی ۳ دوره ۶ روزه انجام شد. برای اندازه‌گیری تولید گاز از روش میزان جابجایی پیستون در داخل سرنگ شیشه ای مدرج مرتبط با ویال‌های ۵۰ میلی‌لیتری حاوی مایع شکمبه و نمونه خوراک، که معرف میزان تولید گاز بوده، استفاده شد (۵). در هر اجرا، نمونه‌های خوراک در ۳ تکرار به همراه ۲ عدد ویال به‌عنوان بلانک در نظر گرفته شد. برای این منظور، ابتدا مایع شکمبه از تعداد ۳ رأس گوسفند نر مهربان مجهز به فیستولای شکمبه‌ای قبل از خوراک‌دهی صبحگاهی گرفته شد. این گوسفندان روزانه در دو وعده غذایی صبح و عصر با استفاده از ۶۰ درصد علوفه (یونجه و سیلاژ ذرت) و ۴۰ درصد کنسانتره تغذیه می‌شدند (۱۵). مایع شکمبه به‌دست آمده از هر ۳ رأس گوسفند با هم مخلوط شدند و بلافاصله در شرایط بی‌هوازی و با استفاده از فلاسک در مجاورت آب گرم ۳۹ درجه سلسیوس به آزمایشگاه منتقل شد (۶). مایع شکمبه با استفاده از پارچه متقال چهار لایه صاف شد و به نسبت ۱ به ۲ با محلول بافر آماده شده در مجاورت گاز دی‌اکسیدکربن مخلوط شد و به‌عنوان مایع شکمبه بافری شده جهت استفاده بعدی در داخل بن‌ماری ۳۹ درجه سلسیوس نگهداری شد (۱۳). به‌داخل ویال‌های شیشه‌ای مربوط به نمونه‌های خوراک، مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه خوراک (خشک شده در آون ۶۰ درجه سلسیوس) به‌همراه ۳۰ میلی‌لیتر از مایع شکمبه بافری شده ریخته شد و در ویال‌های مربوط به بلانک‌ها نیز بدون اضافه کردن نمونه خوراک، فقط از مقدار ۳۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه بافری شده استفاده شد. پس از آماده کردن همه ویال‌های مربوط به هر اجرا، درب ویال‌ها با دقت با درپوش آلومینیومی پرس شد و بلافاصله به‌داخل بن‌ماری ۳۹ درجه سلسیوس منتقل شد و حجم گاز حجم گاز تولید شده (بر حسب میلی‌لیتر) در ساعات ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶، ۱۲۰ و ۱۴۴ پس از انکوباسیون، با استفاده از یک سر سوزن متصل به یک سرنگ شیشه‌ای مدرج ثبت شد.

۳- مدل‌های غیر خطی استفاده شده و نحوه مقایسه نکویی برازش آن‌ها: به‌منظور پیش بینی حجم گاز تولید شده در زمان‌های مختلف انکوباسیون از ۴ مدل غیر خطی استفاده شد. معادله مدل‌های مورد مطالعه در جدول ۲ ارایه شده است. برای این منظور، تعداد ۲۷ سری داده به‌دست آمده از آزمایش (۳ نوع نمونه خوراک، ۳ تکرار و در ۳ اجرای جداگانه) که مربوط به حجم گاز تولید شده در زمان‌های مختلف انکوباسیون بودند، استفاده شد. همه داده‌ها با استفاده از رویه Nonlinear regression در نرم افزار SPSS 16.0 for windows به مدل‌های مورد نظر برازش شدند و نتایج به‌صورت میلی‌لیتر به‌ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک بیان شد.

به‌منظور بررسی نکویی‌برازش مدل‌ها از مقادیر میانگین مربعات خطا (MSE)، ضریب تعیین (R^2)، انحراف مطلق میانگین باقیمانده (RMAD) و میانگین درصد خطا (MPE) به‌دست آمده از هر مدل استفاده شد.

جدول ۲- توصیف مدل های ریاضی غیر خطی استفاده شده در این مطالعه

Table 2- Description of candidate nonlinear mathematical models used in this study

مدل‌ها Models	معادله Equation [1]	پارامتر ساختاری Shape parameter	دامنه Domain
مدل نمایی Exponential (EXP)	$y = A.(1 - e^{-c.t})$	-	$t \geq 0$
مدل فیزو Fitzhugh (FZH)	$y = A.(1 + e^{-c.t})^{b}$	b	$t \geq 0$
مدل گومپرتز Gompertz (GOM)	$y = (A.\ e^{-b e^{(-c.t)}})$	b	$t \geq 0$
مدل لجستیک Logistic (LOG)	$y = A.(1 + e^{(b-c.t)})^{-1}$	b	$t \geq 0$

[1] Y : حجم گاز تولید شده در زمان t، A : پتانسیل تولید گاز، c : سرعت تولید گاز، b: پارامتر ساختاری، t: زمان انکوباسیون و e : عدد نپر (...۲/۷۱۸۲۱۸۲۸۸۴)

[1] y: volume of gas at time t, A: asymptotic gas volume, c: rate parameter, b: shape parameter, t: incubation time and e: Napier's constant (2.718218284…)

مقادیر MSE و R^2 در هر مدل از رابطه‌های ۱ ، ۲ و ۳ محاسبه شدند (۹):

$$RSS = \Sigma(y_i - \hat{y})^2$$ رابطه ۱

$$MSE = \frac{RSS}{(n-p)}$$ رابطه ۲

$$R^2 = 1 - \frac{MSE}{S_y^2}$$ رابطه ۳

در رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ ، yi مقدار مشاهده شده، $\hat{y}$ مقدار پیش-بینی شده، RSS مجموع مربعات باقیمانده، n تعداد داده‌ها (تعداد نقاط زمانی اندازه‌گیری شده)، p تعداد پارامتر موجود در هر مدل و Sy^2 به-عنوان واریانس کل در مقادیر مشاهده شده می‌باشد.

مقادیر RMAD و MPE نیز بر اساس رابطه‌های ۴ و ۵ به‌صورت زیر محاسبه شدند (۱۶):

$$RMAD = \Sigma_{i=1}^{n} \frac{|y_i - y_i|}{n}$$ رابطه ۴

$$MPE = \frac{1}{n} \Sigma \frac{(y_i - \hat{y}).100}{y_i}$$ رابطه ۵

بررسی قابلیت مدل‌ها در برازش داده‌ها با استفاده از آزمون دوربین–واتسون و آزمون اجرا (run test) استفاده شد (۴ و ۲۷). رابطه رگرسیون خطی بین مقادیر مشاهده شده (محور x) و پیش‌بینی شده (محور y) در هر یک از زمان‌های انکوباسیون برای همه سری داده‌ها و در هر مدل، بر اساس رویه REG با استفاده از برنامه SAS (۲۱) محاسبه شد و مقادیر عرض از مبداء (intercept) و ضریب رگرسیون (slope) برای هر مدل به‌دست آمد. معنی‌دار شدن پارامترهای رگرسیونی نیز بر اساس فرضیه intercept=0 و slope=1 در سطح خطای ۵ درصد آنالیز آماری شدند (۲۷).

احتمال معنی‌دار بودن تفاوت مقدار intercept به دست آمده از مدل‌ها با عدد صفر از طریق رویه REG و با استفاده از برنامه SAS (1999) انجام شد. احتمال معنی دار بودن تفاوت مقدار slope با عدد ۱ نیز از طریق آزمون t مطابق رابطه ۶ محاسبه شد و مقدار t به‌دست آمده از هر مدل، با t جدول و در سطح خطای ۵ درصد مقایسه آماری شد :

$$t_b = \frac{b_i - 1}{\sqrt{\frac{MSE}{SSX}}}$$ رابطه ۶

در رابطه ۶، t_b مقدار t محاسبه شده برای هر مدل، b_i مقدار ضریب رگرسیون محاسبه شده در مدل i، MSE میانگین مربعات خطا و SSX مجموع مربعات مقادیر مشاهده شده می‌باشد.

٤- آنالیز آماری داده ها: آنالیز آماری مقادیر برآورد شده از طریق هر کدام از مدل‌های مورد مطالعه (شامل پارامترهای A و c) و پارامترهای مربوط به نکویی‌برازش (MSE، R^2، RMAD و MPE) بر اساس رویه GLM با استفاده از برنامه SAS (۲۱) انجام شد. مدل آماری استفاده شده به‌صورت $Y_{ij} = \mu + M_i + R_j + e_{ij}$ بود که در آن Y_{ij} متغییر وابسته، μ میانگین، M_i اثر مدل، R_j اثر ران و e_{ij} خطای باقیمانده بود. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون توکی و در سطح خطای ۵ درصد انجام شد.

جدول ۳- مقایسه فراسنجه‌های کینتیک تخمیر شکمبه‌ای برآورد شده بوسیله مدل‌های مورد مطالعه

Table 3- Comparison of the ruminal fermentation kinetic parameters estimated by the studied models

زمان بعد از سیلو کردن Times after ensiling	پارامتر Parameters [1]	مدل نمایی Exponential	مدل فیزو Fitzhugh	مدل گومپرتز Gompertz	مدل لجستیک Logistic	مقدار p p-value [2]
روز صفر	A	96.16	97.64	98.37	97.10	0.2594
Day 0	c	0.057 [c]	0.064 [b]	0.053 [d]	0.075 [a]	<0.0001
	b	-	-2.031	1.465	1.048	-
روز ۳۰	A	87.19	87.73	88.28	87.27	0.6519
Day 30	c	0.059 [c]	0.074 [b]	0.062 [c]	0.088 [a]	<0.0001
	b	-	-2.174	1.568	1.164	-
روز ۶۰	A	77.18	76.65	77.23	76.09	0.7806
Day 60	c	0.115	0.075	0.062	0.093	0.7074
	b	-	-2.512	1.812	1.402	-
میانگین	A	86.84	87.34	87.96	86.82	0.4313
Mean	c	0.077	0.071	0.059	0.085	0.4012
	b	-	-2.239	1.615	1.205	-

[1] A : پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر بر ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، b : پارامتر ساختاری، c : سرعت تولید گاز (میلی‌لیتر بر ساعت)

[1] میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ردیف از جدول دارای تفاوت معنی‌دار (p<۰/۰۵) بر اساس آزمون توکی هستند.

[1] A: asymptotic gas volume (ml/200mg DM), b: shape parameter, c: rate parameter ($ml.h^{-1}$).

[2] Mean within rows followed by different superscripts are statistically different (P<0.05) by the test of Turkey's.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به پارامترهای پیش‌بینی شده توسط مدل‌های مورد مطالعه شامل پتانسیل تولید گاز (A)، پارامتر ساختاری[1] منحنی (b) و سرعت تولید گاز (c) در جدول ۳ ارایه شده است. مدل‌های مورد مطالعه از نظر پیش‌بینی مقدار پارامتر A تفاوت معنی‌داری با هم نشان ندادند و مقدار پارامتر A در بین مدل‌های مورد مطالعه در دامنه ۹۸/۳۷ (در مدل GOM در روز صفر) تا ۷۶/۰۹ (در مدل LOG در روز ۶۰) میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک قرار داشت. لازم به ذکر است که پژوهش مشابهی در خصوص استفاده از مدل‌های مورد بررسی در این مطالعه بر روی سیلاژ ذرت، در دسترس ما قرار نگرفت. اما در یک مطالعه که بر روی ۲۳ نوع خوراک علوفه‌ای مختلف انجام شده بود، مقدار پارامتر A پیش‌بینی شده توسط مدل‌های EXP، GOM و LOG در طول ۴۸ ساعت انکوباسیون، تفاوت معنی‌داری با هم نشان دادند (۲۷). احتمالاً ترکیب شیمیایی خوراک‌های مورد آزمایش، شرایط انجام آزمایش، جمعیت میکروبی مایع شکمبه و زمان انکوباسیون از مهم‌ترین عوامل تأثیر گذار در این خصوص می‌باشند.

در تعیین ارزش غذایی مواد خوراکی در آزمون تولید گاز ، حجم گاز تولید شده پایانی و پتانسیل تولید گاز بسیار مهم است. پتانسیل تولید گاز در مواد خوراکی به فاکتورهای متعددی از قبیل مقدار نمونه، اندازه ذرات، دوره انکوباسیون، نوع جمعیت میکروبی مایع شکمبه و نیز شرایط آماده سازی مایع شکمبه دارد. لذا انتظار تولید مقادیر مشابه گاز تولیدی در زمان‌های مختلف انکوباسیون و در آزمایش‌های مختلف امکان پذیر نیست (۲۳).

سرعت تولید گاز (c) در بین مدل‌های مورد بررسی فقط در زمان‌های صفر و ۳۰ سیلو کردن، دارای تفاوت معنی‌دار بود و مقدار آن در مدل LOG بیشتر از سایر مدل‌ها بود (P<۰/۰۵). اما مقدار پارامتر c در میانگین کل دوره سیلو کردن در بین مدل‌ها تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در مطالعه‌ای که بر روی سیلاژ ذرت انجام گرفته بود، مقدار عددی c برآورد شده از طریق مدل EXP مقدار ۰/۰۹۵ میلی‌لیتر بر ساعت گزارش شد (۸). همچنین در مطالعه دیگر، مقدار آن ۰/۰۴۳ میلی‌لیتر بر ساعت گزارش شد (۱۹).

با توجه به اینکه پارامتر b یک پارامتر ساختاری است که برای تصحیح منحنی به مدل اضافه می‌شود و از آنجا که مقدار آن با توجه به ساختار معادله در مدل‌های مختلف تغییر می‌کند، لذا امکان مقایسه کردن پارامتر b در بین مدل‌های مختلف وجود ندارد (۲۹). در بین مدل‌های مورد مطالعه، مدل EXP یک مدل ساده نمایی است که فقط از دو پارامتر A و c تشکیل شده است و فاقد پارامتر b می‌باشد. اما سایر مدل‌ها دارای پارامتر b می‌باشند. وجود پارامتر b در سایر مدل‌ها در مقایسه با مدل EXP احتمالاً سبب افزایش انعطاف پذیری آن‌ها در برازش داده‌ها و تصحیح روند تولید گاز شده و در نهایت

1 - Shape parameter

باعث افزایش دقت آن مدل‌ها گردیده است (۲۷).

نتایج مربوط به پارامترهای نکویی برازش در بین مدل‌های مورد مطالعه در جدول ۴ ارایه شده است. مطابق جدول فوق، مدل EXP دارای بیشترین مقدار MSE و کمترین مقدار R^2 در بین مدل‌ها بود. اما بر خلاف آن، مدل GOM و FZH دارای کمترین مقدار MSE و بیشترین مقدار R^2 بودند. در یک آزمایش مشابه که بر روی مواد خوراکی مختلف به‌روش آزمون تولید گاز انجام شد، بالاترین مقدار MSE در مدل EXP و کمترین آن در مدل GOM مشاهده شد. مقدار R^2 نیز در مدل‌های EXP، GOM و LOG در آن مطالعه به‌ترتیب ۰/۹۶۹، ۰/۹۹۳ و ۰/۹۸۵ به‌دست آمد (۲۷). در مطالعه دیگری که بر روی ۱۵ نوع سیلاژ خانواده گندمیان به روش آزمون تولید گاز در مدت زمان ۷۲ ساعت انکوباسیون صورت گرفت، مقدار MSE در مدل‌های EXP، GOM و LOG به ترتیب ۲۳/۸، ۱۰/۳ و ۲۵/۸ و مقدار R^2 نیز به ترتیب ۰/۹۹۸، ۰/۹۹۹ و ۰/۹۹۷ گزارش شد (۷).

جدول ٤- مقایسه مدل‌ها بر اساس پارامترهای نکویی برازش آنها

Table 4- Comparison of the models based on their goodness of fit parameters

پارامترهای نکویی برازش Goodness of fit parameteres	مدل نمایی EXP	مدل فیزو FZH	مدل گومپرتز GOM	مدل لجستیک LOG	مقدار p p-value [1]
میانگین مربعات خطا MSE [2]	29.50 [a]	21.06 [bc]	17.02 [c]	25.42 [ab]	<.0001
ضریب تعیین R^2 [#]	0.961 [c]	0.975 [ab]	0.980 [a]	0.970 [c]	<.0001
انحراف مطلق میانگین باقیمانده RMAD [3]	3.807 [a]	2.879 [bc]	2.591 [c]	3.153 [b]	<.0001
میانگین درصد خطا MPE [4]	5.527 [a]	-3.075 [b]	-2.808 [b]	-3.820 [b]	<.0001

[1] میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ردیف دارای تفاوت معنی‌دار (p<۰/۰۵) بر اساس آزمون توکی هستند.

[1] Mean within rows followed by different superscripts are statistically different (P<0.05) by the test of Turkey's.

[2] MSE: mean squares errors

[#] R^2: coefficient of determination

[3] RMAD: residual mean absolute deviation

[4] MPE: mean percentage error

منحنی تولید گاز یک شکل لگاریتمی دارد و به همین دلیل مدل‌هایی که برای توصیف آن به کار می روند، اکثراً فرم لگاریتمی و غیر خطی دارند. مقایسه مدل‌های غیر خطی از طریق تکنیک نکویی برازش و آنالیز باقیمانده (مقدار مشاهده شده منهای مقدار پیش بینی شده) یا همان مقدار خطا صورت می‌گیرد (۱۲). بر اساس نظر محققین، مقدار R^2 در مدل‌های توصیف کننده آزمون تولید گاز معیار مناسبی برای قضاوت و انتخاب بین مدل‌هاست (۲۹).

گزارش گردیده است که مدل‌های با تعداد پارامتر بیشتر، معمولاً مقدار MSE کوچکتری دارند که در نتایج ما نیز چنین روندی مشاهده شد (۳۰). گزارش شده است که اگر مقدار MSE و R^2 در یک مدل به‌ترتیب زیاد و کم باشد، نشان دهنده این است که مدل دارای نکویی‌برازش خوبی نیست (۱۰ و ۱۲). بنابراین با توجه به مقادیر MSE و R^2 به دست آمده، مشخص شد که مدل EXP به‌خاطر بیشترین مقدار MSE و کمترین مقدار R^2 ضعیف‌ترین عملکرد را در بین همه مدل‌ها داشت.

مقدار RMAD نیز به‌عنوان یک شاخص برای بررسی نکویی‌برازش مدل‌ها استفاده می‌شود. هر چقدر مقدار RMAD کوچکتر باشد (به صفر نزدیک‌تر باشد) نشان‌دهنده قابلیت بهتر مدل در برازش داده‌هاست (۱۶). مطابق جدول ۴، مقدار RMAD در مدل‌های GOM و FZH کمترین مقدار (به‌ترتیب ۲/۵۹۱ و ۲/۸۷۹) و در مدل EXP بیشترین مقدار (۳/۸۰۷) بود (p<۰/۰۵). بر این اساس، مدل‌های GOM و FZH در مقایسه با مدل EXP قابلیت بهتری در برازش داده‌ها داشتند.

مقدار MPE نیز نشان‌دهنده این است که آیا میانگین مقادیر پیش‌بینی شده نسبت به مقادیر مشاهده شده، بیش برآورد و یا کم برآورد شده است یا خیر. بر اساس پارامتر MPE اگر مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل نسبت به مقادیر مشاهده شده بیشتر باشد (بیش برآورد باشد) مقدار MPE منفی و در غیر این صورت مثبت است. همچنین، اگر مقدار این عدد به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده بهتر بودن نکویی‌برازش مدل می‌باشد (۱۶). در جدول ۴، مقدار MPE در مدل‌های EXP، FZH، GOM و LOG به‌ترتیب ۵/۵۲۷، ۳/۰۷۵-، ۲/۸۰۸- و ۳/۸۲۰- بود و مقدار آن در مدل EXP، تفاوت معنی‌داری

با سایر مدل‌ها نشان داد (P<۰/۰۵). بر این اساس، مقادیر پیش بینی شده توسط مدل EXP کمتر از مقادیر مشاهده شده بود (کم برآورد شده است). اما سایر مدل‌ها هر چند که مقدار اندکی بیش‌برآورد داشتند، اما وضعیت آنها در این رابطه بهتر از مدل EXP بود.

در رابطه با مقادیر RMAD و MPE به‌دست آمده از مدل‌های مورد مطالعه در سیلاژ ذرت، گزارشی در دسترس ما قرار نگرفت. اما مشابه نتایج ما، در مطالعه‌ای که بر روی علوفه یونجه صورت گرفت، مقدار RMAD و MPE در مدل EXP به‌ترتیب ۲/۲۶۲ و ۲/۷۸۶ به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با سایر مدل‌ها داشت. این وضعیت نشان‌دهنده قابلیت ضعیف‌تر مدل EXP در برازش داده‌های گاز تست برای علوفه یونجه بود (۲۹). همچنین، در مطالعه‌ای که بر روی یک جیره حاوی ۶۰ درصد یونجه و با مدل‌های مختلف انجام شد، مقدار عددی RMAD و MPE در مدل EXP بیشتر از مدل‌های دیگر بود که نشان‌دهنده نکویی‌برازش ضعیف‌تر مدل EXP در مقایسه با مدل‌های دیگر بود (۱۶).

نتایج مربوط به آزمون دوربین–واتسون (DW) در جدول ۵ ارایه شده است. دامنه آماره DW در محدوده عددی ۰ تا ۴ می‌باشد و هر چقدر مقدار DW به‌دست آمده از یک مدل، به مرکز این محدوده (عدد ۲) نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده پراکندگی مستقل خطاها (مقادیر باقیمانده) می‌باشد و در غیر این صورت و در اعداد نزدیک به مرز این محدوده (اعداد صفر و ۴) خطاهای به دست آمده از مدل دارای خود همبستگی هستند (۲۹). مطابق جدول ۵ در تمامی مدل های مورد مطالعه، مقدار آماره DW به عدد صفر نزدیک بود. این وضعیت در مدل EXP ملموس تر بود که نشان داد ضعف مدل EXP در برازش داده‌ها بیشتر از سایر مدل‌ها است. همچنین در تمامی مدل‌های مورد بررسی، فرض H_0 رد شد و با توجه به اینکه رد شدن فرض H_0 نشان‌دهنده وجود خود همبستگی بین خطاها (مقادیر باقیمانده) می‌باشد، لذا وجود خود همبستگی در بین خطاها از این طریق نیر تأیید شد و نشان داد که همه مدل‌ها در برازش داده‌ها دارای ضعف بودند. اما ضعف مدل EXP در این رابطه بیشتر بود. بر اساس نظر محققین، معنی‌دار شدن آماره DW نیز نشان دهنده وجود خود همبستگی در بین خطاها و ضعف مدل در برازش داده‌ها می‌باشد (۲۹). همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، از بین تعداد ۲۷ منحنی بررسی شده برای هر مدل، بیشترین تعداد معنی‌دار شدن آماره DW در مدل EXP (در ۲۴ منحنی) و کمترین آن در مدل GOM (در ۱۸ منحنی) مشاهده شد که تأیید کننده نتایج فوق می‌باشد. در مطالعه‌ای که بر روی ۲۳ نوع اقلام خوراکی مختلف در قالب ۲۳ منحنی تولید گاز و با استفاده از مدل‌های EXP، GOM و LOG صورت گرفت، مشخص شد که در مدل EXP در تعداد بیشتری از منحنی‌ها آماره DW معنی‌دار شد (تعداد ۲۲ منحنی). اما مدل GOM کمترین مقدار (تعداد ۶ منحنی) را در این رابطه داشت (۲۷). لازم به ذکر است که وجود خود همبستگی بین مقادیر خطاها در یک مدل به تنهایی نمی‌تواند ملاک ارزشیابی یک مدل از نظر نکویی‌برازش آن باشد و نیاز است تا سایر شاخص‌ها نیز بررسی گردد (۱۷ و ۲۷).

جدول ۵- نتایج آزمون دوربین–واتسون در مدل‌های مورد مطالعه

Table 5- Durbin Watson (DW) test results in the studied models[1]

	مدل نمایی EXP	مدل فیزو FZH	مدل گومپرتز GOM	مدل لجستیک LOG
آماره دوربین–واتسون DW	0.392	0.691	0.705	0.675
نتیجه فرض H_0 H_0 Result [1]	Rejected	Rejected	Rejected	Rejected
توزیع منحنی ها بر اساس معنی‌دار بودن و یا معنی‌دار نبودن (p>۰/۰۵) مقادیر آماره دوربین–واتسون (در همه ۲۷ منحنی) Distribution of the curves according to the significant (p<0.05) and non-significant (p>0.05) DW values (total curve=27)				
معنی دار شده significant	24	21	18	23
معنی دار نشده Non-significant	0	0	0	0
بی معنی inconclusive	3	6	9	4

[1] فرض صفر: هیچ خود همبستگی معنی‌داری بین خطاها (مقادیر باقیمانده) وجود ندارد.

[1] H_0: There is not a significant autocorrelation among the errors (residual values).

در تحقیق حاضر نیز هر چند در مدل‌های GOM و LOG در بین خطاها خود همبستگی مشاهده گردید، اما مطابق نتایج مربوط به نکویی‌برازش، این دو مدل قابلیت خوبی در برازش داده‌ها در مقایسه با مدل‌های EXP و FZH داشتند.

نتایج مربوط به آزمون اجرا (run test) در جدول ۶ ارایه شده است. این آزمون به‌منظور بررسی روند تغییر داده‌ها (مقادیر باقیمانده) در هر مدل استفاده می‌شود و تغییرات سیستمیک مقادیر فوق به‌طور واضح در نتایج آزمون اجرا مشاهده می‌شود (۳). یک اجرا (run)، تعداد اعداد پشت سر هم با علامت مشابه (مثلا + یا −) در یک سری اعداد متوالی می‌باشد. بر این اساس، اگر تعداد اجراهای موجود در مقادیر باقیمانده در یک مدل بیشتر باشد، احتمالاً نکویی‌برازش آن مدل بیشتر است (۲۷). در مطالعه ما، مطابق جدول ۶ تعداد اجراهای به‌دست آمده از ۲۷ منحنی که برای برازش هر مدل استفاده شده بودند، در ۴ دسته تقسیم شدند. این دسته‌ها شامل تعداد اجراهای با تعداد ۳ ≤ ، ۵-۴ ، ۷-۶ و ۸≤ اجرا بودند. وقتی که مقادیر باقیمانده از هر مدل به‌طور تصادفی پراکنده باشند، تعداد اجرای مشاهده شده بیشتر خواهد بود و مدل نکویی برازش قوی‌تر و خطای سیستمیک کمتری خواهد داشت (۹). مطابق جدول فوق، در مدل EXP، همه ۲۷ سری داده‌ها (منحنی‌ها) دارای کمترین اجرا (۳ ≤) بودند که نشان‌دهنده عملکرد ضعیف این مدل بود. سایر مدل‌ها به مراتب عملکرد بهتری نسبت به مدل EXP داشتند و بیشتر منحنی‌های آنها دارای اجرای ۵-۴ بودند. مشابه نتایج ما، در مطالعه‌ای که بر روی اقلام مختلف مواد خوراکی صورت گرفت، مدل EXP در مقایسه با مدل‌های GOM و LOG از نظر آزمون اجرا عملکرد ضعیف‌تری داشت و مدل GOM دارای بهترین عملکرد بود (۲۷). همچنین در مطالعه دیگری که بر روی اقلام خوراکی مختلف از جمله سیلاژ ذرت انجام شد، از مجموع ۲۱۶ منحنی مطالعه شده، تعداد ۹۰ درصد و یا بیشتر منحنی‌ها در مدل‌های EXP، GOM و LOG دارای تعداد اجرای ۵ ≤ بودند (۳). گزارش گردیده است که تعداد اجرای کمتر در یک مدل نشان‌دهنده آن است که در مدل بیش‌برآورد و یا کم‌برآورد اتفاق افتاده است. در حالی که تعداد اجرای بیشتر نشان دهنده پراکنش تصادفی مقادیر باقیمانده (خطاها) بوده و بنابراین توانایی بهتر مدل را توصیف می‌کند (۳).

جدول ٦- نتایج تست اجرا پس از برازش مدل‌ها

Table 6- Run test results after fitting the models

	مدل نمایی EXP	مدل فیزو FZH	مدل گومپرتز GOM	مدل لجستیک LOG
توزیع منحنی‌ها بر اساس تعداد اجراها (در همه ۲۷ منحنی) Distribution of curves according to the number of runs (total curve=27)				
تعداد اجراهای کمتر از ۳ ≤ 3	27	0	0	0
تعداد اجراهای بین ۴ تا ۵ 4-5	0	26	25	26
تعداد اجراهای بین ۶ تا ۷ 6-7	0	1	2	1
تعداد اجراهای بیشتر از ۸ ≥ 8	0	0	0	0
توزیع منحنی‌ها بر اساس معنی‌دار بودن و معنی‌دار نبودن (p<۰/۰۵) نتایج تست اجرا (در همه ۲۷ منحنی) Distribution of the curves according to the significant (p<0.05) and non-significant (p>0.05) of run test results (total curve=27)				
معنی دار شده Significant [1]	24	13	16	9
معنی دار نشده Non-significant	3	14	11	18

[1] فرض صفر: توزیع داده‌ها به صورت تصادفی است.

اگر $|Z| > Z_{1-\alpha/2}$ باشد، فرض صفر پذیرفته می‌شود و در غیر این صورت، فرض صفر رد می‌شود (Z=۲/۶۹۳۸ و α= ۰/۰۵)

حد بحرانی Z : ۱/۹۶ = $Z_{1-\alpha/2}$ ناحیه بحرانی : اگر $|Z| > 1.96$ باشد، فرض صفر رد می‌شود.

از آنجاییکه آماره تست (Z) بیشتر از مقدار بحرانی است، نتیجه‌گیری می‌کنیم که داد ها در سطح خطای ۰/۰۵ به صورت تصادفی توزیع نشده اند.

[1] H_0 : The distribution of data are random.

If $|Z| > Z_{1-\alpha/2}$, accept H_0; otherwise, reject H_0 Test statistic: $Z = 2.6938$ Significance level: $\alpha = 0.05$

Critical value (upper tail): $Z_{1-\alpha/2} = 1.96$ Critical region: Reject H_0 if $|Z| > 1.96$

Since the test statistic (Z) is greater than the critical value, we conclude that the data are not random at the 0.05 significance level.

معنی‌دار شدن آزمون اجرا در یک مدل نشان‌دهنده آن است که ترتیب داده‌ها (مقادیر باقیمانده) دارای توزیع تصادفی نیستند و لذا نوعی خطای سیستمیک در مدل وجود دارد (۲۷). مطابق جدول فوق، از تعداد ۲۷ منحنی بررسی شده در مطالعه حاضر، در مدل EXP در مقایسه با سایر مدل‌ها در تعداد بیشتری از منحنی‌ها (۲۴ منحنی) نتیجه آزمون اجرا معنی‌دار شد و مدل‌های FZH، GOM و LOG وضعیت بهتری در مقایسه با مدل EXP داشتند که مطابق با نتایج سایر محققین می‌باشد (۲۷).

نتایج مربوط به رابطه رگرسیونی بین مقدار حجم گاز مشاهده شده و مقدار پیش‌بینی شده آن در طول زمان انکوباسیون در جدول ۷ ارایه شده است. معنی‌دار شدن پارامترهای رگرسیونی بر اساس فرضیه intercept =۰ (عرض از مبداء) و slope =۱ (ضریب رگرسیون) آنالیز آماری شدند. در چنین شرایطی، بیشترین همبستگی بین مقدار مشاهده شده با مقدار پیش‌بینی شده در حالتی به‌دست می‌آید که مقدار عرض از مبداء و ضریب رگرسیون به ترتیب تفاوت آماری معنی‌داری با اعداد صفر و ۱ نداشته باشند (۱۷ و ۲۷). همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، در همه مدل‌ها مقادیر عرض از مبداء و ضریب رگرسیونی به‌ترتیب تفاوت معنی‌داری با اعداد صفر و ۱ داشتند. مقدار عرض از مبداء در مدل EXP منفی و در سایر مدل‌ها مثبت بود.

بنابراین مطابق شکل ۱، این وضعیت سبب شد تا خط رگرسیونی برآورد شده در مدل EXP به‌خصوص در اوایل دوره انکوباسیون در زیر خط ۱:۱ قرار بگیرد. در چنین وضعیتی مقدار گاز پیش‌بینی شده (به‌خصوص در ساعات اولیه انکوباسیون) کمتر از مقدار مشاهده شده می‌باشد. این وضعیت از نظر بیولوژیکی امکان‌پذیر نیست. زیرا حجم گاز پیش‌بینی شده در ساعت صفر انکوباسیون منفی می‌شود (۲۷). در سایر مدل‌ها (مدل‌های FZH، GOM و LOG) عکس این حالت مشاهده شد و خط رگرسیونی برآورد شده در ساعات اولیه انکوباسیون در بالای خط ۱:۱ قرار گرفتند و سبب شد که حجم گاز پیش‌بینی شده در ساعت صفر انکوباسیون مثبت شود. از آنجا که در حالت طبیعی حجم گاز تولید شده در ساعت صفر انکوباسیون، صفر می باشد، بنابراین بروز چنین وضعیتی نیز از نظر بیولوژیکی امکان‌پذیر نیست و همه این‌ها دلالت بر عدم دقت زیاد (۱۰۰ درصد) در مدل‌های مربوطه دارد. با این حال، در بین مدل‌های مطالعه شده، خط رگرسیونی برآورد شده توسط مدل‌های FZH و GOM به خط ۱:۱ نزدیک‌تر بود و مطابق جدول ۶، مقادیر MSE و R^2 نیز در آن‌ها به‌ترتیب کوچک‌تر و بزرگ‌تر از سایر مدل‌ها بود و بنابراین مدل‌های FZH و GOM در مقایسه با سایر مدل‌های مورد مطالعه پیش‌بینی بهتری از پروفیل تولید گاز داشتند.

جدول ۷- پارامترهای رگرسیونی بین حجم گاز مشاهده شده (در محور X) و پیش بینی شده (در محور Y) بعد از برازش مدل‌ها

Table 7- Regression parameters between observed (in X-axis) versus predicted (in Y-axis) gas volumes after fitting the models.

مدل‌ها Models	عرض از مبداء Intercept [1]	ضریب رگرسیون Slope [1]	میانگین مربعات خطا MSE	ضریب تعیین R^2
مدل نمایی Exponential (EXP)	-3.598 *	1.046 *	30.506	0.962
مدل فیزو Fitzhugh (FZH)	1.887 *	0.969 *	15.577	0.977
مدل گومپرتز Gompertz (GOM)	1.621 *	0.973 *	12.648	0.981
مدل لجستیک Logistic (LOG)	2.527 *	0.959 *	18.414	0.972

[1] مقادیر عرض از مبداء و ضریب رگرسیون به ترتیب تفاوت معنی داری با صفر و ۱ دارند (p<۰/۰۵).

[1] Intercept and slope significantly (p<0.05) different from 0 and 1, respectively.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد مقدار پتانسیل تولید گاز (A) پیش بینی شده توسط مدل‌های مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. اما بررسی پارامترهای نکویی برازش نشان داد که در بین مدل‌های بررسی شده، مدل GOM و FZH در مقایسه با مدل EXP، کینتیک تخمیر شکمبه‌ای سیلاژ ذرت را با دقت بیشتری پیش‌بینی کردند.

منابع

1- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

2- Beuvink, J. M., and J. Kogut. 1993. Modeling gas production kinetics of grass silages incubated with buffered ruminal fluid. Journal of Animal Science, 71(4):1041-1046.

3- Dhanoa, M. S., S. Lopez, J. Dijkstra, D. R. Davies, R. Sanderson, A. B. Williams, Z. Zileshi, and J. France. 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed in vitro: Comparison of models. British Journal of Nutrition, 83:131–142.

4- Draper, N. R., and H. Smith. 1981. Applied regression analysis. Wiley, New York, USA.

5- Fedorak, P. M., and S. E. Hrudey. 1983. A Simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultuvesin serum bottles. Environmental Technology Letters, 4(10): 425- 432.

6- He, Z. X., Y. L. Zhao, T. A. McAllister, and W. Z. Yang. 2016. Effect of in vitro techniques and exogenous feed enzymes on feed digestion. Animal Feed Science and Technology, 213: 148–152.

7- Huhtanen, P., A. Seppälä, S. Ahvenjärvi, and M. Rinne. 2008. Prediction of in vivo neutral detergent fiber digestibility and digestion rate of potentially digestible neutral detergent fiber: comparison of models. Journal of Animal Science, 86: 2657–2669.

8- Kamalak, A., O. Canbolat, Y. Gurbuz, and O. Ozay. 2005. Comparison of in vitro gas production technique with in situ nylon bag technique to estimate dry matter degradation. Czech Journal of Animal Science, 50 (2): 60–67.

9- Korkmaz, M., and F. Uckades. 2014. An alternative robust model for in situ degradation studies “Korkmaz-Uckardes”. Iranian Journal of Applied Animal Science, 4(1): 45-51.

10- Korkmaz, M., F. Uckades, and A. Kaygisiz. 2011. Comparision of wood, gaines, parabolic, hayashi, dhanno and polynomial models for lactation season curve of Simmental cows. Journal of Animal and Plant Sciences, 3: 448-458.

11- López, S., J. France, M. S. Dhanoa, F. Mould, and J. Dijkstra. 1999. Comparison of mathematical models to describe disappearance curves obtained using the polyester bag technique for incubating feeds in the rumen. Journal of Animal Science, 77: 1875–1888.

12- López, S., M. Prieto, J. Dijkstra, M. S. Dhanoa, and J. France. 2004. Statistical evaluation of mathematical models for microbial growth. International Journal of Food Microbiology, 96: 289- 300.

13- Menke, K. H., and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtainedfrom chemical analysis *in vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research and Development, 28: 7-55.

14- 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. Journal of Agricultural Science, 93: 217-222.

15- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, goats, cervids, and New World camelids. National Academies Press, Washington, DC.

16- Peripolli, V., E. R. Prates, J. O. J. Barcellos, C. M. McManus, C. A. Wilbert, J. BracciniNeto, C. M. Camargo, and R. B. Lopes. 2014. Models for gas production adjustment in ruminant diets containing crude glycerol. Livestock Research for Rural Development 26 (2), from http://www.lrrd.org/lrrd26/2/peri26028.htm.

17- Pineiro, G., S. Perelman, J. P. Guerschman, and J. M. Paruelo. 2008. How to evaluate models: observed vs. predicted or predicted vs. observed? Ecological Modelling, 216: 316–322.

18- Pitt, R. E., T. L. Cross, A. N. Pell, P. Schofield, and P. H. Doane. 1999. Use of in vitro gas production models in ruminal Kinetics. Mathematical Biosciences, 159(2):145-163.

19- Rabbani, H. R. 2012. Study on silage characteristics of two varieties of amaranth forage (amaranthus hypochondriacus) and its comparison with corn silage. Thesis submitted for Master of Science in field of animal science, Department of Animal Science, Bu-Ali Sina University. (In Persian)

20- Sahin, M., F. Uckardes, O. Canbolat, A. Kamalak, and A. I. Atalay. 2011. Estimation of Partial Gas Production Times of Some Feedstuffs Used in Ruminant Nutrition. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi Journal, 17: 731-734.

21- SAS, 1999. The SAS system for windows. Release 8.0.1. SAS Institutue Inc, Cary, USA.

22- Schofield, P., R. E. Pitt, and A. N. Pell. 1994. Kinetics of fibre digestion from in vitro gas production. Journal of

Animal Science, 72: 2980-2991.
23- Seker, E. 2002. The determination of the energy values of some ruminant feeds by using digestibility trial and gas test. Revue de Medecine Veterinaire, 153(5): 323-328.
24- Tedeschi, L. O., P. Schofield, and A. N. Pell. 2008. Determining feed quality for ruminants using in vitro gas production technique. 1. Building an anaerobic fermentation chamber. In: The 4th Workshop on Modeling in Ruminant Nutrition: Application of the gas production technique, Juiz de Fora, Brazil
25- Tilley, J. M. A., and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society, 18: 104-11.
26- Van-Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583–3597.
27- Wang, M., S. X. Tang, and Z. L. Tan. 2011. Modeling in vitro gas production kinetics: Derivation of Logistic-Exponential (LE) equations and comparison of models. Animal Feed Science and Technology, 165: 137-150.
28- Wang, M., X. Z. Sun, S. X. tang, Z. L. Tan, and D. Pacheco. 2013. Deriving fractional rate of degradation of logistic-exponential (LE) model to evaluate early in vitro fermentation. Animal, 7(6): 920-929.
29- Zaboli, Kh. 2016. Comparison of fitting of some mathematical models to describe the ruminal fermentation kinetics according to gas production technique for Alfalfa hay. Animal Production Research, 5(3): 35-47. (In Persian)
30- Zwitering, M. H., I. Jongenburger, F. M. Rombouts, and K. Van'tRiet. 1990. Modeling of the bacterial growth curve. Applied and Environmental Microbiology, 56(6):1875-1881.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 467-479

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۷۹-۴۶۷

The Accuracy of some Models to Estimate the Coefficients of Gas Production Test in Corn Silage

Khalil Zaboli[1*], Sara Kalvandy[2] and Mostafa Malecky[1]

Submitted: 13-05-2019
Accepted: 21-04-2020

Introduction *In vitro* gas production technique is one of the methods used for evaluating ruminal fermentation kinetic of feedstuffs. In this method, the volume of gas produced during the incubation is presented as a curve. The mathematical description of gas production profile is performed by fitting data set to a nonlinear model. Recently, several non-linear models have been developed to estimate gas production profile however, some of these models are not accurate enough. Therefore, the aim of this study was to investigate the accuracy of some nonlinear models for predicting ruminal fermentation kinetic of a forage feed.

Materials and methods In this experiment, corn silages (samples on 0, 30 and 60 days after ensiling) were used as fermentation substrates. Dry matter and chemical composition (organic matter, crude protein, NDF and ADF) of the samples were determined using standard methods. The rumen fluid was obtained from three fistulated rams before the morning feeding. The collected ruminal fluids were pooled and transferred into a flask to the laboratory. The rumen fluid was filtered through four layers cheesecloth, flushed continuously with CO_2 and maintained at 39°C before incubation. The rumen fluid was then mixed with buffered mineral solution at the ratio of 1:2 (V/V). Gas production technique was completed in three separate runs on three different days (each run lasted 6 days). In each run, the samples were incubated in triplicate and two vials (without the substrate) were considered as the blanks. The volume of gas produced was measured at 0, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 48, 72, 96,120 and 144 hours of incubation. The prediction of the gas volume at different times of incubation was compared by four nonlinear models and results were expressed in ml per 200 mg of DM incubated. The selected models (experimental treatments) included Exponential (EXP), Fitzhugh (FZH), logistic (LOG) and Gompertz (GOM). The goodness of fit of the models were evaluated using mean square error (MSE), coefficient of determination (R^2), residual mean absolute deviation (RMAD) and mean percentage error (MPE). In addition, Durbin-Watson test (DW), run test and linear regression analysis (between observed and predicted values of the gas volume at different incubation times) were used to assess the accuracy of the models in fitting the data. The estimated ruminal fermentation parameters (the asymptotic gas volume and gas production rate) and goodness of fit parameters obtained from each model (MSE, R^2, RMAD and MPE statistics) were analyzed using completely randomized design.

Results The studied models had no difference in terms of predicting asymptotic gas volume (A) on 0, 30 and 60 days after ensiling and the value of parameter A predicted by the models were in the range of 98.37 (for GOM model on day 0) to 76.09 (for LOG model on day 60) ml per 200 mg DM. The EXP and LOG models had the highest and lowest MSE and R^2 values, respectively, indicating their lower accuracy compared with GOM and FZH models. The RMAD value was lowest in GOM and FZH models (2.591 and 2.879, respectively) and was highest in EXP model (3.807). The RMAD value is used as an indicator for evaluating the goodness of fit of models. the lower values of RMAD (closer to zero), represents a better ability of the model in fitting data. Based on these results, GOM and FZH models had a higher accuracy than EXP model in fitting data. The MPE value in the EXP model (5.527) was significantly higher than the other models ($p<0.05$). In other words, the predicted values (the volume of gas produced at different times of incubation) by the EXP model were lower than the observed values (it was underestimated). Based on Durbin Watson (DW) test results, the DW statistics in the EXP, FZH, GOM and LOG models were 0.392, 0.691, 0.705 and 0.675, respectively, indicating that EXP and GOM models had the lowest and highest accuracy, respectively, in predicting the rumen fermentation kinetic of corn silage .According to the run test, all the curves in EXP model had the lowest run (3 ≥) implying a poor

1- Assistant professor, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2- M.Sc. graduated, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
(*- Corresponding Author Email: zaboli@basu.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.80666

performance of EXP model in predicting the results. The linear regression between the observed versus predicted values (regression parameters) showed a significant difference between intercept with 0; and slope with 1 in all the studied models ($p<0.05$). However, based on the goodness of fit parameters obtained from the linear regression, FZH and GOM models had a better prediction of the gas production profile.

Conclusion The EXP model had lower accuracy in predicting the rumen fermentation kinetic of corn silage compared with the other studied models. It is recommended that other nonlinear models be used in addition to the EXP model for investigating the ruminal fermentation kinetics of corn silage.

Key words: Goodness of fit, *In vitro* method, Nonlinear models, Ruminal fermentation kinetic.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 481-493

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۹۳-۴۸۱

مقاله علمی- پژوهشی

تعیین ارزش غذایی، گوارش‌پذیری مواد مغذی و انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌های حاوی دو منبع فیبر محلول و نامحلول در شترمرغ

سید محمد میربهبهانی[۱]- سید جواد حسینی واشان[۱*]- محسن مجتهدی[۱]- سیدهمایون فرهنگ فر[۱]- سید عبدالله حسینی [۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۷

چکیده

به منظور تعیین ارزش غذایی، گوارش‌پذیری مواد مغذی و انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌های حاوی دو منبع فیبر محلول و نامحلول در شترمرغ، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۶ تکرار در هر تیمار (در هر تکرار یک پرنده) در سنین ۲، ۴ و ۶ ماهگی اجرا شد. تیمارها شامل تیمار شاهد (دارای ۷/۵ درصد فیبر محلول و ۱۶ درصد فیبر نامحلول در دوره‌ی پیش‌آغازین (۱ تا ۲ ماهگی)، ۷/۶ درصد فیبر محلول و ۲۰ درصد فیبر نامحلول در دوره‌ی آغازین (۲ تا ۴ ماهگی)، ۸/۲۵ درصد فیبر محلول و ۲۵/۵ درصد فیبر نامحلول در دوره رشد (۴ تا ۶ ماهگی))، تیمار ۲ و ۳ به ترتیب دارای ۲ و ۴ درصد فیبر محلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد و تیمار ۴ و ۵ به ترتیب دارای ۲ و ۴ درصد فیبر نامحلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد بودند. گوارش‌پذیری مواد مغذی، AME و AMEn به روش جمع‌آوری کل فضولات اندازه‌گیری شدند. تفاوت معنی‌داری در گوارش‌پذیری مواد مغذی بین تیمارها مشاهده نشد. AMEn، گوارش‌پذیری خاکستر، فیبر محلول و نامحلول، با افزایش سن افزایش یافتند (P<۰/۰۰۰۱). AMEn بین تیمار شاهد و تیمارهای دارای فیبر نامحلول بیشتر تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی در تیمارهای دارای ۲ و ۴ درصد فیبر محلول بیشتر، نسبت به سایر تیمارها به طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۰۰۱). با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که افزایش منابع فیبر محلول و نامحلول (در سطوح مورد استفاده در این آزمایش) اثر منفی بر گوارش پذیری مواد مغذی در شترمرغ ندارد و می‌توان از این منابع در جیره شترمرغ استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: اسید چرب فرار، پروتئین، تخمیر، راست روده، شترمرغ

مقدمه

همانند جوجه‌های گوشتی بخش عمده‌ی هزینه‌های پرورش شترمرغ مربوط به تغذیه است (۵ و ۱۴). با توجه به توانایی بالاتر شترمرغ نسبت به جوجه‌های گوشتی در مصرف فیبر (۶)، انتظار می‌رود بتوان با بهره‌مندی از خوراک‌های ارزان‌تر جیره‌ای با قیمت پایین‌تر را در اختیار شترمرغ‌ها قرار داد. فرآورده‌های فرعی محصولات زراعی نظیر تفاله چغندرقند و انواع سبوس‌ها منابع غنی فیبر می‌باشند که هر کدام درصدهای متفاوتی از فیبر محلول و نامحلول دارند (۳۲).

شترمرغ (*Struthio camelus*) راست روده بسیار طویلی (حدود ۸ متر) دارد به طوری‌که حدود ۵۷ درصد طول دستگاه گوارش شترمرغ سانان را تشکیل می‌دهد ولی در مرغ، اندازه راست روده فقط ۳-۲ درصد طول دستگاه گوارش است؛ بنابراین دستگاه گوارش شترمرغ نسبت به ماکیان بسیار متفاوت است و این تمایز و استقرار جمعیت میکروبی بالا در راست روده، قابلیت استفاده از خوراک‌های فیبری را در شترمرغ فراهم نموده است (۷ و ۲۸). میکروارگانیسم‌های موجود در راست روده شترمرغ قادرند ۳۸ درصد سلولز و ۶۸ درصد همی‌سلولز را هضم کنند (۳۱). تخمیر میکروبی تولید اسیدهای چرب فرار می‌کند که حدود ۷۶ درصد از انرژی قابل متابولیسم مورد نیاز شترمرغ‌های در حال رشد از طریق همین اسیدهای چرب فرار تأمین

۱- بترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار، استادیار و استاد، گروه علوم دامی دانشگاه بیرجند. بیرجند. ایران
۲- دانشیار تغذیه طیور، بخش تغذیه دام، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، ایران.
(*- ایمیل نویسنده مسئول: jhosseiniv@birjand.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.81693

می‌شود (۳۰). گلتز و همکاران (۱۴) اثر افزودن آنزیم به جیره‌های حاوی سیلوی یونجه را در شترمرغ‌ها بررسی کردند. پرندگان دریافت کننده آنزیم در جیره، هیچ‌گونه بهبودی را در سرعت رشد نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره‌های فاقد آنزیم نشان ندادند. این محققین نتیجه گرفتند که انجام تخمیر میکروبی در روده کور و راست روده انرژی لازم را برای پرنده فراهم می‌کند و نیاز به افزودن آنزیم را در خوراک‌های فیبری مرتفع می‌سازد.

فیبر جیره به دو نوع محلول در آب و نامحلول در آب تقسیم می‌شود. فیبرهای نامحلول در آب شامل سلولز، لیگنین و بخشی از همی‌سلولز می‌باشند که به دلیل سرعت عبور بیشتر از دستگاه گوارش، نسبت به فیبرهای محلول کمتر مورد تخمیر قرار می‌گیرند. فیبرهای محلول در آب به طور عمده شامل پکتین‌ها، صمغ‌ها و موسیلاژها می‌باشند که به خوبی مورد تخمیر قرار می‌گیرند (۱۰). فیبرهای محلول به واسطه افزایش گرانروی، تماس آنزیم‌ها را با مواد هضمی کاهش می‌دهند و در نتیجه باعث کاهش هضم و جذب مواد مغذی در دستگاه گوارش می‌شوند (۱۵). شاخه‌دار بودن، حضور گروه‌های یونی و نوع پیوند (مانند بتاگلوکان با پیوندهای بتا ۱-۳ و بتا ۱-۴) باعث افزایش حلالیت فیبر می‌شوند (۱۰). در مورد مقدار استاندارد فیبر محلول در جیره‌ی شترمرغ‌ها گزارش رسمی وجود ندارد؛ اما سطح توصیه شده فیبر خام تا ۹ هفتگی حداکثر ۱۰ درصد، در دوره‌ی آغازین حداکثر ۱۳/۵ درصد و در دوره‌ی رشد حداکثر ۱۷/۵ درصد می‌باشد (۹). همچنین گزارش شده است سطح مناسب فیبر نامحلول در جیره‌ی شترمرغ‌ها تا ۹ هفتگی ۱۴ تا ۱۶ درصد و از ۹ تا ۴۲ هفتگی ۱۸ تا ۲۰ درصد در نظر گرفته شود (۲۸).

با توجه به این که اثر فیبر محلول و نامحلول در دستگاه گوارش متفاوت از یکدیگر است و تاکنون تحقیقی پیرامون تأثیر منبع فیبر در شترمرغ انجام نشده است، این پژوهش با هدف تعیین ارزش غذایی، گوارش‌پذیری مواد مغذی و انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌های حاوی دو منبع فیبر محلول و نامحلول در شترمرغ انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی امکان استفاده از سطوح بالاتر فیبر محلول و نامحلول در جیره شترمرغ، این آزمایش با استفاده از ۳۰ قطعه شترمرغ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۶ تکرار در هر تیمار (در هر تکرار یک پرنده) در سه دوره پیش‌آغازین (۱ تا ۲ ماهگی)، آغازین (۲ تا ۴ ماهگی) و رشد (۴ تا ۶ ماهگی) اجرا شد (۶). جیره‌ها بر اساس توصیه سیلیرز (۶) و اسچدلر و سل (۲۸) با استفاده از نرم‌افزار UFFDA تنظیم شدند (جدول ۱) و ترکیب شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در جدول ۲ ارائه شده است.

تیمارهای آزمایشی به صورت زیر بودند:

۱- جیره پایه با سطح استاندارد فیبر (درصد فیبر محلول در دوره‌های پیش‌آغازین، آغازین و رشد به ترتیب برابر با ۷/۵، ۷/۶ و ۸/۲۵ ؛ درصد فیبر نامحلول در دوره‌های پیش‌آغازین، آغازین و رشد به ترتیب برابر با ۱۶، ۲۰ و ۲۵/۵)

۲- تیمار حاوی ۲ درصد فیبر محلول بیشتر از جیره پایه (تفاله چغندر قند به عنوان منبع فیبرمحلول؛ درصد فیبر محلول در دوره‌های پیش‌آغازین، آغازین و رشد به ترتیب برابر با ۹/۵، ۹/۶ و ۱۰/۲۵؛ درصد فیبر نامحلول برابر با تیمار شاهد)

۳- تیمار حاوی ۴ درصد فیبر محلول بیشتر از جیره پایه (تفاله چغندر قند به عنوان منبع فیبر محلول؛ درصد فیبر محلول در دوره‌های پیش‌آغازین، آغازین و رشد به ترتیب برابر با ۱۱/۵، ۱۱/۶ و ۱۲/۲۵؛ درصد فیبر نامحلول برابر با تیمار شاهد)

۴- تیمار حاوی ۲ درصد فیبر نامحلول بیشتر از جیره پایه (سبوس گندم به عنوان منبع فیبر نامحلول؛ درصد فیبر نامحلول در دوره‌های پیش‌آغازین، آغازین و رشد به ترتیب برابر با ۱۸، ۲۲ و ۲۷/۵؛ درصد فیبر محلول برابر با تیمار شاهد)

۵- تیمار حاوی ۴ درصد فیبر نامحلول بیشتر از جیره پایه (سبوس گندم به عنوان منبع فیبر نامحلول؛ درصد فیبر نامحلول در دوره‌های پیش‌آغازین، آغازین و رشد به ترتیب برابر با ۲۰، ۲۴ و ۲۹/۵؛ درصد فیبر محلول برابر با تیمار شاهد).

۳۰ قطعه جوجه شترمرغ یک ماهه (مخلوط دو جنس) با میانگین وزنی ۲۰۲/۳۷±۳۰۸۲ گرم در قفس‌هایی به طول ۲، عرض ۱ و ارتفاع ۳ متر از سن یک تا ۲ ماهگی و قفس‌هایی با طول ۲/۵، عرض ۲ و ارتفاع ۳/۵ متر از سن ۲ تا ۶ ماهگی پرورش یافتند. به منظور تعیین گوارش‌پذیری مواد مغذی، AME و AMEn با استفاده از روش جمع‌آوری کل فضولات (۱۳)، نایلون در بستر هر پن قرار گرفت. وزن نایلون قبل از استفاده اندازه‌گیری شد. پرندگان تحت گرسنگی اولیه ۳۶ ساعته (در سن ۲ ماهگی) و ۴۸ ساعته (در سنین ۴ و ۶ ماهگی) قرار گرفتند، سپس خوراک به مدت ۲۴ ساعت در اختیار شترمرغ‌ها قرار داده شد و مجدداً ۳۶ ساعت گرسنگی (در سن ۲ ماهگی) و ۴۸

ساعت گرسنگی (در سنین ۴ و ۶ ماهگی) اعمال شد و فضولات در یک دوره‌ی ۶۰ ساعته (در سن ۲ ماهگی) و ۷۲ ساعته (در سنین ۴ و ۶ ماهگی) جمع‌آوری شدند. ۴ لایه نایلون در بستر هر پرنده قرار گرفت. لایه‌ی اول پس از اعمال گرسنگی اولیه جمع‌آوری شد. لایه دوم پس از خوراک‌دهی جمع‌آوری شد و لایه‌ی سوم پس از گرسنگی پایانی جمع‌آوری شد. به منظور جلوگیری از تماس مواد موجود در بستر با نایلون لایه سوم، نایلون چهارمی هم در بستر قرار گرفت. وزن فضولات دفعی طی خوراک‌دهی و گرسنگی پس از آن اندازه‌گیری شد.

گوارش‌پذیری مواد مغذی طبق فرمول زیر محاسبه شد (۲۰):

$$1-\ \text{Nutrient digestibility}\ (\%) = \frac{(Fi\times NUf)-(E\times NUe)}{Fi\cdot NUf}\times 100$$

Fi = خوراک مصرفی (گرم)

E = فضولات (گرم)

Nu_f = غلظت ماده مغذی در خوراک (درصد)

Nu_e = غلظت ماده مغذی در فضولات (درصد)

انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری و ظاهری تصحیح شده بر مبنای تعادل صفر نیتروژن طبق فرمول‌های زیر محاسبه شدند (۶):

$$2-\ AME\left(\frac{kcal}{kg}\right) = \frac{(Fi\times GEf)-(E\times GEe)}{Fi}$$

$$3-\ AMEn\left(\frac{kcal}{kg}\right) = \frac{[(Fi\times GEf)-(E\times GEe)]-(NR\times K)}{Fi}$$

$$4-\ NR = (Fi\times N_f)-(E\times N_e)$$

AME۱: انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری (kcal/kg)

AMEn۲: انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده بر مبنای تعادل صفر نیتروژن (kcal/kg)

NR۳: ابقای نیتروژن

Fi: خوراک مصرفی (kg)

E: فضولات (kg)

GE_f: انرژی خام خوراک مصرفی (kcal/kg)

GEe: انرژی خام فضولات (kcal/kg)

Nf: غلظت نیتروژن خوراک (درصد)

Ne: غلظت نیتروژن فضولات (درصد)

K: ۸/۲۲ کیلوکالری به ازای هر گرم نیتروژن (۸۲۲۰Kcal/kg)

از تفاله چغندرقند و سبوس گندم به ترتیب به عنوان منبع فیبر محلول و نامحلول و به منظور تنظیم نسبت فیبر محلول و نامحلول تیمارها به یکدیگر در جیره‌ها استفاده شد. ترکیب مواد مغذی تفاله چغندر قند و سبوس گندم مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۳ آورده شده است.

مواد مغذی خوراک و فضولات مطابق روش‌های (۱۹۹۷) AOAC[۴] اندازه‌گیری شد (۳). انرژی خام خوراک و فضولات توسط دستگاه بمب کالریمتر اندازه گیری شد.

نسبت راندمان انرژی (EER[۵]) در هر دوره به روش زیر محاسبه شد (۲۵):

$$5\text{-}EER\left(\frac{g}{kcal}\right) = \frac{\text{Weight gain (g)}\times 100}{AMEn\left(\frac{kcal}{kg}\right)\times Fi(kg)}$$

به منظور اندازه گیری فیبر کل جیره از کیت مگازیم استفاده شد (AOAC Official Method 991.43). فیبر نامحلول طبق روش ون سوست و همکاران (۳۳) اندازه‌گیری شد. از تفاضل فیبر نامحلول از فیبر کل، مقدار فیبر محلول محاسبه شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری (۲۷) SAS[۶] و رویه mixed برای داده‌های تکرار دار در زمان با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ به روش توکی‌کرامر آنالیز شدند. مدل آماری مورد استفاده به صورت زیر بود:

$$Y_{ijk}=\mu+ T_i +M_k+(T_i*M_k)+e_{ijk}$$

Y_{ijk} = متغیر وابسته μ= میانگین کل T_i= اثر تیمار M_k= اثر ماه آزمایش T_i*M_k= اثر متقابل تیمار و ماه e_{ijk}= اثر خطای آزمایشی

نتایج و بحث

داده‌های مرتبط با اثر استفاده از منابع مختلف فیبر محلول و نامحلول در جیره جوجه شترمرغ نشان داد که منبع فیبر بر گوارش‌پذیری مواد مغذی اثر ندارد (P>۰/۰۵؛ جدول۴). عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها به دلیل ساختار دستگاه گوارش شترمرغ است. راست روده شترمرغ از روده باریک آن طویل‌تر است (راست روده ۵۷ درصد دستگاه گوارش و روده باریک ۳۶ درصد دستگاه گوارش را

1- Apparent Metabolizable Energy
2- Apparent Metabolizable Energy corrected for zero nitrogen balance
3- Nitrogen Retention
4- Association of Official Analytical Chemists
5- Energy Efficiency Ratio
6- Statistical Analysis System

شامل می‌شود) (۷ و ۲۸) و مکان مناسبی جهت تخمیر فیبرهای گیاهی می‌باشد (۲۸ و ۳۴).

جدول ۱- مواد خوراکی جیره‌ها در دوره‌های مختلف (بر حسب درصد هوا خشک)

Table 1- Ingredients and chemical composition of diets in different periods (percent, air dry basis)

ماده خوراکی Ingredient	پیش آغازین (1 تا 2 ماهگی) Prestarter					آغازین (2 تا 4 ماهگی) Starter					رشد (4 تا 6 ماهگی) Grower				
	1[1]	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
سبوس گندم Wheat bran	0.00	0.00	0.00	8.00	14.52	0.00	0.00	0.00	12.68	14.48	0.00	0.00	0.00	13.58	16.18
تفاله چغندر قند Sugar beet pulp	0.00	7.87	22.69	0.00	0.00	0.00	9.17	19.63	0.00	0.00	0.00	8.11	18.19	0.00	0.00
یونجه Alfalfa	9.51	3.00	2.00	7.62	10.03	28.26	22.77	18.32	19.57	29.88	51.49	44.39	39.62	40.87	49.75
ذرت Corn	19.81	18.97	33.38	11.73	6.5	24.84	26.79	31.65	14.38	12.58	22.39	21.24	25.21	10.85	8.39
جو Barley	34.6	32.52	4.46	39.89	35.63	21.74	14.89	3.14	29.75	18.49	14.41	14.7	4.43	25.52	15.79
کنجاله سویا (CP= 0.48) Soybean meal	27.46	30.14	27.54	22.36	22.4	19.73	21.35	22.03	18.32	17.74	7.44	7.59	8.53	4.86	4.14
پودر ماهی Fish meal	3.63	1.89	5.55	5.99	5.01	0.69	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
روغن خام سویا Soybean oil	0.00	0.00	0.00	0.00	1.4	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08	0.49	0.00	0.00	0.08	1.98
دی‌کلسیم‌فسفات DCP	1.89	2.18	1.73	1.31	1.33	2.03	2.2	2.2	1.8	1.82	1.83	1.84	1.90	1.45	1.44
کربنات‌کلسیم Calcium carbonate	1.73	1.9	1.39	1.74	1.80	1.3	1.34	1.25	1.81	1.46	0.56	0.63	0.59	1.11	0.82
مکمل معدنی[۲] Mineral premix[2]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
مکمل ویتامینی[۳] Vitamin premix[3]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
نمک Salt	0.25	0.23	0.07	0.23	0.23	0.27	0.23	0.16	0.3	0.27	0.26	0.22	0.16	0.29	0.26
دی‌ال‌متیونین DL-Methionin	0.12	0.16	0.16	0.13	0.15	0.14	0.17	0.2	0.21	0.19	0.13	0.16	0.18	0.19	0.18
ال‌لیزین‌هیدروکلراید L-Lysine HCL	0.00	0.13	0.03	0.00	0.00	0.00	0.09	0.14	0.18	0.01	0.00	0.12	0.19	0.2	0.06

[۱] تیمار ۱: تیمار شاهد، دارای ۷/۵ درصد فیبر محلول و ۱۶ درصد فیبر نامحلول در دوره‌ی پیش‌آغازین (۱ تا ۲ ماهگی)، ۷/۶ درصد فیبر محلول و ۲۰ درصد فیبر نامحلول در دوره‌ی آغازین (۲ تا ۴ ماهگی)، ۸/۲۵ درصد فیبر محلول و ۲۵/۵ درصد فیبر نامحلول در دوره رشد (۴ تا ۶ ماهگی)؛ تیمار ۲ : دارای ۲ درصد فیبر محلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (تفاله چغندر قند به عنوان منبع فیبر محلول)؛ تیمار ۳: دارای ۴ درصد فیبر محلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (تفاله چغندر قند به عنوان منبع فیبر محلول)؛ تیمار ۴: دارای ۲ درصد فیبر نامحلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (سبوس گندم به عنوان منبع فیبر نامحلول)؛ تیمار ۵: دارای ۴ درصد فیبر نامحلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (سبوس گندم به عنوان منبع فیبر نامحلول).

[۲] هر ۵ کیلوگرم مکمل معدنی شامل ۷۰۰۰۰ میلی‌گرم منیزیم، ۱۷۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۱۲۶۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۲۱۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۱۴۰۰ میلی‌گرم ید، ۴۵۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۱۴۰ میلی‌گرم کبالت، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم گوگرد، ۵۰۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین‌کلراید و ۱۵۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان است.

[۳] هر ۵ کیلوگرم مکمل ویتامینی شامل ۱۴۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۴۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۴۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۴۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۸۰۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_5، ۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۴۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین H_2، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین C، ۱۶۵۰۰۰ میلی‌گرم ال‌کارنیتین و ۱۵۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان است.

[1]Treatment 1: control (In prestarter'1-2 months' period contained 7.5% soluble fiber and 16% insoluble fiber; In starter period '2-4months' contained 7.6% soluble fiber and 20% insoluble fiber; In grower period '4-6months' contained 8.25% soluble fiber and 25.5% insoluble fiber; Treatment 2: contained 2% soluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber); Treatment 3: contained 4% soluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber); Treatment 4: contained 2% insoluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber); Treatment 5: contained 4% insoluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber).

[2] Each 5 Kg of mineral premix provided the following: Mg 7000 mg , Mn 170000 mg, Fe 50000 Mg, Zn 126000 mg, Cu 21000 mg, I 1400 mg, Se 450 mg, Co 140 mg, S 20000 mg, Choline chloride 500000 mg , Anti oxidan 1500 mg.

[3] Each 5 Kg of vitamin premix provided the following: vitamin A 14000000 IU, vitamin D_3 4000000 IU, vitamin E 100000 mg, vitamin K_3 4000 mg, vitamin B_1 4000 mg, vitamin B_2 10000 mg, vitamin B_3 20000 mg, vitamin B_5 80000 mg, vitamin B_6 5000 mg, vitamin B_9 4000 mg, vitamin B_{12} 100 mg, vitamin H_2 300 mg, vitamin C 25000 mg, L- Carnitine 165000 mg, Antioxidant 1500 mg.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در دوره‌های مختلف

Table 2- The chemical composition of diets in different periods (percent, air dry basis)

ماده خوراکی Ingredient	پیش آغازین (1 تا 2 ماهگی) Prestarter					آغازین (2 تا 4 ماهگی) Starter					رشد (4 تا 6 ماهگی) Grower				
	1[1]	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم) AMEn (Kcal/Kg)	3100	3100	3100	3100	3100	2900	2900	2900	2900	2900	2700	2700	2700	2700	2700
پروتئین خام (٪) Crude protein (%)	22.71	23.1	22.53	22.47	22.66	19.45	19.5	19.5	19.6	19.5	16	15.82	16	15.79	15.44
چربی خام (٪) Crude fat (%)	1.84	1.82	2.23	2.01	3.44	2.05	2.11	2.25	2.23	4.26	2.68	2.23	2.35	2.49	4.36
فیبر خام (٪) Crude fiber (%)	6.55	5.94	5.94	6.96	7.8	10.29	9.79	9.41	9.69	11.6	15.32	14.69	14.26	14.49	16.21
فیبرکل (٪) Total fiber (%)	23.5	25.5	27.5	25.5	27.5	27.6	29.6	31.6	29.6	31.6	33.75	35.75	37.75	35.75	37.75
فیبر محلول (٪) Soluble fiber (%)	7.5	9.5	11.5	7.5	7.5	7.6	9.6	11.6	7.6	7.6	8.25	10.25	12.25	8.25	8.25
فیبر نامحلول (٪) Insoluble fiber (%)	16	16	16	18	20	20	20	20	22	24	25.5	25.5	25.5	27.5	29.5
کلسیم (٪) Calcium (%)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
فسفر قابل دسترس (٪) Available phosphorus (%)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
سدیم (٪) Sodium (%)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
آرژنین (٪) Arginine (%)	1.34	1.33	1.37	1.33	1.33	1.06	1.06	1.07	1.05	1.06	0.76	0.74	0.75	0.74	0.75
لیزین (٪) Lysine (%)	1.33	1.32	1.33	1.33	1.33	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.24	1.25	1.25	1.24	1.24
متیونین (٪) Methionine (%)	0.49	0.49	0.52	0.5	0.5	0.45	0.46	0.46	0.47	0.46	0.4	0.41	0.42	0.43	0.42
متیونین + سیستین (٪) Methionine + Cystine (%)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

[۱]-تیمار ۱: تیمار شاهد، دارای ۷/۵ درصد فیبر محلول و ۱۶ درصد فیبر نامحلول در دوره‌ی پیش‌آغازین (۱ تا ۲ ماهگی)، ۷/۶ درصد فیبر محلول و ۲۰ درصد فیبر نامحلول در دوره‌ی آغازین (۲ تا ۴ ماهگی)، ۸/۲۵ درصد فیبر محلول و ۲۵/۵ درصد فیبر نامحلول در دوره رشد (۴ تا ۶ ماهگی)؛ تیمار ۲ : دارای ۲ درصد فیبر محلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (تفاله چغندر قند به عنوان منبع فیبر محلول)؛ تیمار ۳: دارای ۴ درصد فیبر محلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (تفاله چغندر قند به عنوان منبع فیبر محلول)؛ تیمار ۴: دارای ۲ درصد فیبر نامحلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (سبوس گندم به عنوان منبع فیبر نامحلول)؛ تیمار ۵: دارای ۴ درصد فیبر نامحلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (سبوس گندم به عنوان منبع فیبر نامحلول).

[1]:Treatment 1: control (In prestarter'1-2 months' period contained 7.5% soluble fiber and 16% insoluble fiber; In starter period '2-4months' contained 7.6% soluble fiber and 20% insoluble fiber; In grower period '4-6months' contained 8.25% soluble fiber and 25.5% insoluble fiber; Treatment 2: contained 2% soluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber); Treatment 3: contained 4% soluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber); Treatment 4: contained 2% insoluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber); Treatment 5: contained 4% insoluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber).

باکتری‌های هضم‌کننده فیبر نظیر *فیبروباکتر سوکسینوژنز*[۷] و *رومینوکوکوس فلاوفاسینس*[۸] در سکوم‌های پرنده (۲۲) و سایر

1- *Fibrobacter succinogenes*

2- *Ruminococcus flavefaciens*

باکتری‌های تخمیر کننده فیبر در راست روده شترمرغ، این پرنده را قادر می‌سازند که توانایی مناسبی برای استفاده از منابع فیبری داشته باشد (۳۰). در نتیجه تیمارهای مصرف کننده‌ی جیره‌های حاوی فیبر محلول و نامحلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد، کاهش گوارش‌پذیری مواد مغذی را نشان ندادند. این موضوع قابلیت بالاتر شترمرغ‌ها را در سازگاری به استفاده از جیره‌های حاوی فیبر بالاتر نسبت به جوجه-های گوشتی و سایر پرندگان نشان می‌دهد. جیمنز مورنو و همکاران (۱۹) نشان دادند که افزایش سطح تفاله چغندرقند از ۲۵ به ۷۵ گرم در هر کیلوگرم جیره جوجه‌های گوشتی منجر به افت افزایش وزن روزانه می‌شود. افزایش سطح فیبر در جیره بوقلمون‌ها از ۳ به ۹ درصد منجر به کاهش در عملکرد آن‌ها شد (۲۹).

با توجه به این که شروع آزمایش از سن یک ماهگی بوده، شترمرغ‌ها قابلیت کافی را در استفاده از منابع مختلف فیبر داشتند و تفاوت در سرعت عبور محتویات گوارشی با مصرف منابع فیبر محلول یا نامحلول اثر معنی‌داری بر گوارش‌پذیری مواد مغذی در آن‌ها نداشت.

زمان تخلیه مواد هضمی در شترمرغ‌های ۴۲ روزه با وزن ۵ تا ۱۰ کیلوگرم ۳۲ ساعت و در شترمرغ‌های با وزن ۴۲ تا ۵۰ کیلوگرم ۴۷/۹ ساعت است که فرصت بهینه را برای تخمیر میکروبی فراهم می‌آورد (۳۱).

گوارش‌پذیری فیبر محلول و نامحلول و خاکستر با افزایش سن افزایش یافتند (P<۰/۰۵). فیبرمحلول و نامحلول به دلیل اتصال به مواد معدنی باعث کاهش جذب آن‌ها در روده باریک می‌شوند؛ اما در راست روده در نتیجه تخمیر فیبرها، این مواد معدنی جذب می‌شوند و بسته به قابلیت تخمیر پذیری فیبر، میزان جذب متفاوت دارند (۴). با افزایش سن پرنده فعالیت باکتری‌ها در راست روده و روده کور افزایش می‌یابد. ایجی (۱۷) گزارش کرد که از سن ۵۵ روزگی فعالیت بتا دی گلوکوزیداز و بتا دی گالاکتوزیداز در روده کور و راست روده شترمرغ به طور خطی افزایش می‌یابد. این محققین نشان دادند که فعالیت پروتئازی میکروارگانیسم‌ها در ایلئوم، روده کور و راست روده پرنده در سن ۷۲ روزگی نسبت به ۵۵ روزگی افزایش قابل توجهی داشت.

سیلیرز (۶) گزارش کرد که شترمرغ‌ها قادر به هضم ۶۶ درصد محتویات دیواره‌ی سلولی هستند. مطالعات متعددی تراکم بالای اسیدهای چرب فرار را در راست روده شترمرغ گزارش کردند که این موضوع بیانگر تخمیر بالا در راست روده شترمرغ می‌باشد (۸ و ۱۸). زمان کافی ماندگاری مواد فیبری در دستگاه گوارش شترمرغ باعث می‌شود این مواد به خوبی در معرض هضم میکروبی قرار گیرند (۳۱).

گوارش‌پذیری پروتئین و چربی در سن ۴ ماهگی نسبت به ۲ ماهگی افزایش (P<۰/۰۵)، اما در سن ۶ ماهگی نسبت به ۴ ماهگی کاهش یافت (P<۰/۰۵). با توجه به این که محل جذب پروتئین و چربی عمدتاً در روده باریک است، این کاهش احتمالاً مربوط به سطح بالاتر فیبر جیره در سن ۶ ماهگی و تداخل با اثر آنزیم‌های گوارشی روده باریک در جذب این مواد مغذی می‌باشد (۲۴).

جدول ۳- ترکیب شیمیایی تفاله چغندر قند و سبوس گندم[1*] (درصد، بر اساس هوا خشک)

Table 3- Chemical composition of sugar beet pulp and wheat bran[1*] (percent, air dry basis)

ماده خوراکی ingredient	AMEn (Kcal/Kg)	پروتئین خام (٪) Crude protein (%)	چربی خام (٪) Crude fat (%)	فیبر خام (٪) Crude fiber (%)	فیبرکل (٪) Total fiber (%)	فیبر محلول (٪) Soluble fiber (%)	فیبر نامحلول (٪) Insoluble fiber (%)	کلسیم (٪) Calcium (%)	فسفر قابل دسترس (٪) Available phosphorus (%)
تفاله چغندر قند Sugar beet pulp	2798	10.23	2.6	14.92	67.64	34.18	33.46	0.8	0.06
سبوس گندم Wheat bran	2799. 8	16.63	4.8	10.4	41.84	0.84	41	0.1	0.65

[1*] AMEn تفاله چغندر قند برگرفته از ایاز و همکاران (۲)، AMEn سبوس گندم برگرفته از سیلیرز (۶)، اعداد مربوط به کلسیم و فسفر تفاله چغندر قند برگرفته از فید و همکاران(۱۲)، اعداد مربوط به کلسیم و فسفر قابل دسترس سبوس گندم برگرفته از لیسون و سامرز (۲۰) و اعداد مربوط به سایر مواد مغذی تفاله چغندرقند و سبوس گندم توسط نویسندگان در آزمایشگاه تغذیه دام اندازه‌گیری شده است.

[1-]The AMEn of sugar beet pulp were taken from Ayaz et al., (2), AMEn of wheat bran were taken from Ciliers (6), percentages of calcium and phosphorus of sugar beet pulp were taken from Fade et al., (12), percentages of calcium and available phosphorus of wheat bran were taken from Leeson and Summers (20). The percentages of other nutrients of sugar beet pulp and wheat bran were obtained from laboratory measurements by authors.

جدول ٤– اثر سطوح فیبر محلول و نامحلول بر گوارش‌پذیری مواد مغذی در جوجه شترمرغ

Table 4- Effect of soluble and insoluble fiber levels on nutrients digestibility in ostrich chicks

تیمار Treatment	گوارش‌پذیری پروتئین(٪) Protein digestibility (%)	گوارش‌پذیری چربی (٪) Fat digestibility (%)	گوارش‌پذیری فیبر محلول (٪) Soluble fiber digestibility (%)	گوارش‌پذیری فیبر نامحلول (٪) Insoluble fiber digestibility (%)	گوارش‌پذیری خاکستر (٪) Ash digestibility (%)
1[2]	81.17± 0.7572[1]	88.01± 1.1386	65.09± 1.7868	51.48± 0.7022	44.03± 1.7033
2	79.52± 0.7572	86.71± 1.1386	66.37± 1.7868	51.24± 0.7022	39.29± 1.7033
3	81.56± 0.7579	83.92± 1.1386	63.01± 1.7868	51.72± 0.7022	42.82± 1.7033
4	81.45± 0.7579	86.76± 1.1386	61.77± 1.7868	52.4± 0.7022	40.92± 1.7033
5	80.18± 0.7579	86.78± 1.1386	60.37± 1.7868	53.59± 0.7022	41.42± 1.7033
Pvalue	0.2641	0.1685	0.1424	0.1575	0.3626
سن (ماه) Age (month)					
2	71.8^{c}± 0.9292	74.11^{c}± 1.4335	46.65^{c}± 2.3322	46.34^{c}± 0..4605	33.16^{c}± 0.871
4	87.25^{a}± 0.2602	94.13^{a}± 0.3438	68^{b}± 0.5791	53.38^{b}± 0.2308	42.67^{b}± 1.7956
6	83.26^{b}± 0.3421	91.07^{b}± 0.2269	75.26^{a}± 0.8975	56.54^{a}± 0.7904	49.24^{a}± 1.5558
Pvalue	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
تیمار * سن Age* Treatment					
2 1	71.38± 2.0778	76.49± 3.2055	49.19± 5.2151	45.94± 1.0297	34.96± 1.9477
2	70.44± 2.0778	74.51± 3.2055	53.43± 5.2151	46.19± 1.0297	32.50± 1.9477
2 3	73.18± 2.0778	67.59± 3.2055	40.47± 5.2151	45.44± 1.0297	33.50± 1.9477
4	73.85± 2.0778	76.29± 3.2055	46.16± 5.2151	47.74± 1.0297	30.98± 1.9477
5	70.17± 2.0778	75.66± 3.2055	44.02± 5.2151	46.40± 1.0297	33.87± 1.9477
4 1	88.61± 0.5819	95.81± 0.7689	69.84± 1.2949	53.19± 0.5161	45.51± 4.0151
2	87.23± 0.5819	94.63± 0.7689	70.98± 1.2949	52.46± 0.5161	40.10± 4.0151
4 3	87.59± 0.5819	93.86± 0.7689	70.35± 1.2949	53.53± 0.5161	44.43± 4.0151
4	86.76± 0.5819	93.50± 0.7689	64.78± 1.2949	52.97± 0.5161	40.78± 4.0151
5	86.08± 0.5819	92.82± 0.7689	64.04± 1.2949	54.74± 0.5161	42.54± 4.0151
6 1	83.51± 0.7650	91.72± 0.5074	76.25± 1.7855	55.32± 1.7674	51.61± 3.4789
2	80.89± 0.7650	90.98± 0.5074	74.69± 1.7855	55.07± 1.7674	45.25± 3.4789
6 3	84.01± 0.7650	90.29± 0.5074	78.22± 1.7855	56.20± 1.7674	50.52± 3.4789
4	83.74± 0.7650	90.49± 0.5074	74.36± 1.7855	56.49± 1.7674	50.98± 3.4789
5	84.28± 0.7650	91.86± 0.5074	72.76± 1.7855	59.63± 1.7674	47.84± 3.4789
Pvalue	0.0895	0.1677	0.4515	0.6844	0.9834

[a-b]میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشترک دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

[۱]- میانگین± خطای استاندارد میانگین

[۲]-تیمار ۱: تیمار شاهد، دارای ۷/۵ درصد فیبر محلول و ۱۶ درصد فیبر نامحلول در دوره‌ی پیش‌آغازین (۱ تا ۲ ماهگی)، ۷/۶ درصد فیبر محلول و ۲۰ درصد فیبر نامحلول در دوره‌ی آغازین (۲ تا ۴ ماهگی)، ۸/۲۵ درصد فیبر محلول و ۲۵/۵ درصد فیبر نامحلول در دوره رشد (۴ تا ۶ ماهگی)؛ تیمار ۲ : دارای ۲ درصد فیبر محلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (تفاله چغندر قند به عنوان منبع فیبر محلول)؛ تیمار ۳: دارای ۴ درصد فیبر محلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (تفاله چغندر قند به عنوان منبع فیبر محلول)؛ تیمار ۴: دارای ۲ درصد فیبر نامحلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (سبوس گندم به عنوان منبع فیبر نامحلول)؛ تیمار ۵: دارای ۴ درصد فیبر نامحلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (سبوس گندم به عنوان منبع فیبر نامحلول).

[a-b] Means within same column with different superscripts differ (P<0.05).

[1-] Mean ± Standard of mean

[2-]Treatment 1: control (In prestarter'1-2 months' period contained 7.5% soluble fiber and 16% insoluble fiber; In starter period '2-4months' contained 7.6% soluble fiber and 20% insoluble fiber; In grower period '4-6months' contained 8.25% soluble fiber and 25.5% insoluble fiber; Treatment 2: contained 2% soluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber); Treatment 3: contained 4% soluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber); Treatment 4: contained 2% insoluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber); Treatment 5: contained 4% insoluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber).

جدول ۵- اثر سطوح فیبر محلول و نامحلول بر AME و AME_n در جوجه شترمرغ

Table 5- Effect of levels of soluble and insoluble fibers on AME and AME_n in ostrich chick

تیمار Treatment	AME (kcal/kg)	AMEn (kcal/kg)	نسبت راندمان انرژی Energy efficiency ratio (g/kcal)
1[2]	3483.22^{c}± 24.2946[1]	3247.85^{a}± 25.5875	12.82^{ab}± 0.4225
2	3385.54^{c}± 24.2946	3090.07^{b}± 25.5875	13.58^{a}± 0.4225
3	3427.87^{c}± 24.2946	3088.81^{b}± 25.5875	13.41^{a}± 0.4225
4	3653.83^{b}± 24.2946	3332.73^{a}± 25.5875	12.08^{ab}± 0.4225
5	3775.67^{a}± 24.2946	3328.17^{a}± 25.5875	11.92^{ab}± 0.4225
Pvalue	<0.0001	<0.0001	0.0305[2]
سن (ماه) Age (month)			
2	3266.93^{c}± 22.0468	2966.29^{c}± 30.7468	19.13^{a}± 0.5918
4	3719.36^{a}± 8.5341	3297.25^{b}± 7.6906	13.4^{b}± 0.3429
6	3649.38^{b}± 12.4186	3389.03^{a}± 15.8292	5.75^{c}± 0.0943
Pvalue	<0.0001	<0.0001	<0.0001
تیمار *سن Age * Treatment			
2 1	3117.34^{d}± 49.2982	2877.94^{e}± 68.752	19.79± 1.3233
2	3006.43^{d}± 49.2982	2729.59^{e}± 68.7520	20.41± 1.3233
3	3024.71^{d}± 49.2982	2788.10^{e}± 68.752	20.06± 1.3233
4	3497.07^{c}± 49.2982	3224.83^{abcd}± 68.752	18.42± 1.3233
5	3689.11^{ab}± 49.2982	3210.97^{bcd}± 68.752	17± 1.3233
4 1	3856.21^{a}± 19.0827	3424.03^{ab}± 17.1968	12.87± 0.8667
2	3576.34^{c}± 19.0827	3142.19^{d}± 17.1968	14.63± 0.8667
3	3591.06^{bc}± 19.0827	3165.16^{cd}± 17.1968	14.31± 0.8667
4	3751.72^{abc}± 19.0827	3359.49^{abcd}± 17.1968	12.13± 0.8667
5	3821.46^{abc}± 19.0827	3395.38^{ab}± 17.1968	13.06± 0.8667
6 1	3476.1^{abc}± 27.7688	3441.57^{a}± 35.3952	5.78± 0.211
2	3573.84^{abc}± 27.7688	3398.42^{ab}± 35.3952	5.70± 0.211
3	3667.83^{bc}± 27.7688	3313.16^{abcd}± 35.3952	5.87± 0.211
4	3712.68^{abc}± 27.7688	3413.86^{ab}± 35.3952	5.7± 0.211
5	3816.44^{abc}± 27.7688	3378.15^{abc}± 35.3952	5.7± 0.211
Pvalue	<0.0001	<0.0001	0.3587

$^{a-b}$میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشترک دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

[۱]- میانگین± خطای استاندارد میانگین

[۲]-تیمار ۱: تیمار شاهد، دارای ۷/۵ درصد فیبر محلول و ۱۶ درصد فیبر نامحلول در دوره‌ی پیش‌آغازین (۱ تا ۲ ماهگی)، ۷/۶ درصد فیبر محلول و ۲۰ درصد فیبر نامحلول در دوره‌ی آغازین (۲ تا ۴ ماهگی)، ۸/۲۵ درصد فیبر محلول و ۲۵/۵ درصد فیبر نامحلول در دوره رشد (۴ تا ۶ ماهگی)؛ تیمار ۲ : دارای ۲ درصد فیبر محلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (تفاله چغندر قند به عنوان منبع فیبر محلول)؛ تیمار ۳: دارای ۴ درصد فیبر محلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (تفاله چغندر قند به عنوان منبع فیبر محلول)؛ تیمار ۴: دارای ۲ درصد فیبر نامحلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (سبوس گندم به عنوان منبع فیبر نامحلول)؛ تیمار ۵: دارای ۴ درصد فیبر نامحلول بیشتر نسبت به تیمار شاهد (سبوس گندم به عنوان منبع فیبر نامحلول).

[۳]-اگرچه سطح احتمال در این قسمت کمتر از ۰/۰۵ است، اما در خروجی نرم‌افزار SAS هنگام مقایسه تیمارها با یکدیگر، تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد؛ لذا نتیجه گیری می‌شود که تیمارها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

$^{a-b}$ Means within same column with different superscripts differ (P<0.05).

[1-] Mean ± Standard of mean

[2-]Treatment 1: control (In prestarter'1-2 months' period contained 7.5% soluble fiber and 16% insoluble fiber; In starter period '2-4 months' contained 7.6% soluble fiber and 20% insoluble fiber; In grower period '4-6months' contained 8.25% soluble fiber and 25.5% insoluble fiber; Treatment 2: contained 2% soluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber); Treatment 3: contained 4% soluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber); Treatment 4: contained 2% insoluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber); Treatment 5: contained 4% insoluble fiber higher than control (Sugar beet pulp as soluble fiber).

[3-] Although probability is less than 0.05 but when treatments compared each other the P-values were more than 0.05, therefore we concluded treatments had no significant difference.

انجل (۱) گزارش کرد که گوارش پذیری چربی و فیبر نامحلول در شترمرغ‌ها با افزایش سن افزایش می‌یابد؛ البته در تحقیق وی بر خلاف آزمایش اخیر محتویات مواد مغذی جیره از سه هفتگی تا سی ماهگی یکسان بود. همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است. گوارش‌پذیری فیبر محلول نسبت به فیبر نامحلول بیشتر بوده است. فیبرهای محلول به دلیل سرعت عبور کمتر از دستگاه گوارش نسبت به فیبرهای نامحلول بیشتر در معرض هضم میکروبی قرار می‌گیرند (۱۰). البته در تحقیق اخیر سطح استفاده از فیبر محلول کمتر از فیبر نامحلول بود که شاید در گوارش‌پذیری بیشتر فیبر محلول تأثیرگذار بوده باشد. بنابراین استفاده از تفاله چغندرقند می‌تواند به عنوان بخشی از منبع انرژی جیره، علاوه بر کاهش احتمالی هزینه‌های خوراک به بهبود عملکرد پرنده کمک کند.

اثر منابع فیبر محلول و نامحلول، در سنین مختلف پرورشی بر AME و AMEn در جدول ۵ گزارش شده است. AME بین تیمار شاهد و تیمارهای دارای فیبر محلول بیشتر تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵)، ولی در تیمارهای دارای فیبر نامحلول بیشتر نسبت به سایر تیمارها افزایش یافت (P<۰/۰۵) که با توجه به کوچک‌تر بودن طول روده‌ی کوچک شترمرغ نسبت به راست روده آن (۷) و توانایی کافی میکروارگانیسم‌های مستقر در روده‌ی بزرگ شترمرغ جهت مصرف خوراک‌های فیبری، انتظار می‌رود تفاوت در AME و AMEn با مصرف منبع فیبر نامحلول در مقایسه با فیبر محلول، مربوط به تأثیر بیشتر منابع مختلف فیبر بر روده‌ی باریک باشد.

فیبر نامحلول با افزایش نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت و افزایش سلول‌های گابلت (۲۶) باعث بهبود قابلیت استفاده از مواد مغذی خوراک شده و به این طریق منجر به افزایش AME و AMEn نسبت به تیمارهای دریافت کننده‌ی فیبر محلول بیشتر شده است. همچنین فیبر نامحلول منجر به بهبود فعالیت سنگدان و دستگاه گوارش شده (۱۶) و با کاهش گرانروی محتویات هضمی منجر به افزایش تأثیر آنزیم‌های گوارشی مترشحه از سلول‌های روده‌ی باریک (از قبیل آلفا آمیلاز) شده و باعث بهبود هضم و جذب نشاسته و سایر مواد مغذی گردیده (۲۳ و ۲۴) و به این سبب انرژی دریافتی از جیره توسط پرنده افزایش می‌یابد. با افزایش فیبر نامحلول به دلیل افزایش سرعت عبور محتویات گوارشی از دستگاه گوارش (۱۰) مصرف خوراک بیشتر می‌شود (۲۶).

AMEn در تیمارهای دارای فیبر محلول بیشتر نسبت به گروه تغذیه شده با جیره حاوی فیبر نامحلول بیشتر، کاهش یافت (P<۰/۰۵) که این نیز به دلیل اثر فیبر محلول بر گرانروی محتویات گوارشی در روده‌ی باریک است (۲۳). همانطور که گفته شد فیبرهای محلول مانند پکتین‌ها با افزایش گرانروی محتویات گوارشی منجر به کاهش سطح تماس آنزیم‌ها با مواد هضمی شده و در نتیجه جذب مواد مغذی از روده‌ی باریک و به طبع آن انرژی دریافتی توسط پرنده کاهش می‌یابد (۱۹). AMEn به تناسب سن پرنده افزایش یافته است. افزایش این شاخص به دلیل فعالیت بیشتر پرنده در سنین بالاتر (۸)، افزایش انرژی مورد نیاز برای نگهداری و فعالیت پرنده (۱۱) و در نتیجه مصرف بیشتر انرژی توسط پرنده می‌باشد. جمعیت میکروبی روده کور و راست روده شترمرغ (از سن ۳ هفتگی به بعد) شبیه شکمبه است (۳۴) که این میکروارگانیسم‌ها توانایی تخمیر فیبر و تولید اسیدهای چرب فرار نظیر استات، پروپیونات و بوتیرات را دارند (۶) که این اسیدهای چرب فرار تأمین کننده بخشی از انرژی قابل متابولیسم می‌باشند (۲۱). اسوارت و همکاران (۳۰) تولید اسیدهای چرب فرار ناشی از تخمیر در روده‌ی بزرگ شترمرغ و انرژی حاصل از آن را در شترمرغ‌های با وزن‌های متفاوت بررسی کردند. با افزایش وزن پرنده، تولید اسیدهای چرب فرار و در نتیجه انرژی حاصل از آن‌ها افزایش یافت (جدول ۶) که در تحقیق حاضر نیز با افزایش سن پرنده، افزایش انرژی قابل سوخت و ساز مشاهده شد.

نسبت راندمان انرژی قابل سوخت و ساز در جدول ۵ گزارش شده است که بین تیمارهای مختلف تفاوت وجود دارد به طوری‌که در گروه تغذیه شده با سطح بالای فیبر نامحلول، راندمان انرژی قابل سوخت و ساز کاهش یافت. بین دوره‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری در این شاخص مشاهده می‌شود (P<۰/۰۵)، به طوری که با افزایش سن پرنده این نسبت کاهش می‌یابد و دلیل آن این است که پرنده در سنین بالاتر انرژی بیشتری را صرف نگهداری و فعالیت‌های بدنی می‌کند (۱۱) و در نتیجه نسبت انرژی اختصاص یافته به افزایش وزن کاهش می‌یابد. همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، اعداد مربوط به AME بزرگ‌تر از اعداد مربوط به AMEn هستند که این موضوع به دلیل گوارش‌پذیری بالای پروتئین در شترمرغ و در نتیجه ابقاء نیتروژن بیشتر می‌باشد. بنابراین تصحیح انرژی قابل سوخت و ساز بر اساس تعادل صفر نیتروژن در شترمرغ ضروری است.

جدول ٦- تولید اسیدهای چرب فرار در روده‌ی خلفی شترمرغ‌ها با وزن‌های متفاوت و انرژی حاصل از آن‌ها (۲۸)

Table 6- Volatile fatty acid energy yield (kJ/ day) from the hindgut of ostrich chicks at different live masses

وزن زنده Live mass range (kg)	اسید چرب فرار تولیدی VFA production (mol/day)	انرژی تولیدی از اسیدهای چرب فرار Total VFA yield (kj/day)
5-9	3.622	3753
20-22	5.408	5604
43-50	8.220	8518

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان دامنه مناسب برای فیبر محلول و نامحلول را در جیره‌ی جوجه شترمرغ‌ها از سن یک تا دو ماهگی به ترتیب ۷/۵ تا ۱۱/۵ درصد و ۱۶ تا ۲۰ درصد، در سن ۲ تا ۴ ماهگی ۷/۶ تا ۱۱/۶ درصد و ۲۰ تا ۲۴ درصد و در سن ۴ تا ۶ ماهگی ۸/۲۵ تا ۱۲/۲۵ درصد و ۲۵/۵ تا ۲۹/۵ درصد پیشنهاد نمود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF[1]) انجام شد. از همکاری صندوق نهایت تشکر را داریم.

منابع

1- Angel, C. R. 1993. Age change in the digestibility of nutrients in ostriches and nutrient profiles of ostrich and emu eggs as indicators of nutritional status of the hen and chick. Proceedings of the Association of AvianVeterinarians. August 31- September 4, Nashville, Tennessee.

2- Ayaz, M., M. Shivazad, M. H. Shahir, A. Hajibabaei, and S. A. Hosseini. 2013. Determination of apparent and true metabolizable energy of beet pulp fed to ostrich, assessed via marker and total excreta collection methods. Iranian Journal of Animal Science, 44 (2): 187-195. (In Persian)

3- Association of Official Analytical Chemists. 1997. Official Methods of Analysis. 16thed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

4- Baye, K., J.-P. Guyot, and C. Mouquet-Rivier. 2017. The unresolved role of dietary fibers on mineral absorption. Critical reviews in food science and nutrition, 57(5): 949-957.

5- Brand, T., J. Engelbrecht, J. van der Merwe, and L. Hoffman. 2018. Feed preference of grower ostriches consuming diets differing in Lupinus angustifolius inclusion levels. South African Journal of Animal Science, 48(1): 170-185.

6- Cilliers, S. C. 1994. Evaluation of feedstuffs and the metabolisable energy and amino acid requirements for maintenance and growth in ostriches (*Struthio camelus*). Stellenbosch: Stellenbosch University.

7- Cooper, R.G. and K.M. Mahroze. 2004. Anatomy and physiology of the gastro-intestinal tract and growth curves of the ostrich (Struthio camelus). Animal Science Journal, 75(6): 491-498.

8- Deeming, D.C., and N. B. Bubier. 1999. Behaviour in Natural and Captive Environments. In: The ostrich: biology, production and health, pp. 82–105 (ed. D. C. Deeming). CABI Publishing, Wallingford, UK.

9- Department of Agriculture. 2001. Guidelines for the composition of animal feeds. Department of Agriculture, Pretoria, South Africa.

10- Dhingra, D., M. Michael, H. Rajput, and R. Patil. 2012. Dietary fibre in foods: a review. Journal of Food Science and Technology, 49(3): 255-266.

11- Du Preez, J. J. 1991. Ostrich nutrition and management. In: Farrell DJ (ed.), Recent Advances in Animal Nutrition in Australia, pp. 278-291. University of New England, Armidale.

12- Fadel, J., E. DePeters, and A, Arosemena. 2000. Comparison and digestibility of beet pulp with and without molasses and dried using three methods. Animal Feed Science and Technology, 85 (1): 121-129.

13- Farrell, D., E. Thomson, J. Du Preez, and J. Hayes. 1991. The estimation of endogenous excreta and the

1-Iran National Science Fundation

measurement of metabolisable energy in poultry feedstuffs using four feeding systems, four assay methods and four diets. British Poultry Science, 32(3):483-499.

14- Glatz, P., Y. Ru, M. Hastings, D. Black, and B. Rayner. 2003. On farm assessment of high fibre dietary sources for grower and finisher ostriches. International Journal of Poultry Science, 2(5): 293-299.

15- Guillon, F. and M. Champ. 2000. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. Food Research International, 33(3-4): 233-245.

16- Hetland, H., M. Choct, and B. Svihus. 2004. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. World's Poultry Science Journal, 60 (4):415-422.

17- Iji, P. 2005. Anatomy and digestive physiology of the neonatal ostrich (Struthio camelus) in relation to nutritional requirements. Recent Advances in Animal Nutrition in Australia, 15: 205-217.

18- Jamroz, D. 2000. Feeding ostriches and emus-physiological basis and nutritionalrequirements-a review. Prace i Materiały Zootechniczne, (56): 51-73.

19- Jiménez-Moreno, E., M. Frikha, A. de Coca-Sinova, J. García, and G. Mateos. 2013. Oat hulls and sugar beet pulp in diets for broilers 1. Effects on growth performance and nutrient digestibility. Animal Feed Science and Technology, 182 (1-4): 33-43.

20- Leeson, S. and Summers, J. D. 2001. Scott· s nutrition of the chicken. 4th ed. Nuttingham University Press.

21- Musara, C., J. Chamunorwa, K. Holtug, and E. Skadhauge. 2003. Insight into the mechanism of short chain fatty acid absorption in the ostrich (Struthio camelus) proximal colon. British Poultry Science, 44 (2): 316-326.

22- Matsui, H., T. Ban-Tokuda, and M. Wakita. 2010. Detection of fiber-digesting bacteria in the ceca of ostrich using specific primer sets. Current Microbiology, 60(2): 112-116.

23- Mead, G. 1989. Microbes of the avian cecum: types present and substrates utilized. Journal of Experimental Zoology, 252(S3): 48-54.

24- Montagne, L., J. Pluske, and D. Hampson. 2003. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. Animal Feed Science and Technology, 108(1-4): 95-117.

25- Ojano-Dirian, C., and P. Waldroup. 2002. Protein and amino acid needs of broilers in warm weather: A review. Poultry Science, 1(4): 40-46.

26- Rezaei, M., M.A. Karimi Torshizi, and Y. Rouzbehan. 2011. The influence of different levels of micronized insoluble fiber on broiler performance and litter moisture. Poultry Science, 90(9): 2008-2012.

27- SAS Institute. 2002. STAT software, version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.

28- Scheideler, S. E., and J. L. Sell. 1996. Nutrition guidelines for ostriches and emus: Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska_Lincoln.

29- Sklan, D., A. Smirnov, and I. Plavnik. 2003. The effect of dietary fibre on the small intestines and apparent digestion in the turkey. British Poultry Science, 44 (5):735-740.

30- Swart, D., R. Mackie, and J. Hayes. 1993. Fermentative digestion in the ostrich (Struthio camelus var. domesticus), a large avian species that utilizes cellulose. South African Journal of Animal Science, 23(5): 127-135.

31- Swart, D., R. Mackie, and J. Hayes.1993 Influence of live mass, rate of passage and site of digestion on energy metabolism and fibre digestion in the ostrich (Struthio camelus var. domesticus). South African Journal of Animal Science, 23(5): 119-126.

32- Van Amburgh, M., J. Voorhees, and J. Robertson. 1999. Total dietary and soluble fiber content of selected ruminant feeds. in Proc. Cornell Nutr. Conf. for Feed Manufacturers.

33- Van Soest, P. v., J. Robertson, and B. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of dairy science, 74 (10):3583-3597.

34- Varastegani, A. and I. Dahlan. 2014. Influence of dietary fiber levels on feed utilization and growth performance in poultry. Journal of Animal Production Advances, 4(6): 422-429.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 481-493

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۹۳-۴۸۱

Determination of Nutritional Value and Nutrients Digestibility of Diets Containing Two Sources of Soluble and Insoluble Fibers in Ostrich

Seyyed Mohammad Mirbehbahani[1], Seyyed Javad Hosseini-Vashan*[1], Mohsen Mojtahedi[1], Seyyed Homayon Farhangfar[1] and Seyyed Abdullah Hosseini[2]

Submitted: 03-07-2019
Accepted: 08-12-2019

Introduction Like to broiler chickens most of the ostrich breeding cost is related to the price of nutrition. Given the higher ability of ostriches to using the dietary fiber, it is expected that the using of cheaper feeds may be provide diet with lower prices. Agricultural by-products such as sugar beet pulp and various types of brans are rich sources of fibers, each with different percentages of soluble and insoluble fibers. Ostrich (*Struthio camelus*) has a long rectum (about 8 meters) that occupies about 57 % of the length of its gastrointestinal tract, but in the broiler chicken the rectum is only about 3 % of gut tract. The microorganisms in the ostrich's large intestine can digest 38% of cellulose and 68% of hemicellulose. The dietary fiber is divided into two types of water-soluble and water-insoluble. The water-insoluble fibers are including cellulose, lignin and a part of hemicellulose. Due to the higher passage rate of the digestive tract, they are less fermentable than soluble fibers. Water-soluble fibers are mainly including pectin, gum, and mucilage. Soluble fibers reduce the contact of enzymes with digesta, due to increase viscosity, thereby reducing digestion and absorption of nutrients in the gastrointestinal tract. Due to the fact that the effect of soluble and insoluble fibers in the digestive tract is different from each other and so far no research has been done on the effect of fiber source in ostriches. This study was aimed to determine the nutritional value and digestibility of nutrients of diets containing two fiber sources soluble and insoluble in ostrich chicks.

Materials and Methods In order to evaluate the feasibility of using the higher levels of soluble and insoluble fibers in ostrich's diet, this experiment was undertaken using 30 ostrich chicks in a completely randomize design with 5 treatments and 6 replicates in each treatments (one bird in each replicate) in three periods; prestarter (1- 2 months), starter (2- 4 months) and grower (4-6 months). The experimental treatments were as follows: 1-Control diet with standard fiber level, 2- Treatment contains 2% more soluble fiber than control (sugar beet pulp as the source of soluble fiber), 3- Treatment contains 4% more soluble fiber than control (Sugar beet pulp as a source of soluble fiber), 4- Treatment contains 2% more insoluble fiber than control (wheat bran as a source of insoluble fiber) and 5- Treatment contains 4% more insoluble fiber than control (wheat bran as a source of insoluble fiber). A total 30 ostrich chicks were reared at an average weight of 3082± 202.37 grams in cages. In order to determine the digestibility of nutrients, AME and AMEn, the total excreta were collected. Nutrients contents of feed and excreta were measured according to AOAC (1997) methods. The raw energy of feed and excreta was measured by the calorimeter bomb apparatus. Megazim kit was used to measure the total dietary fiber (AOAC Official Method 991.43). The amount of soluble fiber was calculated by subtracting the insoluble fiber from total dietary fiber. Data were analyzed using SAS software (2002) using mixed procedure for repeated measurements with a significance level of 0.05 by Tukey Cramer method.

Results and Discussion Data showed that fiber source had no effect on nutrient digestibility. Ostrich rectum is longer than its small intestine (the rectum occupies 57% of the digestive tract and small intestine occupies 29% of the digestive tract) and a good place to ferment the plant fibers. Fiber digestive bacteria such as *fibrobacter succinogenes* and *ruminococcus flavafaciens* in ostrich's ceca and other fermenter bacteria in the ostrich's rectum enable it to have the proper ability to utilize fiber sources. Since the beginning of the experiment was from the age of one month, ostrich chicks had sufficient ability to use different fiber sources. The difference in the rate of digestive contents through the consumption of soluble or insoluble fiber sources had no significant effect on digestibility of nutrients. Soluble and insoluble fibers digestibility and ash digestibility increased with ageing (P<0.0001). As birds age increase the bacterial activity increase in the rectum and ceca. There was no

1-Ph.D. student, Associate professor, Assistant Professor, and Professor, Animal Science Department, University of Birjand, Birjand, Iran.
2-Associate professor, Animal Nutrition Department, Animal Science Research Institute, Karaj, Iran.
(*-Corresponding author: jhosseiniv@birjand.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.81693

significant difference in AME in treatments that had more soluble fiber compared with the control group, but AME and AMEn increased significantly with increasing insoluble fiber compared to treatments that had more soluble fiber (P<0.0001). Which is probably related to the effect of insoluble fiber in the small intestine. Insoluble fiber diets improve the efficiency of nutrients utilization due to increasing the villi height to crypt depth ratio, therefore increased AME and AMEn. The differences in AME and AMEn with consumption of insoluble fiber source in comparison with other treatments are related to the greater effect of different fiber sources on the small intestine. Insoluble fiber decreases the viscosity of digestive contents and increases the effect of digestive enzymes secreted from intestinal cells (such as alpha amylase) and improve the digestion of starch and other nutrients and increase the energy obtaining from the diet by the ostriches. AMEn significantly increased with aging that may due to the increase of the activity of older birds, increase the energy required for maintenance and activity and hence more consumption of energy by the bird. The microbial population of the cecum and colon of the ostrich (from 3 weeks onwards) is similar to the rumen, which has the ability to ferment the fiber and produce volatile fatty acids, which these volatile fatty acids provide part of the metabolizable energy.

Conclusion According to the results of this study, a suitable range for soluble and insoluble fibers in ostriches diets from one to two months old were suggested to be 7.5 to 11.5 percent and 16 to 20 percent, at the age of 2 to 4 months 7.6 to 11.6 percent and 20 to 24 percent and at the age of 4 to 6 months 8.25 to 12.25 percent and 25.5 to 29.5 percent, respectively.

Key words: Fermentation, Large intestine, Ostrich, Protein, Volatile fatty acid.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 495-511

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۵۱۱-۴۹۵

مقاله علمی- پژوهشی

اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر نسبت بازده انرژی و پروتئین و ریخت شناسی روده جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه جو

زینب پورآزادی[۱]- سمیه سالاری[۲*]- محمدرضا تابنده[۳]- محمدرضا عبداللهی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۸

چکیده

به منظور بررسی اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول در جیره بر پایه جو بر نسبت بازده انرژی و پروتئین، ریخت‌شناسی روده و فراسنجه‌های رفاهی، آزمایشی با استفاده از ۳۰۸ قطعه جوجه گوشتی یک روزه مخلوط سویه راس (۳۰۸) در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره شاهد بر پایه جو، جیره شاهد به همراه سه درصد باگاس نیشکر (در اندازه یک و سه میلی‌متر)، جیره شاهد به همراه سه درصد سبوس گندم (در اندازه یک و سه میلی‌متر) و جیره شاهد به همراه سه درصد پوسته آفتابگردان (در اندازه یک و سه میلی‌متر) بودند. نتایج نشان داد که منابع مختلف فیبر نامحلول بر افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل خوراک و نسبت بازده انرژی و پروتئین جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری دارد. ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در دوازدهه تیمارهای تغذیه شده با فیبر نامحلول به جز باگاس نیشکر (با اندازه ذرات ریز) در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت. تعداد سلول‌های گابلت در تهی روده تیمارهایی که با فیبر نامحلول تغذیه شدند در مقایسه با گروه شاهد بطور معنی‌داری کاهش یافت. فراوانی نسبی اسکور دو فراسنجه‌های رفاهی، در تیمار شاهد بیشتر بود. بطور کلی نتایج نشان دادند که استفاده از سه درصد پوسته آفتابگردان منجر به بهبود ضریب تبدیل خوراک، نسبت بازده انرژی و پروتئین، ریخت‌شناسی روده، رطوبت بستر و فراسنجه‌های رفاهی جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه جو شد.

واژه‌های کلیدی: اندازه ذرات، باگاس نیشکر، پوسته آفتابگردان، ریخت شناسی روده، سبوس گندم

مقدمه

دانه ذرت دارای انرژی زیاد و پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کمتری نسبت به سایر غلات بوده و بعنوان منبع اصلی تامین کننده انرژی در جیره‌های غذایی طیور بکار می‌رود (۲۶). جهت‌گیری مصرف ذرت در سال‌های اخیر به سمت صنایع جانبی از جمله تولید اتانول، باعث گران شدن قیمت جهانی آن شده است (۹). این در حالی است که بخش زیادی از ذرت، وارداتی است و از طرف دیگر امکان توسعه بیشتر کشت داخلی ذرت به دلیل نیاز آبی بالاتر آن نسبت به گندم و جو وجود ندارد و این مشکلات سبب استفاده بیشتر از گندم و جو در جیره پرندگان خواهد شد (۲۱). جو گیاهی است مقاوم به خشکی و توانایی رشد در شرایط سخت اقلیمی را دارد (۳۷). اگر چه گندم و جو از جمله غلاتی هستند که در بسیاری از نقاط جهان رشد می‌کنند و نیازمند آبی کمتری نسبت به ذرت دارند و با وجود وفور نسبی و قیمت پایین این اقلام خوراکی، به دلیل حضور مقادیر قابل توجه پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و آثار زیان‌بار ناشی از حضور این ترکیبات در دستگاه گوارش، استفاده از این اقلام خوراکی در تغذیه تک معده‌ای‌ها با محدودیت مواجه است (۱۵). پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی به دو بخش شامل الیاف محلول و نامحلول در آب تقسیم می‌شوند. اثرات منفی

۱- دانشجوی دکترای گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۳- دانشیار گروه علوم پایه دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز
۴- محقق و مدرس، دانشگاه مسی، نیوزلند
(*-ایمیل نویسنده مسئول: s.salari@asnrukh.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.82617

ضدتغذیه‌ای پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، مربوط به فیبرهای محلول می‌باشد چرا که فیبرهای محلول، ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش را افزایش داده و با کاهش سرعت عبور خوراک، تأثیر منفی بر هضم و جذب مواد مغذی می‌گذارند (۱۲).

در مقابل، نشان داده شده است که فیبر نامحلول اثرات مفیدی بر مورفولوژی روده و فرآیند جذب در دستگاه گوارش می‌گذارد. همچنین در ارتباط با اندازه ذرات خوراک، شواهدی وجود دارند که اندازه ذرات بزرگ و فیبری با کمک برخی از اجزای ساختاری برای عملکرد سنگدان و رشد روده، مفید است (۱۴). استفاده از الیاف نامحلول فرآوری شده (ویتاسل[1]) موجب بهبود عملکرد، مورفولوژی رودهٔ باریک و کاهش رطوبت بستر جوجه‌های گوشتی می‌شود (۳۲). از طرفی، بستر مرطوب منجر به افزایش زخم بالشتک کف پا، سوختگی مفصل خرگوشی، سوختگی سینه و در نتیجه کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌شود (۸). استراتژی‌های مختلفی برای به حداقل رساندن رطوبت بستر به منظور بهبود رفاه و عملکرد پرندگان مورد بررسی قرار گرفته‌اند. برخی از این راهکارها شامل استفاده از اندازه ذرات درشت خوراک درجیره‌های غذایی (۳۹) و استفاده از یک منبع مناسب فیبر در جیره (۲۰) جوجه‌های گوشتی می‌باشند.

کربوهیدرات نامحلول موجود در پوسته آفتابگردان، باگاس نیشکر و سبوس گندم به عنوان منابع فیبر نامحلول می‌توانند پاسخ‌های فیزیولوژیکی در پرندگان ایجاد کنند. در آزمایشی گنجاندن مقدار مناسبی از منابع الیاف نامحلول مانند پوسته یولاف و پوسته آفتابگردان در جیره‌های غذایی باعث بهبود فیزیولوژی هضم در دستگاه گوارش شد و عملکرد جوجه‌های گوشتی نیز بهبود یافت (۳۱). همچنین استفاده از باگاس نیشکر به عنوان منبع فیبر نامحلول باعث افزایش تعداد باکتریهای باسیلوس روده شده و به عنوان منبع پری بیوتیک می‌تواند باعث بهبود سلامت روده و عملکرد جوجه‌های گوشتی شود (۲۳). با توجه به این‌که فیبر نامحلول زمان عبور مواد را از دستگاه گوارش کاهش می‌دهد، ظرفیت حمل آب را بالا برده و باعث ایجاد توده و بهبود کیفیت مدفوع در حیوانات غیرنشخوارکننده می‌شود (۲۷). این احتمال وجود دارد که اثرات الیاف درشت به واسطه توانایی آن‌ها در نگهداری مقدار زیادی آب می‌باشد و لذا از حل شدن پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای جلوگیری می‌کنند (۶).

اثرات ویژه این عمل، افزایش سرعت عبور مواد هضمی، کاهش زمان تخمیر و در نتیجه کاهش ثبات میکروارگانسیم‌ها در روده کوچک می‌باشد (۲۷). پس به احتمال زیاد، رابطه بین نسبت کربوهیدرات‌های محلول به نامحلول، اثرات ضدتغذیه‌ای پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول بر عملکرد پرنده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به اینکه اطلاعات موجود در مورد اثرات منابع فیبر نامحلول با اندازه ذرات مختلف در جیره‌های بر پایه جو در جوجه-های گوشتی بسیار محدود است، هدف از انجام این آزمایش، مقایسهٔ تاثیر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر عملکرد رشد، ریخت شناسی روده، رطوبت بستر و فراسنجه‌های رفاهی جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه جو بود.

مواد و روش‌ها

منابع مختلف فیبر نامحلول شامل پوسته آفتابگردان (از محصولات فرعی کارخانه فرآوری مغز آفتابگردان اصفهان)، باگاس نیشکر (از محصولات فرعی کشت و صنعت نیشکر خوزستان) و سبوس گندم (از کارخانه آرد خوزستان) به مقدار کافی تهیه شدند. منابع مختلف فیبر نامحلول پس از آسیاب شدن توسط آسیاب چکشی بوسیله الک‌های به قطر یک و سه میلی‌متر، غربال شدند. توزیع اندازه ذرات توسط الک کردن با روش خشک، تعیین شد. سپس میانگین قطر هندسی و انحراف معیار استاندارد میانگین قطر هندسی منابع مختلف فیبر نامحلول بر اساس روش جامعه مهندسی کشاورزی آمریکا محاسبه شد (اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر نسبت بازده انرژی و پروتئین و ریخت شناسی ۴). اندازه‌گیری ماده خشک، خاکستر، پروتئین، فیبر و چربی خام نمونه‌ها مطابق روش‌های AOAC (۳) و اندازه‌گیری NDF و ADF به روش ون سوست (۳۶) انجام گرفت (جدول ۱).

در این آزمایش، از ۳۰۸ قطعه جوجه گوشتی یک روزه مخلوط نر و ماده سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار، چهار تکرار و ۱۱ جوجه در هر تکرار به مدت ۴۲ روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره شاهد بر پایه جو، جیره شاهد به همراه سه درصد باگاس نیشکر (در اندازه‌های یک و سه میلی‌متر)، جیره شاهد به همراه سه درصد سبوس گندم (در اندازه‌های یک و سه میلی‌متر) و جیره شاهد به همراه سه درصد پوسته آفتابگردان (در اندازه‌های یک و سه میلی‌متر) بودند. جوجه‌ها به طور تصادفی در ۲۸ پن به مساحت یک متر مربع توزیع شدند. جوجه‌ها تا سن ۲۱ روزگی با جیره آزمایشی دوره آغازین و از سن ۲۲ تا ۴۲ روزگی با جیره آزمایشی دوره رشد بر اساس توصیه جداول (۲۸) تغذیه شدند. جدول ۲، اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره پایه در دوره‌های مختلف پرورش جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهد.

1- Vitacel

جدول ۱– ترکیبات شیمیایی (گرم بر کیلوگرم ماده خشک) و توزیع اندازه ذرات (میکرومتر) منابع فیبر مورد استفاده در آزمایش

Table 1– Chemical composition of dietary fiber sources and particle size distribution (g kg^{-1} DM)

فراسنجه‌ها Parameter[1]	منابع فیبر Fiber sources[2]					
	پوسته آفتابگردان SFH		باگاس نیشکر SB		سبوس گندم WB	
ماده خشک Dry matter	923		548		891	
خاکستر Ash	30.3		45.4		63	
پروتئین خام Crude protein	48		14.5		145	
عصاره اتری Ether extract	46		4		45	
فیبر خام Crude fiber	484		487		150	
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	693		830		446	
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF	468		630		155	
کربوهیدرات‌های غیرفیبری NFC	183		106		301	
اندازه ذرات Screen size (µm)	درشت Coarse[3]	ریز Fine[4]	درشت Coarse	ریز Fine	درشت Coarse	ریز Fine
3000	0.63	0	0.79	0	0.99	0
2000	3.24	0.05	6.25	0	6.53	0.156
1000	12.69	36	28.32	7.75	51.6	9.012
500	74.18	36.75	28.65	31.51	22.49	31.13
212	5.25	19.05	11.85	17.48	11.25	16.356
125	1.57	5.23	17.47	25.6	4.11	24.13
75	2.44	2.92	6.67	17.66	3.03	19.216
GMD[5] ± GSD [6]	729.72±1.73	684.57±1.25	587.97±1.52	314.88±1.38	914.72±1.30	318.14±1.41

[1]NDF; Neutral Detergent Fiber, ADF; Acid Detergent fiber, Non-Fiber-Carbohydrate (NFC)= 100-(CP + Ash + EE + NDF),
[2] SB; Sugarcane bagasse, SFH; Sunflower hulls, WB; Wheat bran.
[3]Fiber source ground through a 3.0-mm screen.
[4]Fiber source ground through a 1.0-mm screen.
[5] GMD: Geometric mean diameter
[6] GSD: Geometric standard deviation

جدول ۲- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره پایه مورد استفاده در دوره‌های مختلف پرورش جوجه های گوشتی

Table 2– Ingredients and Chemical composition of the experimental diets (g kg^{-1} DM).

اقلام غذایی جیره‌ها Feeds ingredients	آغازین Starter d 1 to 21	رشد Grower d 22 to 42
ذرت Corn	248	295.7
جو Barley	300	300
کنجاله سویا با ۴۴ درصد پروتئین خام Soybean meal (44% CP)	302.7	256
پودر ماهی با ۶۰/۵ درصد پروتئین Fish meal (60.5% CP)	30	20
روغن گیاهی Vegetable oil	50	65
آهک Limestone	13.5	14
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	12	8.5
سدیم کلراید Sodium chloride	3	2
سدیم بی کربنات Sodium bicarbonate	1.8	1.8
مکمل مواد معدنی و ویتامینی Mineral and Vitamin premix[1]	2.5	2.5
دی ال متیونین DL-methionine	2.5	1.2
ال - لیزین L-lysine HCl	1.5	0.8
ماسه بادی Sand[2]	30	30
ترکیبات شیمیایی Chemical composition		
انرژی قابل متابولیسم AME (kcal kg^{-1})	2921	3061
پروتئین خام CP	210.2	191.5
عصاره اتری EE	70.1	85.6
فیبر خام CF	42.2	39.9
کلسیم Calcium	10.2	90
فسفر در دسترس Available phosphorus	4.5	3.5
سدیم Sodium	2	1.5
آرژنین Arginine	14.4	12.6
لیزین Lysine	14	11.6
متیونین Methionine	5.8	4.2
متیونین + سیستین Methionine + Cysteine	9.3	7.3

[1] مکمل مواد معدنی و ویتامینی مقادیر زیر را به ازای هر کیلوگرم جیره تامین می‌نمودند: Mn، ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم؛ Fe، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم؛ Zn، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم؛ Cu، ۴۰۰۰ میلی‌گرم؛ I، ۳۹۷ میلی-گرم؛ Se، ۸۰ میلی‌گرم، ویتامین A، ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D_3، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۴۴۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین K_3، ۸۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_1، ۷۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_2، ۲۶۴۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_6، ۱۱۷۶ میلی‌گرم؛ ویتامین B_9، ۴۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۶ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۱۱۸۸۰ میلی‌گرم؛ کلسیم پنتوتنات، ۳۹۲۰ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۴۰ میلی‌گرم و کولین کلراید، ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم.

[2] منابع مختلف فیبر در اندازه‌های متفاوت، جایگزین ماسه بادی شدند.

[1]Provided the following (per kg of diet): Mn: 39,680 mg; Fe: 20,000 mg; Zn: 33,880 mg; Cu: 4,000 mg; I: 397 mg; Se: 80 mg, 3,600,000 IU Vitamin A; 800,000 IU Vitamin D_3; 14,400 mg Vitamin E; 700 mg vitamin B_1; 800 mg vitamin K_3; 2,640 mg vitamin B_2; 1,176 mg vitamin B_6; 400 mg vitamin B_9; 6 mg vitamin B_{12}; 11,880 mg Niacin; 3,920 mg Calcium pantothenate; 40 mg Biotin; Choline chloride: 100,000 mg.

[2] Sand was replaced by 30 g/kg sugarcane bagasse, sunflower hulls, or wheat bran (1 and 3 mm particle sizes) in starter, and grower phases of experiment.

سطح جو در جیره‌های آزمایشی، ۳۰ درصد بود. منابع فیبری در سطح سه درصد جایگزین ماسه بادی در جیره شاهد شدند. جوجه‌ها در کل دوره پرورش دسترسی آزاد به خوراک و آب داشتند. از تراشه چوب به قطر هفت سانتی متر در هر پن به عنوان بستر پرندگان استفاده شد. همچنین روشنایی، رطوبت نسبی و درجه حرارت سالن مطابق دستورالعمل سویه راس ۳۰۸ تنظیم شد. با توجه به میزان انرژی و پروتئین جیره‌ها و مقدار مصرف خوراک جوجه‌ها، نسبت بازده انرژی و پروتئین برای دوره‌های آغازین، رشد و کل دوره پرورش مورد محاسبه قرار گرفتند (۲۹). نسبت بازده پروتئین از تقسیم گرم افزایش وزن بر گرم پروتئین مصرفی و نسبت بازده انرژی از تقسیم مقدار انرژی قابل سوخت و ساز مصرفی (کالری) بر گرم افزایش وزن بدست آمد.

برای تعیین شاخص کارآیی تولید، از رابطه یک استفاده شد (۱۱).

رابطه (۱)

$$\text{شاخص کارایی تولید} = \frac{\text{میانگین وزن بدن (کیلوگرم)} \times \text{درصد ماندگاری}}{\text{ضریب تبدیل} \times \text{طول دوره (روز)}} \times 100$$

شاخص‌های رفاهی جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی مورد بررسی قرار گرفتند. شاخص‌های رفاهی اندازه‌گیری شده شامل سوختگی مفصل خرگوشی پا، زخم کف پا و زخم سینه بودند که مطابق با روش سورنسون و کستین (۳۵)، امتیاز دهی شدند. امتیازهای مربوط به سوختگی مفصل خرگوشی پا، زخم کف پا و زخم سینه از صفر تا سه تعیین شدند. رطوبت بستر در روزهای ۳۵ و ۴۲ دوره پرورش، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری رطوبت بستر در روز ۳۵ و ۴۲ دوره پروش یک نمونه ۱ کیلو گرمی در ۵ نقطه مختلف بستر (اطراف دانخوری، آبخوری و سایر نقاط دیگر) در هر پن جمع‌آوری شد. سپس در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و محتوای رطوبت بستر اندازه‌گیری شد (۵).

به منظور بررسی‌های ریخت شناسی روده کوچک، دستگاه گوارش پرنده‌های کشتارشده (دو پرنده از هر تکرار) در سن ۴۲ روزگی خارج و از دو قسمت روده باریک شامل دوازدهه و تهی-روده، نمونه‌هایی به طول دو سانتی‌متر جدا شد. نمونه‌های جدا شده پس از شستشو با محلول بافر فسفات سالین به داخل ظروف پلاستیکی حاوی شش تا هفت میلی‌لیتر فرمالین ۱۰ درصد انتقال یافتند. برای تهیه اسلایدهای بافتی با ضخامت کم، از روش واکس پارافین استفاده شد. آزمایش ریخت‌شناسی بافت روده مطابق روش‌های استاندارد انجام گرفت (۱۶). برای برش گیری از قالب پارافینی از دستگاه میکروتوم استفاده شد. برش‌های انجام شده ضخامتی در حدود شش میکرومتر داشتند. برش‌های تهیه شده داخل آب ۴۰ درجه سانتی گراد شناور شدند تا پس از صاف شدن چروک‌های احتمالی آن‌ها، به راحتی روی لام قرار گیرند. رنگ‌آمیزی بافت‌های پایدار شده روی لام، پس از پارافین‌گیری با زایلل و آب‌دهی با درجات نزولی الکل اتیلیک، به کمک هماتوکسیلین و ائوزین انجام شد. برای بررسی بافت‌های تهیه شده از میکروسکوپ نوری مجهز به عدسی Dino-Lite Digital (مدل AM، ساخت کشور ژاپن) ونرم افزارDino capture software II استفاده شد. فراسنجه‌های مورد اندازه‌گیری شامل ارتفاع و عرض پرزها، عمق کریپت، نسبت ارتفاع پرزها به عمق کریپت‌ها، ضخامت بافت پوششی و شمارش سلول‌های گابلت بودند.

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۳۳) (نسخه ۹/۱) و رویه GLM انجام شد. برای مقایسه اندازه ذرات با همدیگر و اثر فیبر با شاهد از آزمون مقایسات اورتوگونال (مستقل) استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. داده‌های شاخص‌های سلامت با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرونوف نرم افزار آماری SPSS جهت نرمال بودن توزیع داده‌ها، ارزیابی شدند و سپس آنالیز داده‌ها صورت گرفت.

مدل آماری طرح به صورت زیر بود.

رابطه (۲)

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

که در این رابطه، Y_{ij}، صفت مورد مطالعه؛ μ، میانگین؛ T_i، اثر تیمار آزمایشی و e_{ij}، خطای آزمایش است.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی در جدول (۳) ارائه شده است. اثر منابع فیبری بر میزان مصرف خوراک در مقایسه با گروه شاهد معنی‌دار نبود ($P>$ ۰/۰۵). در پرندگانی که با پوسته آفتابگردان در هر دو اندازه ذرات (ریز و درشت) و سبوس گندم با اندازه ذرات ریز تغذیه شدند افزایش وزن بدن بالاتری در مقایسه با

گروه شاهد داشتند (P< ۰/۰۵). ضریب تبدیل خوراک در پرندگان دریافت کننده منابع مختلف فیبری با اندازه ذرات مختلف نسبت به گروه شاهد و پرندگان مصرف کننده باگاس نیشکر با اندازه ذرات ریز کاهش معنی‌داری را نشان دادند (P< ۰/۰۵).

جدول ۳- اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر عملکرد کل دوره (۱-۴۲) جوجه‌های گوشتی

Table 3- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of different sources of insoluble fiber on growth performance of broiler chickens at 1-42d.

تیمار Treatment	افزایش وزن بدن (گرم) Body weight gain (g) 1-42 d	خوراک مصرفی (گرم) Feed intake (g) 1-42 d	ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio 1-42 d
کنترل CTL[3]	2326.31[c]	4643.1	2.00[a]
باگاس نیشکر SB[4]			
ریز fine	2433.42[abc]	4701.4	1.93[ab]
درشت coarse	2401.46[bc]	4501.0	1.87[bc]
سبوس گندم WB[5]			
ریز fine	2542.19[ab]	4588.7	1.80[c]
درشت coarse	2460.29[abc]	4609.3	1.88[bc]
پوسته آفتابگردان SFH[6]			
ریز fine	2548.12[ab]	4638.7	1.82[c]
درشت Coarse	2590.01[a]	4595.4	1.78[c]
اشتباه معیار میانگین SEM[7]	23.49	27.44	0.01
سطح معنی داری P-value	0.01	0.67	0.001
مقایسات منابع فیبر با کنترل Control vs. fiber	0.004	0.65	0.0005
مقایسه ذرات ریز و درشت fine vs. coarse	0.56	0.24	0.70

[a-c] در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف نامشابه دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر هستند (P< ۰/۰۵).

[۱]منبع فیبر با اندازه ذرات ۱ میلی متر، [۲]منبع فیبر با اندازه ذرات ۳ میلی متر. [۳]جیره کنترل (جیره پایه)، [۴] باگاس نیشکر، [۵] سبوس گندم، [۶] پوسته آفتابگردان.

[a-c] Means with different letters within the same column differ significantly (P<0.05).

[1]Fiber source ground through a 1.0-mm screen.[2]Fiber source ground through a 3.0-mm screen.

[3]Control diet (basal diet),[4]Sugarcane bagasse,[5]Wheat bran, [6]Sunflower hulls.

[7]SEM = Standard Error of Mean.

ساریخان و همکاران (۳۲) گزارش کردند که فیبر نامحلول در جوجه‌های گوشتی تأثیری بر میزان مصرف خوراک ندارد، اما منجر به بهبود ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی می‌شود، که در توافق با آزمایش حاضر می‌باشد. در این راستا محققان دیگر گزارش کردند که افزودن ۳ یا ۶ درصد فیبر نامحلول (پودر یونجه و سبوس برنج)، در جیره‌هایی بر پایه گندم باعث بهبود

میانگین وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک و عملکرد سنگدان از سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی در جوجه‌های گوشتی شد (۳۴). همچنین، گزارش شده است که جوجه‌هایی که با جیره حاوی سه منبع فیبر نامحلول (پوسته یولاف، سبوس برنج و پوسته آفتابگردان) در ۲ سطح (۲/۵ و ۵ درصد) تغذیه شدند، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی بهتری نسبت به گروه شاهد داشتند (۱۸).

جدول ٤- اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر نسبت بازده انرژی (کالری/ گرم افزایش وزن) و پروتئین جوجه‌های گوشتی

Table 4- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of different sources of insoluble fiber on energy (Cal /g weight gain) and protein efficiency ratios of broiler chickens.

تیمار Treatment	بازده انرژی (کالری/گرم)			بازده پروتئین		
	دوره آغازین Starter period 1-21 d	دوره رشد Grower period 22-42 d	کل دوره Total period 1-42 d	دوره آغازین Starter period 1-21 d	دوره رشد Grower period 22-42 d	کل دوره Total period 1-42 d
کنترل CTL[3]	4455.9	6727.8[a]	5970.9[a]	3.12	2.39[c]	2.50[c]
باگاس نیشکر SB[4]						
ریز fine	4658.7	6329.6[b]	5787.2[ab]	2.99	2.54[b]	2.58[cb]
درشت coarse	4632.8	6077.4[bc]	5607.2[bc]	3.00	2.65[ab]	2.66[ab]
سبوس گندم WB[5]						
ریز fine	4309.2	5929.0[c]	5397.8[c]	3.23	2.71[a]	2.77[a]
درشت coarse	4378.9	6198.7[bc]	5616.0[bc]	3.18	2.60[ab]	2.67
پوسته آفتابگردان SFH[6]						
ریز fine	4387.3	5954.5[c]	5444.6[c]	3.17	2.70[a]	2.74
درشت coarse	4238.2	5957.9[c]	5406.4[c]	3.28	2.70[a]	2.76
اشتباه معیار میانگین SEM[7]	50.28	62.75	50.54	0.03	0.02	0.02
سطح معنی داری P-value	0.22	0.0002	0.003	0.22	0.0002	0.002
مقایسات منابع فیبر با کنترل Control vs. fiber	0.88	<0.0001	0.0005	0.85	<0.0001	0.0006
مقایسه ذرات ریز و درشت fine vs. coarse	0.76	0.65	0.70	0.75	0.58	0.63

[a-c] در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف نامشابه دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر هستند (P< ۰/۰۵).

[۱]منبع فیبر با اندازه ذرات ۱ میلی متر، [۲]منبع فیبر با اندازه ذرات ۳ میلی متر. [۳]جیره کنترل (جیره پایه)، [۴] باگاس نیشکر، [۵] سبوس گندم، [۶] پوسته آفتابگردان.

[a-c] Means with different letters within the same column differ significantly (P<0.05).

[1]Fiber source ground through a 1.0-mm screen.[2]Fiber source ground through a 3.0-mm screen.

[3]Control diet (basal diet),[4]Sugarcane bagasse,[5]Wheat bran, [6]Sunflower hulls.

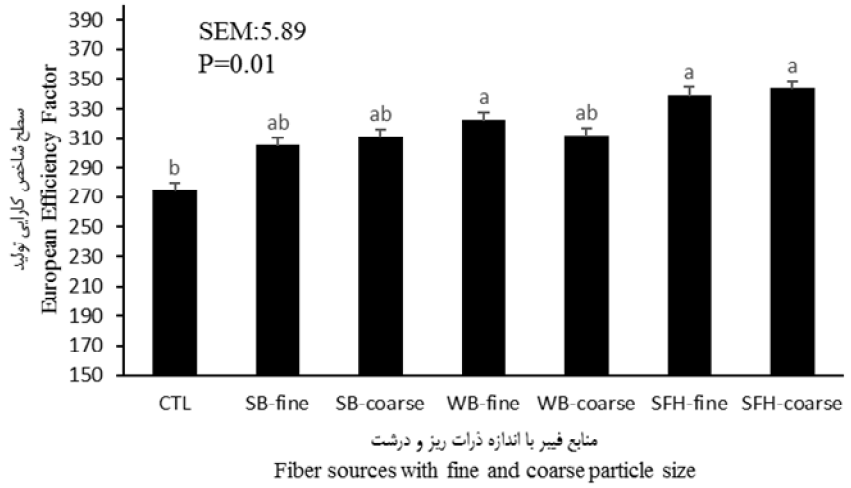
[7]SEM = Standard Error of Mean.

اثر تیمارهای مختلف بر نسبت بازده انرژی و پروتئین جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ ارائه شده است. تیمارهای آزمایشی در دوره رشد (سن ۲۲-۴۲ روزگی) و کل دوره پرورش (سن ۱-۴۲ روزگی) بر نسبت بازده انرژی و پروتئین جوجه‌های گوشتی، اثر معنی‌داری را

نشان دادند (P<۰/۰۵). در طی دوره رشد، پرندگانی که با منابع مختلف فیبر نامحلول تغذیه شدند در مقایسه با گروه شاهد به ترتیب کمترین و بیشترین نسبت بازده انرژی و پروتئین را داشتند. همچنین نسبت بازده انرژی و پروتئین در کل دوره پرورش (سن ۱-۴۲ روزگی) در پرندگانی که با منابع مختلف فیبر نامحلول تغذیه شدند به جز باگاس نیشکر با اندازه ذرات یک میلی‌متر در مقایسه با گروه شاهد، به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را داشتند.

بهبود نسبت بازده پروتئین و انرژی در تیمارهای مصرف کننده منابع مختلف فیبر نامحلول ممکن است به دلیل تجمع ذرات فیبر در سنگدان و کاهش نرخ عبور خوراک در بخش ابتدایی دستگاه گوارش و در نتیجه هضم بهتر مواد مغذی باشد. از طرف دیگر با توجه به اینکه پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول موجود در غلات به ویژه بتاگلوکان موجود در جو از طریق افزایش چسبندگی مواد هضمی در روده، کاهش دسترسی به مواد مغذی و تأثیر منفی بر سرعت عبور مواد از دستگاه گوارش، منجر به کاهش عملکرد می‌شوند (۲۴) شاید در آزمایش حاضر کاهش بازده انرژی و پروتئین در تیمار شاهد را بتوان به موارد یاد شده نسبت داد. در گزارشی نشان داده شد که جوجه‌های گوشتی که با ۱۸ درصد سبوس برنج تغذیه شده بودند، بیشترین مقدار ضریب تبدیل پروتئین را به خود اختصاص دادند (۱۰).

شاخص کارایی تولید نیز در تیمارهای دریافت کننده پوسته آفتابگردان در هر دو اندازه یک و سه میلی‌متر و سبوس گندم با اندازه ذرات یک میلی‌متر به طور معنی‌داری (P< ۰/۰۵) بیشتر از گروه شاهد بود (شکل ۱). با توجه به اجزای مورد استفاده در فرمول محاسبه شاخص کارایی تولید که عبارتند از درصد تلفات و ماندگاری گله، ضریب تبدیل خوراک، وزن نهایی و طول دوره و نظر به اینکه هیچ کدام از این عوامل به جز وزن زنده و ضریب تبدیل غذایی بین گروه‌های آزمایشی در ۴۲ روزگی اختلاف معنی‌داری نداشت، معنی‌دار شدن شاخص تولید می‌تواند به علت بالا بودن وزن زنده و کمتر بودن ضریب تبدیل خوراک در گروه‌هایی که از جیره‌های حاوی پوسته آفتابگردان با اندازه ذرات ریز و درشت و سبوس گندم با اندازه ذرات ریز استفاده کردند باشد.



شکل ۱- اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر شاخص کارایی تولید جوجه‌های گوشتی (درصد)

Figure 1- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of insoluble fiber on European Efficiency Factor (EEF) of broiler chickens.

CTL: جیره شاهد، SB: جیره شاهد به همراه سه درصد باگاس نیشکر (در اندازه ذرات ریز و درشت)، WB: جیره شاهد به همراه سه درصد سبوس گندم (در اندازه ذرات ریز و درشت) و SFH: جیره شاهد به همراه سه درصد پوسته آفتابگردان (در اندازه ذرات ریز و درشت) بودند.

Basal diet (control, CTL), Sunflower hulls (SFH), Sugarcane bagasse (SB), and Wheat bran (WB) ground through a 1.0 (fine) or 3.0 mm (coarse) screen that were added to the control diet at 3.0%.

در مطالعه دالوند و همکاران (۷)، سبوس برنج در تمامی سطوح مصرفی (۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد) باعث کاهش مقدار مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه شد ولی تأثیر نامطلوبی بر ضریب مصرف خوراک و شاخص کارایی تولید نداشت. افرا و همکاران (۲) گزارش کردند که

شاخص کارایی تولید در دوره پایانی و کل دوره آزمایش در جوجه های گوشتی دریافت کننده پوسته جو (۰/۷۵ و ۱/۵ درصد) بالاتر از تیمار شاهد بود. تفاوت در نوع و سطح فیبر جیره و نوع جیره پایه در این آزمایش با آزمایشات دیگر ممکن است از دلایل اصلی مغایرت نتایج حاصل باشد.

اثر تیمارهای آزمایشی بر ریخت‌شناسی روده باریک جوجه‌های گوشتی در جداول ۵ و ۶ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، ضخامت پرز، ضخامت بافت پوششی، تعداد سلول‌های گابلت و عمق کریپت در دوازدهه و تهی‌روده و همچنین ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در تهی‌روده تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در بخش دوازدهه روده کوچک جوجه‌هایی که با منابع مختلف فیبر نامحلول به جز باگاس نیشکر با اندازه ذرات یک میلی‌متر تغذیه شده بودند، به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P< ۰/۰۵$). همچنین ارتفاع پرزهای دوازدهه پرندگانی که با جیره‌هایی با اندازه ذرات بزرگتر (سه میلی متر) در مقایسه با پرندگانی که با اندازه ذرات کوچکتر (یک میلی متر) تغذیه شدند، افزایش معنی‌داری را نشان داد ($P< ۰/۰۵$). در مقایسات مستقل نشان داده شد که تعداد سلوهای گابلت در تهی‌روده پرندگانی که با فیبر نامحلول تغذیه شدند در مقایسه با گروه شاهد، کاهش معنی‌داری را نشان داد ($P< ۰/۰۵$).

در این مطالعه، افزودن فیبر نامحلول به جیره ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت را در دوازدهه در مقایسه با گروه شاهد افزایش داد. روده باریک در مقابل تغییرات جیره غذایی، تغییراتی در سطح جذب شامل تغییر در عمق کریپت و طول پرز را نشان می‌دهد (۱۶). تغییر خصوصیات پرز با عملکرد روده و عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در ارتباط می‌باشد. گزارش شده است که کاهش عملکرد در هنگام مصرف جیره‌های حاوی جو و چاودار در مقایسه با ذرت با کاهش ارتفاع پرز روده و مصرف مکمل‌های آنزیمی با بهبود ارتفاع پرز همراه است (۲۵). کاهش طول پرز با کاهش توانایی جذب از روده و کاهش ناحیه سطحی روده جهت جذب مواد مغذی همراه می‌باشد (۲۵). بنابراین پرز کوتاه‌تر دیده شده در پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد را می‌توان به نقش ویسکوزیته ایجاد شده در اثر حضور جو دانست. از طرفی اثر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای جیره بر مورفولوژی بافت پوششی و تخریب و ساخت مجدد سلول بسته به خصوصیات فیزیکوشیمیایی و سطح پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای موجود در جیره، مدت زمان استفاده توسط حیوان، گونه، سن حیوان و مکان مربوطه در دستگاه گوارش، متغیر است (۲۷).

رضایی و همکاران گزارش کردند که گنجاندن فیبر نامحلول در جیره منجر به افزایش طول پرز جوجه‌های گوشتی شد (۳۰). همچنین در یک بررسی نشان داده شد که استفاده از ۰/۲۵ و ۰/۷۵ درصد فیبر نامحلول ویتاسل در جیره (به ویژه سلولز) منجر به افزایش نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در ناحیه ایلئوم جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی شد (۳۲). نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت، شاخصی از پتانسیل هضمی روده کوچک است (۱) و نسبت بزرگتر ارتفاع پرز به عمق کریپت نشان دهنده بهبود وضعیت مخاط روده است (۱۳) بنابراین، افزایش این شاخص در دوازدهه پرنده‌های تغذیه شده با منابع مختلف فیبر نامحلول می‌تواند توجیه کننده بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در آن‌ها باشد. همچنین ذرات درشت خوراک یا فیبر نامحلول بر طول پرزها و نسبت طول پرز به عمق کریپت اثر گذار بوده و با افزایش این فراسنجه‌ها، هضم، جذب و ابقای مواد مغذی در روده کوچک بهبود می‌یابد که در نتیجه بهبود بازده استفاده از مواد مغذی، موجب رشد بهتر پرنده و کیفیت بهتر لاشه می‌شود (۳۲). در آزمایش حاضر نیز طول پرز در قسمت دوازدهه پرندگانی که با جیره‌های با اندازه ذرات درشت‌تر تغذیه شدند، افزایش یافت.

افزایش تعداد سلول‌های گابلت بیانگر این امر است که یک لایه موکوسی ضخیم، بافت پوششی را پوشانده و بنابراین منجر به کاهش قابلیت دسترسی مواد مغذی شده و در نهایت ممکن است موجب افزایش احتیاجات انرژی نگهداری دستگاه گوارش شده و این موضوع منجر به کاهش عملکرد تولیدی پرنده می‌شود (۳۸). در این مطالعه، تعداد سلول‌های گابلت در تهی‌روده جوجه‌هایی که با منابع مختلف فیبر نامحلول تغذیه شده بودند در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت که منجر به افزایش عملکرد تولیدی در این تیمارها شد.

درصد رطوبت بستر در سنین ۳۵ و ۴۲ روزگی در پرندگان دریافت کننده فیبر نامحلول در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) کاهش یافت (جدول ۷). خیراوی و همکاران (۲۲) در آزمایشی، سطوح یک و دو درصد لیگنوسلولز را در تغذیه جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار دادند و گزارش کردند که رطوبت بستر در مقایسه با جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های بدون لیگنوسلولز، کاهش یافت. در مطالعه دیگری نشان داده شد که مکمل کردن جیره با سه درصد سلولز، تفاله چغندر قند و پوسته یولاف منجر به بهبود

کیفیت بستر جوجه‌های گوشتی شد که احتمالا ناشی از مدت زمان نگهداری مواد هضمی در دستگاه گوارش می‌باشد (۱۹). در پژوهشی دیگر، مقدار رطوبت بستر جوجه‌های گوشتی که با نیم درصد فیبر نامحلول میکرونیزه تغذیه شدند در دوره سنی سه تا شش هفتگی در مقایسه با گروه شاهد کاهش یافت (۳۰). نتایج پژوهش‌های یاد شده در مورد کاهش نسبی رطوبت بستر با استفاده از فیبر نامحلول در جیره جوجه‌های گوشتی با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت.

جدول ۵– اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر ارتفاع پرز (میکرومتر)، عمق کریپت (میکرومتر) و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت دوازدهه و تهی روده جوجه-های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 5- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of insoluble fiber on villous height (µm) , crypt depth (µm) and villous height /crypt depth of the duodenum and jejunum of broiler chickens at 42 days of age

تیمار Treatment	ارتفاع پرز (µm) Villus height (µm)		عمق کریپت (µm) Crypt depth (µm)		ارتفاع پرز به عمق کریپت Villous height /Crypt depth	
	Duodenum	Jejunum	Duodenum	Jejunum	Duodenum	Jejunum
کنترل CTL[3]	1518.04[d]	1504.56	208.44	222.77	7.02[c]	6.76
باگاس نیشکر SB[4]						
ریز fine	1535.88[cd]	1525.86	200.92	229.21	7.66[cb]	6.66
درشت coarse	1653.97[a]	1574.66	201.35	224.66	8.22[ab]	7.06
سبوس گندم WB[5]						
ریز fine	1596.46[ab]	1522.34	198.84	213.16	8.04[ab]	7.04
درشت coarse	1628.89[ab]	1514.02	192.43	216.28	8.47[a]	7.11
پوسته آفتابگردان SFH[6]						
ریز fine	1576.16[bc]	1519.89	193.62	215.95	8.14[ab]	7.05
درشت coarse	1614.89[ab]	1544.93	201.35	214.15	8.02[ab]	7.21
اشتباه معیار میانگین SEM[7]	10.69	12.77	1.95	2.52	0.10	0.08
سطح معنی داری P-value	0.0003	0.85	0.38	0.58	0.02	0.64
مقایسه منابع فیبر با کنترل Control vs. fiber	0.0004	0.46	0.07	0.60	0.002	0.31
مقایسه ذرات ریز و درشت fine vs. coarse	0.0004	0.46	0.89	0.84	0.115	0.28

[a-c] در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف نامشابه دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر هستند (P< ۰/۰۵).

[۱]منبع فیبر با اندازه ذرات ۱ میلی متر، [۲]منبع فیبر با اندازه ذرات ۳ میلی متر. [۳]جیره کنترل (جیره پایه)، [۴] باگاس نیشکر، [۵] سبوس گندم، [۶] پوسته آفتابگردان.

[a-c] Means with different letters within the same column differ significantly (P<0.05).

[1]Fiber source ground through a 1.0-mm screen.[2]Fiber source ground through a 3.0-mm screen.

[3]Control diet (basal diet),[4]Sugarcane bagasse,[5]Wheat bran, [6]Sunflower hulls.

[7]SEM = Standard Error of Mean

جدول ٦- اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر ضخامت پرز، بافت پوششی و تعداد سلول‌های گابلت دوازدهه و تهی روده جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 6- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of insoluble fiber on villus thickness (µm), epithelial thickness (µm) and goblet cell number (per 100 m villus height) of the duodenum and jejunum of broiler chickens at 42 days of age

تیمار Treatment	ضخامت پرز Villus thickness		ضخامت اپیتلیوم Epithelial thickness		تعداد سلول‌های گابلت Goblet cell number	
	Duodenum	Jejunum	Duodenum	Jejunum	Duodenum	Jejunum
کنترل CTL[3]	231.38	166.01	37.06	33.76	16.00	21.16
باگاس نیشکر SB[4]						
ریز fine	224.04	173.10	37.09	33.64	16.17	19.83
درشت coarse	217.59	161.24	34.21	33.61	15.16	19.33
سبوس گندم WB[5]						
ریز fine	211.73	165.09	36.21	34.17	15.25	19.66
درشت coarse	217.17	160.21	38.03	34.83	15.91	18.50
پوسته آفتابگردان SFH[6]						
ریز fine	217.88	174.17	36.06	33.63	15.50	19.66
درشت coarse	210.85	166.36	36.26	32.82	15.58	18.50
اشتباه معیار میانگین SEM[7]	3.61	2.19	0.89	0.50	0.20	0.32
سطح معنی داری P-value	0.80	0.56	0.96	0.98	0.85	0.36
مقایسات منابع فیبر با کنترل Control vs. fiber	0.19	0.91	0.79	0.98	0.53	0.04
مقایسه ذرات ریز و درشت fine vs. coarse	0.74	0.10	0.89	0.95	0.86	0.88

[۱]منبع فیبر با اندازه ذرات ۱ میلی متر، [۲]منبع فیبر با اندازه ذرات ۳ میلی متر. [۳]جیره کنترل (جیره پایه)، [۴] باگاس نیشکر، [۵] سبوس گندم، [۶] پوسته آفتابگردان.

[1]Fiber source ground through a 1.0-mm screen. [2]Fiber source ground through a 3.0-mm screen.
[3]Control diet (basal diet),[4]Sugarcane bagasse,[5]Wheat bran, [6]Sunflower hulls.
[7]SEM = Standard Error of Mean

فراوانی نسبی اسکور دو و سه، بیشترین درصد سوختگی مفصل خرگوشی پا را در گروه شاهد نشان داد و فراوانی نسبی اسکور یک در آن کمتر بود ($P<$ ۰/۰۵) (جدول ۸). همچنین از نظر فراوانی نسبی اسکور صفر و یک زخم کف پا، به ترتیب کمترین و بیشترین مقادیر در گروه شاهد در مقایسه با پرندگان دریافت کننده فیبر نامحلول، مشاهده شد. علاوه بر این، بیشترین فراوانی نسبی اسکور یک، دو و سه زخم سینه در گروه شاهد وجود داشت (جدول ۸). کنترل رطوبت بستر در صنعت پرورش جوجه‌های گوشتی یکی از روش‌های مهم به حداقل رساندن مشکلات مربوط به رفاه پرندگان به دلیل زخم بالشتک کف پا، سوختگی مفصل خرگوشی پا و تولید گاز آمونیاک می‌باشد (۱۷). در مطالعه‌ای نشان داده شد که استفاده از ذرت با اندازه ذرات ریز و درشت و دو درصد باگاس نیشکر اثر معنی‌داری بر زخم کف پا و سوختگی مفصل خرگوشی پا نداشت (۲۳). در پژوهش حاضر، با کاهش معنی‌دار رطوبت بستر در همه تیمارهای آزمایشی در

مقایسه با تیمار شاهد، شاخص‌های رفاهی پرندگان نیز تحت تاثیر قرار گرفت. به طوری که بستر مرطوب در تیمار شاهد منجر بـه افـزایش زخم بالشتک کف پا، سوختگی مفصل خرگوشی پا، سوختگی سینه و کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی شد.

جدول ۷- اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر درصد رطوبت بستر جوجه‌های گوشتی در سنین ۳۵ و ۴۲ روزگی.

Table 7- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of insoluble fiber on litter moisture content of broiler chickens at d 35 and 42.

تیمار Treatment	محتوای رطوبت بستر (سن ۳۵ روزگی) Litter moisture content % (35 d)	محتوای رطوبت بستر (سن ۴۲ روزگی) Litter moisture content % (42 d)
کنترل CTL[3]	50.14[a]	60.58[a]
باگاس نیشکر SB[4]		
ریز fine	44.43[b]	54.16[b]
درشت coarse	43.81[b]	54.13[b]
سبوس گندم WB[5]		
ریز fine	43.66[b]	53.77[b]
درشت coarse	44.58[b]	54.74[b]
پوسته آفتابگردان SFH[6]		
ریز fine	44.13[b]	54.66[b]
درشت coarse	43.87[b]	54.10[b]
اشتباه معیار میانگین SEM[7]	0.52	0.62
سطح معنی داری P-value	0.001	0.02
مقایسه منابع فیبر با کنترل Control vs. fiber	<0.0001	0.0004
مقایسه ذرات ریز و درشت fine vs. coarse	0.98	0.91

[a-b] در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف نامشابه دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر هستند (P< ۰/۰۵).

[۱]منبع فیبر با اندازه ذرات ۱ میلی متر، [۲] منبع فیبر با اندازه ذرات ۳ میلی متر. [۳] جیره کنترل (جیره پایه)، [۴] باگاس نیشکر، [۵] سبوس گندم، [۶] پوسته آفتابگردان.

[a-b] Means with different letters within the same column differ significantly (P<0.05).

[1]Fiber source ground through a 1.0-mm screen. [2]Fiber source ground through a 3.0-mm screen.

[3]Control diet (basal diet),[4]Sugarcane bagasse,[5]Wheat bran, [6]Sunflower hulls.

[7]SEM = Standard Error of Mean

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج نشان دادند که استفاده از سـه درصـد پوسـته آفتابگردان در دو اندازه ریز و درشت در جیره بر پایـه جـو منجـر بـه بهبود ضریب تبدیل خوراک، نسبت بازده انرژی و پروتئین، ریخـت-شناسی روده، رطوبت بستر و فراسنجه‌های رفاهی در مقایسه با تیمار شاهد در جوجه‌های گوشتی می‌شود.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایتهای مالی پروژه تشکر و قدردانی میگردد.

جدول ۸- اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر فراسنجه‌های رفاهی جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 8- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of insoluble fiber on hock burn, footpad dermatitis and breast burn of broiler chickens at 42d.

تیمار Treatment	سوختگی مفصل خرگوشی پا (درصد) Hock burn				زخم کف پا (درصد) Footpad dermatitis				زخم سینه (درصد) Breast burn			
	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3
کنترل CTL[3]	0	7.14	33.33	100	8.11	26.32	0	0	0	25.00	50	100
باگاس نیشکر SB[4]												
ریز fine	0	14.29	16.67	0	16.22	10.53	0	0	14.71	18.75	0	0
درشت coarse	0	19.05	0	0	21.62	0	0	0	23.53	0	0	0
سبوس گندم WB[5]												
ریز fine	0	11.90	25.00	0	10.81	21.05	0	0	17.65	12.50	0	0
درشت coarse	100	11.90	16.67	0	13.51	15.79	0	0	14.71	12.50	25	0
پوسته آفتابگردان SFH[6]												
ریز Fine	0	16.67	8.33	0	13.51	15.79	0	0	14.71	18.75	0	0
درشت coarse	0	19.05	0	0	16.22	10.53	0	0	14.71	12.50	25	0
سطح معنی داری P-value	-	<0.0001	<0.0001	-	<0.0001	<0.0001	-	-	<0.0001	<0.0001	0.09	-
کای اسکور X^2	-	252.00	48.00	-	222.0	95.00	-	-	170.00	80.00	8.00	-

[۱]منبع فیبر با اندازه ذرات ۱ میلی متر، [۲]منبع فیبر با اندازه ذرات ۳ میلی متر. [۳]جیره کنترل (جیره پایه)، [۴] باگاس نیشکر، [۵] سبوس گندم، [۶] پوسته آفتابگردان.

[1]Fiber source ground through a 1.0-mm screen. [2]Fiber source ground through a 3.0-mm screen.
[3]Control diet (basal diet),[4]Sugarcane bagasse,[5]Wheat bran, [6]Sunflower hulls.

منابع

1. Adibmoradi, M., B. Navidshad, J. Seifdavati, and M. Royan. 2006. Effect of dietary garlic meal on histological structure of small intestine in broiler chickens. The Journal of Poultry Science, 43: 378-383.
2. Afra, M., B. Navidshad, M. Adibmoradi, F. Mirzaei Aghjeh Gheshlagh, and N. Hedayat Ivarigh. 2017. Effect of dietary inclusion level and particle size of barley hulls on intestinal morphology and bacteria population in broiler chickens. Journal of Veterinary Research, 72 (2): 183-194. (In Persian).
3. AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC.
4. ASAE. 1995. Method of determining and expressing fineness of feed materials by sieving. ASAE standard S319.2. Pages 461–462 in Agriculture Engineers Yearbook of Standards. American Society of Agricultural Engineers.
5. Barker, K., C. Coufal, J. Purswell, J. Davis, H. Parker, M. Kidd, C. McDaniel, and A. Kiess. 2013. In-house windrowing of a commercial broiler farm during early spring and its effect on litter composition. Journal of Applied Poultry Research, 22:551–558.

6. Choct, M. 1997. Feed non-starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance. Feed Milling International, 191 (June issue): 13-26.
7. Dalvand, H., A. Azarfar and A. Masoudi. 2017. Effects of dietary inclusion of rice bran on production performance and ileal digestibility of nutrients in broiler chickens. Journal of Animal Production, 19 (4): 863-877. (In Persian).
8. De Jong, I. C., H. Gunnink, and J. Van Harn. 2014. Wet litter not only induces foot pad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens. Journal of Applied Poultry Research, 23: 51-58.
9. Donohue, M., and D. L. Cunningham.2009. Effects of grain and oilseed prices on the costs of US poultry production. Journal of Applied Poultry Research, 18: 325-337.
10. Eizadi, E., F. Shariatmadari, and M. A. Karimi Torshizi. 2015. Effect of different levels of rice bran on productive performance, economical performance and production index in broiler chicken. Animal Production Research, 3 (4): 39-47. (In Persian).
11. Euribrid, B. V. 1994. Technical information for Hybro® broilers. Boxmeer: Euribrid Poult Breeding Farm.
12. Fuente., J. M. P. Pérez, and M. J. Villamide. 1995. Effect of dietary enzyme on the metabolizable energy of diets with increasing levels of barley fed to broilers at different ages. Animal Feed Science and Technology, 56 (1-2): 45-53.
13. Hampson, D. J. 1986. Alteration in piglet small intestine structure at weaning. Research in Veterinary Science, 40: 32-40.
14. Hetland, H., B. Svihus, and V. Olaisen. 2002. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. British Poultry Science, 43: 416-423.
15. Hetland, H., M. Choct, and B. Svihus. 2004. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. World's Poultry Science Journal, 60:.415-422.
16. Iji, P. A., A. Saki and D. R. Tivey. 2001. Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides. Animal Feed Science and Technology, 89: 175-188.
17. Jacob, J. P., and A. J. Pescatore. Using barley in poultry diets—A review. 2012. Journal of Applied Poultry Research, 21 (4): 915-940.
18. Jiménez-Moreno, E., A. de Coca-Sinova, J. M. González-Alvarado, and G. G. Mateos. 2016. Inclusion of insoluble fiber sources in mash or pellet diets for young broilers. 1. Effects on growth performance and water intake. Poultry science, 95(1): 41-52.
19. Jiménez-Moreno, E., J. M. González-Alvarado, A. de Coca-Sinova, R. Lázaro, and G. G. Mateos. 2009. Effects of source of fibre on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers. Animal Feed Science and Technology, 154: 93-101.
20. Jiménez-Moreno, E., M. Frikha, A. de Coca-Sinova, J. García, and G. G. Mateos. 2013. Oat hulls and sugar beet pulp in diets for broilers 1. Effects on growth performance and nutrient digestibility. Animal Feed Science and Technology, 182(1-4): 33-43.
21. Kalantar, M., A. Yaghobfar, and F. Khajali. 2014. Effects of non-starch polysaccharides of barley supplemented with enzymes on growth performance, gut microbial population and intestinal morphology of broiler. Animal Science Journal, 106: 121-132. (In Persian).
22. Kheravii, S. K., R. A. Swick, M Choct, and S. B. Wu. 2017a. Coarse particle inclusion and lignocellulose-rich fiber addition in feed benefit performance and health of broiler chickens. Poultry Science, 96: 3272-3281.
23. Kheravii, S. K., R. A. Swick, M. Choct, and S. B Wu. 2017b. Dietary sugarcane bagasse and coarse particle size of corn are beneficial to performance and gizzard development in broilers fed normal and high sodium diets. Poultry Science, 96(11): 4006-4016.
24. Kheravii, S. K., R. A. Swick, M. Choct, and S. B Wu. 2018. Upregulated proventricular pepsinogens and improved feed efficiency in broilers by the combination of supplemented sugarcane bagasse and coarsely ground corn in pelleted diets. Proceedings of the 28th Australian Poultry Science Symposium.
25. Mathlouthi, N., JP. Lallès, P. Lepercq, C. Juste, and M. Larbier. 2002. Xylanase and β-glucanase supplementation improve conjugated bile acid fraction in intestinal contents and increase villus size of small intestine wall in broiler chickens fed a rye-based diet. Journal of Animal Science, 80: 2773-2779.
26. Mirzaie, S., M. Zaghari, S. Aminzadeh, M. Shivazad, and G. G. Mateos. 2012. Effects of wheat inclusion and xylanase supplementation of the diet on productive performance, nutrient retention, and endogenous intestinal enzyme activity of laying hens. Poultry Science, 91(2):413-425.
27. Montagne, L., J. R. Pluske, and D. J. Hampson. 2003. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. Animal Feed Science and Technology, 108: 95-117.

28. National Research Council .1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th revised ed. National Academy Press, Washington, DC., USA.
29. Ojano-Dirain, C. P., and P. W. Waldroup. 2002. Protein and amino acid needs of broilers in warm weather: A review. International Journal of Poultry Science, 1 :40-46.
30. Rezaei, M., M. A. Karimi Torshizi, and Y. Rouzbehan. 2011. The influence of different levels of micronized insoluble fiber on broiler performance and litter moisture. Poultry Science, 90: 2008-2012.
31. Sacranie, A., B. Svihus, V. Denstadli, B. Moen, P. A. Iji, and M. Choct. 2012. The effect of insoluble fiber and intermittent feeding on gizzard development, gut motility, and performance of broiler chickens. Poultry Science, 91(3): 693-700.
32. Sarikhan, M., H. A. Shahryar, B. Gholizadeh, M. H. Hosseinzadeh, B. Beheshti, and A. Mahmoodnejad. 2010. Effects of insoluble fiber on growth performance, carcass traits and ileum morphological parameters on broiler chick males. International Journal of Agriculture and Biology, 12: 531-536.
33. SAS Institute. 2008. SAS/STAT 9.1 User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC.
34. Shirzadegan, K, and H. R. Taheri. 2017. Insoluble Fibers Affected the Performance, Carcass Characteristics and Serum Lipid of Broiler Chickens Fed Wheat-Based Diet. Iranian Journal of Applied Animal Science, 7(1) 109-117.
35. Sørensen, P., G. Su, and S. C. Kestin .1999. The effect of photoperiod: scotoperiod on leg weakness in broiler chickens. Poultry Science, 78: 336-342.
36. 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.
37. Villamide, M. J., J. M. Fuente, P. Perez de Ayala, and A. Flores. 1997. Energy evaluation of eight barley cultivars for poultry: effect of dietary enzyme addition. Poultry Science, 76(6): 834-840.
38. Wils-Plotz, E. L., and R. N. Dilger. 2013. Combined dietary effects of supplemental threonine and purified fiber on growth performance and intestinal health of young chicks. Poultry Science, 92: 726-734.
39. Xu, Y., C. R. Stark, P. R. Ferket, C. M. Williams, S. Auttawong, and J. Brake .2015. Effects of dietary coarsely ground corn and litter type on broiler live performance, litter characteristics, gastrointestinal tract development, apparent ileal digestibility of energy and nitrogen, and intestinal morphology. Poultry Science, 94: 353-361.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 495-511

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۵۱۱-۴۹۵

The Effect of Particle Size of Different Sources of Insoluble Fiber on Energy and Protein Efficiency Ratios and Welfare Indices of Broiler Chickens Fed a Barley-Based Diet

Zeinab Pourazadi[1], Somayyeh Salari[2*], Mohammad Reza Tabandeh[3] and Mohammad Reza Abdollahi[4]

Submitted: 25-08-2019
Accepted: 09-12-2019

Introduction Barley is one of the cereal grains that used to supply energy in broiler diets, but high content of non-starch polysaccharides (NSP) such as β-glucans, has limited the application of it in poultry diets. It has been shown that NSP can increase intestinal viscosity, reduce litter quality, compromising the access of digestive enzymes to dietary components by protecting lipids, starch, and protein, and cause poor productive performance. Recent studies have shown the inclusion of moderate amounts of insoluble fiber or coarse particles in the diet increases the retention time of the digesta in the upper part of the gastrointestinal tract (GIT) (i.e., from crop to gizzard), improves the development and function of the gizzard, and increase the secretion of HCl in the proventriculus in broilers. The objective of this study was to determine the influence of supplementing insoluble fiber sources in different particle sizes on energy and protein efficiency ratios, intestinal morphology and welfare indices in broiler chickens fed barley based-diets.

Materials and Methods Ross 308 (n=308) were used in a completely randomized design with 7 treatments, 4 replicates and 11 chickens per replicate for 42 days. The dietary treatments included: a barley based- diet (control, CTL) or Sunflower hulls (SFH), Sugarcane bagasse (SB), and Wheat bran (WB) ground through a 1.0 (fine) or 3.0 mm (coarse) screen that were added to the control diet at 3.0%. The CTL diet included 3.0% fine silica sand as filler that was replaced by the same amount of insoluble fiber sources in the corresponding diets. The dry sieving method was used to determine the particle size distribution of diets. Body weight gain (BWG) and feed intake (FI) of each pen were recorded. Feed conversion ratio (FCR) adjusted for mortality and it was calculated by dividing FI with BWG for each period of the experiment (1-21 d and 22-42 d) in total period (1-42 d). The welfare indices were examined at 42 days of age. Litter moisture was measured on days 35 and 42 of the rearing period. For the purpose of small intestinal morphological studies, the digestive tract of slaughtered birds (two birds of each replicate) was removed at 42 days of age and from two small intestine sections including duodenum and Jejunum, two centimeter-long Isolated.

Results and Discussion The results showed that different sources of insoluble fiber showed significant effect ($P< 0.05$) on energy and protein efficiency ratios during growth period (22-42 days of age) and whole experimental period (1-42 days of age). During the entire experimental period (1-42 d), dietary inclusion of SFH (coarse and fine) and WB (fine particle size) improved BWG as compared to the CTL diet ($P < 0.05$). Dietary inclusion of WB and SFH in both particle sizes (coarse and fine) and SB (coarse particle size) improved FCR as compared to the CTL diet from 1-42 d ($P < 0.05$). The villus height and villus height to crypt depth ratio in duodenum of treatments fed insoluble fiber with the exception of sugarcane bagasse with particle size of 1 mm showed significant increase ($P<0.05$) in comparison to control diet. The number of goblet cells in jejunum of treatments fed insoluble fiber significantly decreased ($P<0.05$) when compared to control group. The relative frequency of score two welfare indices was higher in control treatment. Reports have indicated that soluble and insoluble non-starch polysaccharides (**NSP**) affect digestive organs and intestinal morphology of broilers. Coarse fiber and large particles may increase villi length in gastrointestinal tract. Therefore, increased villi length

1 -PhD 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 Biochemistry and Molecular, Veterinary Medicine Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
4- Researcher, Monogastric Research Centre, Massey University.
(*- Corresponding Author Email: s.salari@asnrukh.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.82617

resulted in increased surface area for more absorption of nutrients. Currently, the control of litter moisture is a priority in the broiler industry to reduce productivity losses and minimize bird welfare issues due to footpad dermatitis (FPD), hock burn (HB), and ammonia production. Wet litter was found to increase FDP, HB, and breast irritations and reduce broiler performance. The inclusion of 3% fiber in the diet resulted in lower litter moisture content.

Conclusion Overall, the results showed that dietary inclusion of three percent of different insoluble fiber sources improved energy and protein efficiency ratios, intestinal morphology, litter moisture and welfare parameters of broilers fed barley-based diet.

Key words: Intestinal morphology, Particle size, Sugarcane bagasse, Sunflower hulls, Wheat bran.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 513-528

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۵۲۸-۵۱۳

مقاله علمی- پژوهشی

ارزش افزوده (ماتریکس) مکمل لیزوفسفولیپید بر انرژی قابل متابولیسم انواع چربی و مواد مغذی قابل هضم جیره ذرت - کنجاله سویا در جوجه‌های گوشتی

علی اکبر سالاری[۱] - ابوالقاسم گلیان[۲*] - احمد حسن آبادی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲۴

چکیده

به منظور برآورد ارزش افزوده ناشی از افزودن مکمل لیزوفسفولیپید بر قابلیت هضم مواد مغذی و انرژی قابل‌متابولیسم چربی‌ها آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل ۴ × ۳ × ۲ شامل، دو سطح مکمل لیزوفسفولیپید (۰ و ۲۵۰ گرم در تن)، سه منبع چربی (روغن سویا، پیه‌گاوی و مخلوط ۵۰ :۵۰ آنها) در چهار سطح چربی (۰، ۳، ۶ و ۹ درصد) و شش تکرار با دو قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ به مدت ۳ روز انجام گرفت. تعداد ۱۲ جیره از طریق جایگزینی روغن سویا، پیه‌گاوی و مخلوط آنها در چهار سطح با جیره پایه تهیه و سپس هر جیره به دو قسمت مساوی تقسیم و به یک قسمت از آنها ۰/۲۵ گرم در کیلوگرم مکمل لیزوفسفولیپید اضافه و مخلوط شد تا ۲۴ جیره تهیه شود. افزودن مکمل لیزوفسفولیپید به جیره‌ها بر انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده خشک و چربی خام آنها تأثیر معنی‌داری نداشت. در حالی که اثر متقابل سطح جایگزینی و منبع چربی بر محتوای انرژی قابل متابولیسم جیره‌ها معنی‌دار بود ($P<0/05$). اثرات متقابل دوجانبه و سه‌جانبه برای انرژی قابل متابولیسم چربی و قابلیت هضم مواد مغذی جیره معنی‌دار نبودند. محتوای انرژی قابل متابولیسم روغن سویا، پیه‌گاوی و مخلوط آنها به ترتیب ۸۳۶۷، ۶۱۳۴ و ۶۵۴۷ کیلوکالری در کیلوگرم برآورد شد. مکمل لیزوفسفولیپید باعث بهبود انرژی قابل متابولیسم منابع مختلف چربی به مقدار ۵۹۶/۴ کیلوکالری در کیلوگرم چربی شد. معادلات رگرسیونی ارزش افزوده لیزوفسفولیپید برای انرژی قابل متابولیسم هر کیلوگرم روغن سویا، پیه‌گاوی و مخلوط آنها را به ترتیب ۱۵۷، ۴۳ و ۲۱۱ کیلوکالری در کیلوگرم برآورد نمودند. در مجموع، مکمل لیزوفسفولیپید تأثیری بر انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده خشک و چربی جیره نداشت، اما انرژی قابل متابولیسم منابع چربی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: ارزش افزوده، پیه گاوی، روغن سویا، سطح چربی، عملکرد، منابع چربی

مقدمه

با توجه به نقش و اهمیت مواد خوراکی در تغذیه و عملکرد طیور، محققان زیادی در جهان مشغول یافتن راهکارهای نوین جهت افزایش بهره‌وری مواد غذایی در حیوانات هستند. لیپیدها گروه ناهمگنی از ترکیبات آلی شامل چربی‌ها، روغن‌ها، موم‌ها، استروئیدها و ترکیبات مربوطه هستند که بیشتر از نظر فیزیکی، با یکدیگر ارتباط دارند. ویژگی‌های مشترک این ترکیبات شامل عدم انحلال نسبی در آب و حلالیت در حلال‌های غیرقطبی نظیر اتر و کلروفرم می‌باشد (۱۹). لیپیدها در گیاهان عمدتاً به شکل روغن و در حیوانات به صورت چربی سخت هستند که در مقایسه با پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها مقدار انرژی بیشتری را در اختیار حیوان قرار می‌دهند. بنابراین، با افزودن لیپیدها به جیره می‌توان محتوای انرژی آن را افزایش داد. هضم و جذب چربی جیره نیازمند فرآوری تری‌گلیسیریدهای نامحلول در آب است که این عمل با فعالیت صفرا به منظور امولسیفه کردن

۱ - دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- اساتید گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- ایمیل نویسنده مسئول: golian-a@um.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.81617

چربی‌ها و سپس هیدرولیز آنها توسط لیپاز انجام می‌شود (۳۹). هضم چربی‌ها به ویژه در پرندگان جوان بهینه نیست و با افزایش سن بهبود می‌یابد، این امر به دلیل ظرفیت پایین دستگاه گوارش در ترشح آنزیم لیپاز و اسیدهای صفراوی است به طوری که عملکرد لیپاز در جوجه‌های یک روزه یک درصد فعالیت آن در سن ۲۱ روزگی است (۱۵). به علاوه، در بیشتر جیره‌ها به علت محدودیت زمان حضور مواد غذایی در روده کوچک، تأمین کافی مواد مغذی امکان‌پذیر نبوده و این وضعیت سبب کاهش سرعت رشد و تولید پرندگان می‌گردد. بنابراین، استفاده از ترکیباتی که باعث افزایش سرعت جذب در دستگاه گوارش شده و انرژی بیشتری را در دسترس حیوان قرار دهند، می‌توانند عملکرد را افزایش دهد. امولسیفایرها مولکول‌هایی هستند که از دو بخش تشکیل می‌شوند که یک بخش آنها آبدوست (هیدروفیل) و بخش دیگر آن آبگریز (هیدروفوب) است. مولکول امولسیفایر می‌تواند با بخش آبدوست خود در آب و با بخش آبگریز خود در چربی حل شود و نقش مهمی در کمک به تشکیل میسل ایفا نماید (۸). بنابراین، امولسیفایرها می‌توانند قطرات چربی را در امولسیون توزیع کنند که این امر برای هضم و جذب چربی‌ها لازم است. فسفولیپیدها جزء ترکیباتی هستند که در فرآیند امولسیفه کردن چربی‌ها شرکت می‌کنند. فسفولیپیدها هم دارای دو بخش آب گریز و آب دوست هستند که در آنها یک اسید فسفریک و دو اسید چرب با مولکول گلیسرول استریفه می‌شوند که خود با اتر، کولین، اتانول آمین و اینوزیتول پیوند یافته‌اند. این ساختار باعث شده، وقتی با آب و چربی ترکیب می‌شوند، به عنوان سورفاکتانت عمل کنند (۱۷). از جمله امولسیفایرهای فسفولیپیدی موثر در هضم جذب چربی در پرندگان می‌توان به لیزوفسفولیپید اشاره کرد. لیزوفسفولیپید، سورفاکتانت‌های طبیعی هستند که از هیدرولیز فسفولیپید توسط فسفولیپاز A_2 بدست می‌آیند (۱۱). لیزوفسفولیپیدها باعث افزایش قدرت امولسیفه شدن چربی‌های موجود در جیره و همچنین باعث تسهیل در تشکیل شیلومیکرون‌ها شده و در نتیجه باعث افزایش قدرت هضم و جذب لیپیدها از قبیل اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌های محلول در چربی در روده کوچک می‌شوند (۳۸). راجو و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که با استفاده از لیزولسیتین سبوس برنج، قابلیت هضم چربی جیره در جوجه‌های گوشتی افزایش یافت (۲۳). همچنین با استفاده از لیزولسیتین سویا موجود در روغن سویا، چربی گوسفند و چربی طیور، قابلیت هضم اسیدهای چرب در جوجه‌های گوشتی افزایش یافت (۳۸). بنابراین، از یک سو دستگاه گوارش جوجه‌های جوان نابالغ است و عمل هضم و جذب در آن به صورت ناقص انجام می‌شود و از طرف دیگر در پرندگان بالغ نیز علاوه بر زمان محدود حضور مواد غذایی در روده کوچک، در بسیاری از جیره‌ها امکان تأمین کافی مواد مغذی از خوراک مصرفی پرنده ممکن نبوده و باعث کاهش سرعت رشد و تولید پرنده می‌شود، و احتمالاً در این شرایط استفاده از ترکیباتی که باعث افزایش قدرت جذب مواد مغذی در دستگاه گوارش شوند و انرژی بیشتری را در اختیار پرنده قرار دهند، می‌تواند مفید باشد. هدف از این مطالعه برآورد ارزش افزوده شده هنگام استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید برای مواد مغذی جیره ذرت- کنجاله سویا و انرژی قابل متابولیسم انواع چربی در دوره رشد جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

پرندگان مورد آزمایش

این آزمایش در سایت تحقیقاتی دام و طیور دانشگاه فردوسی مشهد در تابستان سال ۱۳۹۷ انجام شد. تعداد ۳۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر یکروزه سویه راس ۳۰۸ از یک واحد جوجه‌کشی تجاری تهیه شدند. در ابتداء کل جوجه‌ها تا ۱۴ روزگی در جایگاه بستری نگهداری و با جیره‌های استاندارد آغازین (۱۰-۱ روزگی) و رشد (۱۴-۱۱ روزگی) تغذیه شده و از ۱۵ تا ۲۱ روزگی جهت انجام آزمایش تعداد ۲۸۸ قطعه جوجه به ۱۴۴ گروه دوتایی تقسیم و به طور تصادفی به قفس‌های متابولیکی منتقل و با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. ابعاد قفس‌ها ۴۰ × ۴۵ × ۴۰ سانتی‌متر و دارای یک دانخوری ناودانی و دو آبخوری پستانکی بودند. یک برنامه نوری ۲۴ ساعت روشنایی اعمال شد.

جیره‌های آزمایشی

در ابتداء یک جیره شاهد بر پایه ذرت - کنجاله سویا تهیه (جدول ۱) و به ۱۲ قسمت مساوی تقسیم شد. ۱۲ جیره آزمایشی از جایگزینی و مخلوط کردن روغن سویا، پیه‌گاوی و مخلوط آنها (۵۰ :۵۰) در چهار سطح با جیره شاهد تهیه شدند و سپس هر جیره به دو قسمت مساوی تقسیم و به یک قسمت ۰/۲۵ گرم در کیلوگرم مکمل لیزوفسفولیپید اضافه و مخلوط شدند تا ۲۴ جیره تهیه شود. مکمل لیزوفسفولیپید با نام تجاری آرتیفایر ساخت کمپانی Artevet در

ایالات متحده آمریکا و از نمایندگی گلبارنوین در ایران خریداری شد. از روش جمع‌آوری کل مدفوع استفاده شد (۲۱).

برای ارزیابی انرژی قابل متابولیسم چربی و قابلیت هضم مواد مغذی

جدول ۱- ترکیب و میزان مواد مغذی جیره پایه

Table 1- Composition and nutrient content of the basal diet

ترکیبات جیره Diet ingredients	درصد ٪
ذرت Corn	63.94
کنجاله سویا، ۴۴ درصد پروتئین Soybean meal (CP 44%)	32.02
دی‌کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.56
سنگ آهک Limestone	0.93
نمک طعام (کلراید سدیم) Salt	0.26
دی‌ال ـ متیونین DL- Methionine	0.28
ال ـ لیزین هیدروکلراید L- lysine Hydrochloride	0.22
ال- ترئونین L-Threonine	0.08
مکمل ویتامینه[۲] Vitamin premix[2]	0.25
مکمل مواد معدنی [۳] Mineral premix[2]	0.25
سدیم بیکربنات $NaHCo_3$	0.12
کولین کلراید Choline chloride	0.05
ترکیبات شیمیایی محاسبه شده (درصد) Calculated composition %	
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم) Metabolisable Energy (kcal/kg)	2876
پروتئین خام Crude protein	19.95
کلسیم Calcium	0.80
فسفر قابل دسترس Available phosphorous	0.40
لیزین Lysine	1.19
متیونین Methionine	0.59
متیونین+ سیستین Methionine + Cysteine	0.91
ترئونین Threonine	0.81
سیستین Cysetine	0.32
تریپتوفان Tryptophan	27.0
سدیم Sodium	15.0

کلر Chlorine	0.25
پتاسیم Potassium	0.83
کولین Choline	0.17
DCAD (میلی‌اکی والان) mEq	213.76

[1] جیره آزمایشی از جایگزین و مخلوط کردن روغن سویا، پیه‌گاوی و مخلوط آنها (۵۰ :۵۰) به مقادیر صفر، ۳، ۶ و ۹ درصد در جیره پایه با و بدون مکمل لیزوفسفولیپید حاصل شدند.

[2] مکمل ویتامینی مقادیر به ازای هر کیلوگرم جیره: ویتامین A (ترانس ـ رتینیل استات)، ۱۲۵۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D_3 (کوله کلسیفرول)، ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E (دی‌ال ـ آلفا توکوفریل استات)، ۸۰ میلی‌گرم؛ ویتامین K (منادیون)،۳.۲ میلی‌گرم؛ تیامین، ۳.۲ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، ۸.۶ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۴.۸۶ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12} (سیانوکوبالامین)، ۰.۰۲ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۶۲.۵۱ میلی‌گرم؛ پنتوتنیک اسید (دی‌کلسیم پنتوتنات)، ۸.۶ میلی‌گرم؛ فولیک اسید، ۲.۲ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰.۲۵ میلی‌گرم؛ اتوکسی‌کوئین (آنتی‌اکسیدانت)، ۲.۵ میلی‌گرم.

[3] مکمل معدنی مقادیر به ازای هر کیلوگرم جیره: آهن، ۲۰.۲۳ میلی‌گرم؛ منگنز، ۱۲۰ میلی‌گرم؛ روی، ۱۱۰ میلی‌گرم؛ مس، ۱۶ میلی‌گرم؛ ید، ۱.۲۵۲ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰.۳۰ میلی‌گرم.

[1] 24 experimental diets were obtained from substitutes and mixed soybean oil, tallow and their mixture (50:50) to 0, 3, 6 and 9% in basal diet with and without lysophospholipid supplementation.

[2] Vitamin premix supplied per kilogram diet: vitamin A (Trans Retinyl Acetate), 12500 International units; vitamin D_3 (Cholecalciferol), 5000 International units; vitamin E (tocopheryl acetate), 80 mg; vitamin K_3, 3.2 mg; thiamine, 3.2 mg; riboflavin, 8.6 mg; panthothenic acid, 8.6 mg; pyridoxine, 4.86 mg; B_{12} Cyanocobalamin, 0.02 mg; niacin, 62.51 mg; biotin, 0.25 mg; folic acid, 2.2 mg; Antioxidant 2.5 mg.

[3] Mineral premix supplied per kilogram diet: Fe ,20.23 mg; Mn, 120 mg; Zn, 110 mg; Cu ,16 mg; I , 1.252mg; Se, 0.3 mg.

از ۱۵ تا ۱۸ روزگی ابتداء ۳ روز عادت‌پذیری جوجه‌ها با قفس و جیره‌های آزمایشی انجام گرفت و سپس طی ۳ روز آزمایش، کل مدفوع (به طور روزانه) جمع‌آوری شد. در روز ۱۸ به مدت ۱۲ ساعت گرسنگی اعمال و سپس سینی جمع‌آوری کود در زیر قفس‌ها تعبیه و خوراک داده شد. در روز ۲۱ (پس از ۷۲ ساعت) خوراک برداشته و به مدت ۱۲ ساعت گرسنگی اعمال و در پایان گرسنگی دوم کود جمع-آوری شد. هر روز دو بار جمع‌آوری مدفوع صورت گرفت. نمونه‌های مدفوع خشک شده هر واحد در یک کیسه پلاستیکی بسته‌بندی و برچسب زده و در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شد. کل مدفوع خشک هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری شده و به طور کامل مخلوط، یکنواخت و یک نمونه ۵۰ گرمی از هر تکرار برای اندازه‌گیری انرژی خام، ماده خشک و چربی‌خام برداشته و در محل خشک نگهداری شد. مقدار مصرف خوراک جوجه‌های هر تکرار در سه روز آزمایش از مابه التفاوت خوراک داده و مانده اندازه‌گیری و مشابه مدفوع آنالیزگردید.

تجزیه شیمیایی و محاسبه انرژی قابل متابولیسم خوراک

اسیدهای چرب عمده موجود در نمونه‌های روغن سویا و پیه‌گاوی مورد استفاده در این آزماش قبل از مخلوط با جیره‌ها به صورت سه نمونه از هر یک با دستگاه GC (Gas Chromatography) آنالیز شدند. انرژی خام با دستگاه بمب کالریمتریک (Parr)، ماده خشک با ترازوی دیجیتال (Sartorius) و چربی خام با دستگاه سوکسله (AOAC) در ۲۴ جیره آزمایشی و تعداد ۱۴۴ نمونه فضولات تعیین گردید. فرمول (۱) محاسبه انرژی قابل متابولیسم هر جیره را نشان می‌دهد (۲۵).

$$AME/\ gr\ of\ feed = [(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e)]/F_i$$

(فرمول ۱)

کل فضولات (گرم) =E

مقدار خوراک مصرفی (گرم) F_i=

انرژی خام یک گرم خوراک (کیلوکالری) GE_f =

انرژی خام یک گرم فضولات (گرم) GE_e=

محاسبه انرژی قابل متابولیسم برای هر یک از نمونه‌های چربی در هر سطح جایگزینی مطابق فرمول (۲) پیشنهادی سیبالد (۲۳) انجام شد.

$$x = \text{انرژی جیره پایه} - \frac{(\text{انرژی جیره آزمایشی} - \text{انرژی جیره پایه})}{\text{درصد جایگزینی چربی}}$$

x = مقدار انرژی قابل متابولسیم چربی محاسبه شده از هر سطح جایگزینی

آنالیز داده‌ها

داده‌های آزمایش جهت مطالعه اثرات جیره‌های آزمایشی حاوی روغن سویا، پیه‌گاوی و مخلوط آنها در قالب طرح کاملاً تصادفی با

چیدمان فاکتوریل ۴ × ۳ × ۲ (دو سطح مکمل × سه منبع چربی × چهار سطح چربی) و با استفاده از رویهGLM نرم‌افزار SAS ۹/۲ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام شد. از رویه REG و گزینه Stepwise برای تجزیه و تحلیل و رگرسیون ساده نرم‌افزار SAS جهت برآورد انرژی قابل‌متابولیسم روغن سویا، پیه‌گاوی و مخلوط آنها استفاده شد. مدل آماری طرح مورد استفاده با اجزای مدل در معادله زیر ارائه شده است.

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + e_{ijkl}$$

Y_{ijkl}= مقدار عددی هر مشاهده AB_{ij}= مکمل امولسیفایر × نوع منبع چربی در جیره پایه

μ = میانگین جامعه AC_{ik}= مکمل امولسیفایر × سطح جایگزینی چربی در جیره پایه

A_i= اثر سطح i ام فاکتور A مربوط به سطح مکمل امولسیفایر BC_{jk}= نوع منبع چربی در جیره پایه × سطح جایگزینی چربی در جیره پایه

B_j = اثر سطح j ام فاکتور B مربوط به نوع منبع چربی ABC_{ijk}= مکمل امولسیفایر × نوع منبع چربی × سطح جایگزینی چربی در جیره پایه

C_k = اثر سطح k ام فاکتور C مربوط به سطح جایگزینی چربی در جیره پایهe_{ijkl}= خطای آزمایشی

نتایج و بحث

آنالیز اسیدهای چرب عمده روغن سویا و پیه‌گاوی در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به تفاوتی که در نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیراشباع (SFA: UFA) پیه‌گاوی (۳۳ :۶۰) و روغن سویا (۱۶ :۸۴) وجود دارد، مشخص است که اسیدهای چرب اشباع زیاد موجود در چربی حیوانی، قابلیت هضم کمتری در مقایسه با اسیدهای چرب روغن‌های گیاهی دارند. وونگسیتاوز و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که کاهش نسبت SFA: UFA، باعث بهبود ضریب‌تبدیل غذایی خواهد شد (۳۵). اسمیتز و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که اسیدچرب C۱۶:۰ از روغن سویا دارای ضریب جذب بیشتر نسبت به اسیدچرب $C_{۱۶:۰}$ موجود در پیه‌گاوی است، زیرا جذب یک اسیدچرب به خواص فیزیکوشیمیایی نوع چربی یا روغن مرتبط است (۳۰). طبق نظر فردمن و نایلند (۱۹۸۰)، جذب SFA بلند زنجیر از طریق نرخ پایین اتصال آنها به داخل میسل‌ها محدود می‌شود (۷). اسیدهای چرب اشباع به علت غیرقطبی بودن نسبت به اسیدهای چرب غیراشباع سرعت کمتری برای ورود به داخل میسل دارند و این امر سبب می‌شود که امولسیون آنها نیاز به نمک‌های صفراوی بیشتری داشته باشد (۲۱). حضور اسیدهای چرب C۱۸:۲ در روغن سویا ممکن است سبب بهبود جذب اسیدهای چرب C۱۶:۰ از طریق تشکیل میسل و در نتیجه افزایش ظرفیت SFA در هسته میسل شوند (۶).

جدول ۲- آنالیز اسیدهای چرب عمده در روغن سویا و پیه‌گاوی (درصد)

Table 2- Analysis of main fatty acids in soybean oil and tallow (%)

اسیدهای چرب[1] Fatty acids[1]	ایزومر Isomer	پیه‌گاوی Tallow	روغن‌سویا Soybean oil
اسید استئاریک Stearic acid	C_{18}: 0	29.29	3.79
اسید پالمیتیک Palmitic acid	C_{16}: 0	27.34	11.54
اسید لوریک Lauric acid	C_{14}: 0	3.04	0.5
اسید اولئیک Oleic acid	C_{18}: 1	28.51	23.51
اسید لینولئیک Linoleic acid	C_{18}: 2	3.81	52.78
اسید لینولنیک Linolenic acid	C_{18}: 3	0.51	6.95
SFA : UFA		60 : 33	16 : 84

[1] تجزیه‌ها حاصل از میانگین سه تکرار هر منبع چربی مورد استفاده می‌باشد.

[1]The analyzes are derived from the average of three replicates of each source of fat used.

اثرات اصلی مکمل لیزوفسفولیپید، منبع چربی و سطح چربی جایگزینی در جیره پایه (ذرت-کنجاله سویا) بر انرژی قابل‌متابولیسم چربی‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است. مکمل لیزوفسفولیپید باعث بهبود معنی‌دار انرژی قابل متابولیسم چربی به مقدار ۵۹۶/۴

کیلوکالری در کیلوگرم چربی شد (P<۰/۰۵). در بین منابع چربی، روغن سویا بیشترین مقدار انرژی قابل متابولیسم را داشت (P<۰/۰۵). انرژی قابل متابولیسم مخلوط روغن سویا و پیه‌گاوی (۵۰ درصد روغن و ۵۰ درصد پیه‌گاوی) ۷۷۹۹ کیلوکالری در کیلوگرم بود که اختلاف معنی‌داری با میزان انرژی قابل متابولیسم پیه‌گاوی (۷۴۷۵ کیلوکالری در کیلوگرم) نداشت، اما حدود ۳۱۴ کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم آن را بهبود داد (P>۰/۰۵). اثرات متقابل (لیزوفسفولیپید × نوع منبع چربی، لیزوفسفولیپید × سطح چربی و لیزوفسفولیپید × نوع منبع چربی × سطح چربی) به علت معنی‌دار نبودن ارائه نشده است. مطابق نتایج این بررسی چندین محقق قابلیت هضم بالاتر روغن سویا را نسبت به پیه‌گاوی گزارش کردند (۲۲). مطالعات نشان داده است که درجه اشباعیت، مقدار اسیدهای چرب آزاد و موقعیت اسیدهای چرب روی بنیان گلیسرول (۲۴) بر استفاده چربی توسط پرنده موثر است. عوامل فیزیولوژیکی و متابولیکی ممکن است بر هضم لیپید موثر باشد، که به فرآیند امولسیون توسط فعالیت سورفاکتانتی نمک‌های صفراوی مربوط می‌شود. به هرحال، در مراحل اولیه زندگی جوجه‌ها، مقدار ترشح نمک‌های صفراوی ناکافی است، که نشان دهنده یک مرحله بحرانی است که شاید لیزوفسفولیپیدها بتوانند هضم لیپیدها را بهینه کنند. احتمالاً فعالیت لیزوفسفولیپید بر قابلیت هضم چربی‌خام در جیره‌های حاوی پیه‌گاوی، عملکرد نمک‌های صفراوی را کامل می‌کنند، که در شرایط عادی اثر کمی روی مقدار بالای اسیدهای چرب اشباع دارند (۱۴). الزوقی و همکاران (۲۰۱۰) افزایش در قابلیت هضم چربی هنگام مکمل کردن با نمک‌های صفراوی را گزارش کردند (۱). در راستای این مطالعه، پژوهشگران نشان دادند که پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی پیه‌گاوی به طور معنی‌داری انرژی قابل متابولیسم تصحیح شده برای نیتروژن، پروتئین خام و ضریب قابلیت هضم ماده خشک کمتری نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن سویا دارند (۴). افزایش قابلیت هضم چربی به وسیله لسیتین (۲۱) و انرژی قابل متابولیسم چربی به وسیله لیزولسیتین در جوجه‌های گوشتی مشاهده شده است (۳۸). پیه‌گاوی نسبت به چربی خوک در زمانی که لسیتین یا لیزوفسفولیپید به جیره اضافه شد، بیشتر قابل هضم بود (۱۱). به هرحال، ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) هیچ اثر متقابلی بین منبع چربی (روغن سویا، پیه‌گاوی و چربی طیور) و لیزولسیتین بر قابلیت هضم مواد مغذی مشاهده نکردند که با نتایج حاضر مطابقت دارد (۳۸).

اثرات اصلی مکمل لیزوفسفولیپید، منبع چربی، سطح چربی بر مقدار انرژی قابل متابولیسم چربی و قابلیت هضم مواد مغذی جیره در جدول ۴ نشان داده شده است. افزودن مکمل لیزوفسفولیپید بر انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده خشک و چربی‌خام جیره اثر معنی‌داری نداشت. استفاده از مخلوط روغن سویا و پیه‌گاوی نسبت به پیه‌گاوی باعث بهبود قابلیت هضم چربی خام جیره شد (P<۰/۰۰۱).

مشابه نتایج این مطالعه، زامپیگا و همکاران (۲۰۱۶) تأثیر معنی‌داری را هنگام استفاده از یک و یک و نیم (کیلوگرم درتن خوراک) از لیزوفسفولیپید بر قابلیت هضم مواد مغذی جیره مشاهده نکردند (۳۷). در مقابل، شفاتزر و ادامز (۱۹۹۶) بهبود اندکی در قابلیت هضم چربی، نیتروژن و ماده خشک به هنگام استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید در جیره گزارش کردند (۲۶). به هرحال، محققان اظهار داشتند که استفاده از لیزوفسفولیپید وکمپلکس آنزیمی سبب بهبود معنی‌دار در قابلیت هضم مواد مغذی می‌شود که ممکن است یک اثر سینرژیک را نشان دهد (۲۷). ژانک و همکاران (۲۰۱۱) هیچ تأثیر معنی‌داری هنگام استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید بر قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام جیره در جوجه‌های گوشتی در سن ۱۴ تا ۱۷ و از ۳۵ تا ۳۸ روزگی مشاهده نکردند (۳۸). دیگر محققان نشان دادند که استفاده از لیزوفسفولیپید در جیره جوجه‌های گوشتی سبب بهبود معنی‌دار قابلیت هضم اسیدهای چرب $C_{۱۶}$:۰، $C_{۱۸}$:۱ (n۹)، (n۷) از ۱۴ تا ۱۷ روزگی و $C_{۱۸}$:۲ و $C_{۱۸}$:۳ (n۳) از ۳۵ تا ۳۸ روزگی شد. ژائو و همکاران (۲۰۱۵) هیچ اختلاف معنی‌داری در قابلیت هضم مواد مغذی جیره‌های حاوی دو سطح لیزوفسفولیپید در خوک‌های نابالغ مشاهده نکردند. اثرات لیزوفسفولیپید بر قابلیت هضم مواد مغذی به عواملی مانند: تفاوت در جیره پایه، مخصوصاً در مواد خوراکی، ترکیب و نسبت چربی افزودنی در جیره و امولسیفایر (لیزوفسفولیپید) بستگی دارد که می‌توانند منجر به بروز پاسخ‌های متفاوت شوند (۳۸). جنسن و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که اثر لیزوفسفولیپید بر قابلیت هضم مواد مغذی به طور گسترده‌ای بستگی به منابع چربی مورد استفاده در جیره جوجه‌های گوشتی دارد (۹). ژائو و همکاران (۲۰۱۵) اظهار داشتند که لیزوفسفولیپید سبب بهبود قابلیت هضم مواد مغذی در خوک‌های نابالغ تغذیه شده با جیره‌های کم انرژی با استفاده از پیه‌گاوی به عنوان منبع چربی شدند (۳۹).

جدول ۳- اثر مکمل لیزوفسفولیپید بر انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم چربی) روغن سویا، پیه‌گاوی و مخلوط آنها (۵۰ :۵۰ روغن سویا و پیه‌گاوی) در جوجه‌های گوشتی (۱۷ تا ۲۱ روزگی)

Table 3- Effect of supplementation lysophospholipids on metabolizable Energy (kilocalories per kg of fat) of soybean oil, tallow and their mixture (50:50 soybean oil and tallow) in broiler chickens (17-21 days)

اثرات اصلی The main effects	تعداد مشاهدات Number of observation	AME (kcal/kg)
مکمل Supplementation		
بدون امولسیفایر Without emulsifier	72	7891[b]
با امولسیفایر With emulsifier	72	8487[a]
SEM		131.87
اثر منبع چربی Effect of fat source		
روغن سویا Soybean oil	48	9283[a]
پیه‌گاوی Tallow	48	7485[b]
مخلوط Mixture	48	7799[b]
SEM		161.51
اثر سطح چربی Effect of fat level		
3	36	9060[a]
6	36	8439[b]
9	36	7069[c]
SEM		161.51
	احتمالات[1] p-value[1]	
اثر مکمل Supplement effect		0.002
اثر منبع چربی Effect of fat source		0.0001
اثر سطح چربی Effect of fat level		0.0001
مکمل × منع چربی fat source×Supplement effect		0.84
مکمل × سطح چربی fat level×Supplement effect		0.70
منبع چربی× سطح چربی fat level× Effect of fat source		0.59
مکمل × منع چربی× سطح چربی fat level× fat source ×Supplement effect		0.81

[1]داده‌های مربوط به اثرات متقابل که معنی‌دار نبودند، گزارش نشده است.

[1]Interactions were not significant, there for data have not been reported.

به طور مشابه دیریک و دکایپر (۲۰۰۴) اثر مثبت بر قابلیت هضم بخش غیرلیپیدی در جیره خوک‌های در حال رشد که حاوی ۴ درصد

چربی حیوانی بود را گزارش کردند (۵). در مقابل، زینک و همکاران (۲۰۰۴) یک کاهش خطی در قابلیت هضم ماده خشک، انرژی خام و پروتئین خام به هنگام افزودن ۰/۱ درصد لیزولسیتین به جیره بچه خوک‌ها تا سن ۲۸ روزگی مشاهده کردند (۳۶). به هرحال، محققان دیگر قابلیت هضم بهتر چربی را با استفاده از ۰/۰۲ درصد از لیزولسیتین به عنوان مکمل برای جیره بچه خوک‌های از شیر گرفته شده ۱۰ روزه گزارش کردند. همچنین سوارز و لوپز-بت (۲۰۰۲) اثر متفاوت لسیتین بر قابلیت هضم چربی را مشاهده کردند که به منبع چربی جیره مرتبط است، اثرات مثبت بیشتر در جیره‌های حاوی چربی خوک نسبت به روغن سویا مشاهده شد (۳۱). زامپیگا و همکاران (۲۰۱۶) اظهار داشتند که اثرات کم امولسیفایر بر قابلیت هضم مواد مغذی جیره ممکن است به استفاده از روغن سویا به عنوان منبع چربی در جیره نسبت داده شود (۳۷). در مقابل دیریک و دکایپر (۲۰۰۴)، گزارش کردند که در خوک‌ها استفاده از یک منبع چربی با قابلیت هضم بالا مانند روغن سویا، ممکن است عملکرد امولسیفایر و اثرات محدود آنها را بهتر نشان دهد (۵).

یوپدهایا و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که قابلیت هضم ماده خشک و چربی به طور خطی با افزایش سطوح امولسیفایر (سدیم استرول ۲- لاکتیلات و Tween ۲۰) در جیره‌های حاوی یک و دو درصد چربی مخلوط افزایش یافت که نشان دهنده اثرات مثبت امولسیفایرها بر هضم چربی نسبت به دیگر مواد مغذی است (۳۲). به علاوه، قابلیت هضم بالای ماده خشک با هضم‌پذیری چربی مرتبط است و این ممکن است منجر به بهبود عملکرد رشد در جوجه‌های گوشتی شود. مطالعات نشان داده است که قابلیت هضم چربی جیره در کل دستگاه گوارش نه فقط به منبع چربی بلکه به ترکیب جیره بستگی دارد. ماهیت شیمیایی اسیدهای چرب یک عامل تأثیرگذار برای قابلیت هضم چربی جیره در کل دستگاه گوارش است (۳۳ و ۱۳ و ۳). در واقع جوجه‌ها اسیدهای چرب را از منابع چربی غنی از اسیدهای چرب غیراشباع (UFA) خیلی بهتر می‌توانند نسبت به چربی‌های غنی از اسیدهای چرب اشباع (SFA) جذب کنند (۳۳).

قابلیت هضم چربی، ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم جیره در جوجه‌های جوان تغذیه شده با جیره‌های پایه حاوی لیزولسیتین نسبت به تغذیه آنها با جیره‌های پایه بدون مکمل بالاتر بود (۹). به هر حال، در این نتایج، مکمل لیزوفسفولیپید اثر معنی‌داری بر انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم ماده خشک و چربی جیره در جوجه‌های ۱۷ تا ۲۱ روزگی نداشت. علت نتایج مثبت در استفاده از امولسیفایرها را می‌توان اینگونه توضیح داد که لیزولسیتین امولسیون روغن در آب را ترویج می‌دهد، که یک تعادل هیدروفیلیک - لیپوفیلیک بالاتر نسبت به لسیتین ایجاد می‌کند، در نتیجه امولسیون روغن در آب بیشتر می‌شود. لیپیدها که با امولسیون روغن در آب در دستگاه گوارش قرار می‌گیرند، بهتر امولسیفه شده و در نتیجه جذب دیگر مواد مغذی را تحریک می‌کنند. به علاوه، لیزوفسفولیپید سورفاکتانت (فعال کننده سطحی) قوی هستند و مخلوط شدن مواد هضمی را بهبود داده، اندازه قطرات امولسیون را کاهش و دسترسی آنزیم‌ها به لیپیدها را در دستگاه گوارش تسهیل می‌کنند. بنابراین، تصور می‌شود که لیزوفسفولیپید جذب چربی‌ها را از طریق مشارکت آنها در تشکیل میسل بهبود می‌دهد. جنسن و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که مکمل لیزولسیتین قابلیت هضم ماده خشک در جیره حاوی چربی خوک را بهبود داد و بیان داشتند که درجه بهبودی به سطح چربی افزودنی در جیره جوجه‌های گوشتی بستگی دارد (۹). بونتیام و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که هنگام کاهش مواد مغذی جیره‌های آزمایشی (انرژی قابل متابولیسم، پروتئین خام و اسیدهای آمینه)، لیزوفسفولیپید قابلیت هضم مواد مغذی و انرژی خوراک را افزایش می‌دهد (۲). قابلیت هضم اسیدهای چرب، چربی‌خام و مقدار انرژی قابل متابولیسم تصحیح شده برای نیتروژن به وسیله فسفولیپیدها در جوجه‌های گوشتی بهبود یافت (۹).

اثر متقابل منبع چربی و سطح جایگزینی چربی بر انرژی قابل متابولیسم چربی (کیلوکالری در کیلوگرم)، قابلیت هضم ماده خشک (درصد) و چربی خام (درصد) جیره ذرت - کنجاله سویا در جدول ۵ نشان داده شده است. اثر متقابل سطح جایگزینی و منبع چربی بر انرژی قابل متابولیسم چربی جیره معنی‌دار بوده به طوری که جیره با سطح نه درصد جایگزینی روغن سویا نسبت به سطوح دیگر جایگزینی و منابع دیگر چربی بیشترین انرژی قابل متابولیسم را داشت ($P<0/05$). اثرات متقابل لیزوفسفولیپید × نوع منبع چربی، لیزوفسفولیپید × سطح چربی جیره و لیزوفسفولیپید × نوع منبع چربی × سطح چربی جایگزین شده در جیره بر انرژی قابل متابولیسم، درصد قابلیت هضم ماده خشک و قابلیت هضم چربی خام جیره معنی‌دار نبودند ($P>0/05$).

جدول ٤- اثر مکمل لیزوفسفولیپید، منبع و سطح جایگزینی چربی بر انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)، قابلیت هضم ماده خشک و چربی خام (درصد) جیره ذرت-کنجاله سویا در جوجه‌های گوشتی (۲۱-۱۷ روزگی)

Table 4- Effect of supplement lysophospholipid, source and fat replacement level on metabolizable energy (kilo calorie per kg), digestibility of dry matter and crude fat (%) of corn-soybean meal in broiler chickens (17-21 days)

اثرات اصلی The main effects	تعداد مشاهده Number of observations	انرژی قابل متابولیسم ضاهری AME [1]	ماده خشک[۲] DM [2]	عصاره اتری[۳] EE [3]
سطح مکمل Supplement				
صفر	72	3098	71.39	81.81
250	72	3113	71.82	79.56
SEM		10.15	0.28	1.15
منبع چربی Effect of fat source				
روغن سویا Soybean oil	48	3164 [a]	72.72[a]	80.36 [ab]
پیه‌گاوی Tallow	48	3062 [b]	70.74[b]	76.77[b]
مخلوط[۴] Mixture[4]	48	3088 [b]	71.37[b]	83.70[a]
SEM		12.43	0.35	1.41
سطح چربی جایگزین Fat level replacement				
0	36	2888 [c]	70.96[a]	75.89 [b]
3	36	3062[b]	71.33[ab]	81.78[ab]
6	36	3213[a]	71.98[a]	80.19[ab]
9	36	3257[a]	72.17[a]	83.51[a]
SEM		14.34	0.86	1.63
	احتمالات p- value			
اثر مکمل Supplement Effect		27.0	14.0	34.0
اثر منبع چربی Effect of fat source		0001.0	0001.0	0061.0
اثر سطح چربی Effect of fat level		0001.0	017.0	0092.0

[۱] انرژی قابل متابولیسم [۲] قابلیت هضم ماده خشک [۳] قابلیت هضم چربی خام [۴] مخلوط (۵۰ : ۵۰ روغن سویا و پیه‌گاوی).

[1] Apparent metabolizable Energy. [2] Digestibility of dry matter. [3] Digestibility of crude fat. [4] Mix (50:50 soybean oil and tallow).

مطابق نتایج ما، ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) هیچ اثر متقابل معنی-داری بین منبع چربی (روغن‌سویا، پیه و چربی طیور) و لیزوفسفاتیدیل کولین بر قابلیت هضم مواد مغذی جیره در جوجه‌های گوشتی مشاهده نکردند (۳۸). برخلاف نتایج این مطالعه پلیکارپو و همکاران (۲۰۱۶) اثرات متقابل معنی‌داری در استفاده مکمل لیزوفسفولیپید و منبع چربی بر انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم چربی خام جیره حاوی روغن سویا و پیه گزارش کردند. افزایش قابلیت هضم چربی جیره به هنگام استفاده از روغن سویای افزودنی بهبود انرژی قابل-متابولیسم جیره نیز نشان داده شده است (۲۲). پلیکارپو و همکاران (۲۰۱۶) مطابق با این نتایج، بیشترین ADL[۱] با جیره حاوی روغن سویا در جوجه‌های گوشتی در سن ۶ تا ۱۴ روزگی مشاهده کردند که در نتیجه ADNGE[۲] را بهبود بخشید و به روشنی برتری روغن سویا را نسبت به پیه نشان می‌دهد. قابلیت هضم بالاتر روغن سویا در مقایسه با پیه نیز توسط بسیاری از نویسندگان مشاهده شده است (۳). عوامل زیادی در هضم چربی و روغن مؤثر هستند. قبلاً نشان داده

1- Digestibility of lipid
2- Apparent digestibility of nitrogen-corrected gross energy

شده است کـه درجـه اشـباعی (۱۶)، میـزان اسـیدهای چـرب آزاد و موقعیت اسید چرب موجود بر روی مولکـول تـری‌گلیسـرید (۲۴) بـر استفاده از لیپیدهای رژیم غذایی توسط پرندگان تأثیر می‌گذارد.

جدول ۵- اثر متقابل منبع و سطح جایگزینی چربی بر انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)، قابلیت هضم ماده خشک (درصد) و چربی خام (درصد) جیره ذرت- کنجاله سویا در جوجه‌های گوشتی (۲۱-۱۷ روزگی)

Table 5- Interaction of source and fat replacement level on metabolizable energy (kcal / kg), digestibility of dry matter (%) and crude fat (%) of corn-soybean meal in broiler chickens (17-21 days)

منبع چربی × Effect of fat source ×	سطح چربی Fat level	انرژی قابل متابولیسم ضاهری AME [1]	ماده خشک[۲] DM [2]	عصاره اتری[۳] EE [3]
روغن سویا Soybean oil	0	2909[f]	71.3	74.2
روغن سویا Soybean oil	3	3101[ced]	72.1	81.2
روغن سویا Soybean oil	6	3263[b]	73.1	81.4
روغن سویا Soybean oil	9	3383[a]	74.2	85.6
پیه‌گاوی Tallow	0	2865[f]	70.4	76.6
پیه‌گاوی Tallow	3	3036[e]	70.2	77.7
پیه‌گاوی Tallow	6	3169[bcd]	70.8	73.6
پیه‌گاوی Tallow	9	3179[bc]	71.1	79.1
مخلوط Mixture	0	2889[f]	70.7	76.8
مخلوط Mixture	3	3049[ed]	71.6	86.6
مخلوط Mixture	6	3208[bc]	71.9	85.6
مخلوط Mixture	9	3207[bc]	71.9	85.7
SEM		28.69	0.70	2.82
		احتمالات[۵] p- value[5]		
مکمل × منبع چربی fat source×Supplement effect		0.91	0.36	0.78
مکمل × سطح چربی fat level×Supplement effect		0.98	0.46	0.37
منبع چربی× سطح چربی fat level× Effect of fat source		0.017	0.13	0.36
مکمل × منبع چربی× سطح چربی fat level× fat source ×Supplement effect		0.99	0.97	0.82

[۱] انرژی قابل متابولیسم [۲] قابلیت هضم ماده خشک [۳] قابلیت هضم چربی خام [۴] مخلوط (۵۰ : ۵۰ روغن سویا و پیه‌گاوی).

[1] Apparent metabolizable Energy. [2] Digestibility of dry matter. [3] Digestibility of crude fat. [4] Mix (50:50 soybean oil and tallow).

[۱]داده‌های مربوط به اثرات متقابل که معنی‌دار نبودند، گزارش نشده است.

[1]Interactions were not significant, there for data have not been reported.

همچنین، عوامل فیزیولوژیکی و متابولیکی ممکن است در هضم لیپیدها تأثیر بگذارند، که به عمل سورفکتانت نمک صفراوی در فرآیند

امولسیون وابسته است. با این حال، در مراحل اولیه زندگی، پرندگان به مقدار کافی نمک صفراوی ندارند، که بیانگر یک نکته بحرانی است که می‌تواند در هضم بهینه چربی‌ها اثر داشته باشد. قابلیت هضم چربی‌ها در پرندگان جوان بسیار محدود است، زیرا لیپازهایی که ترشح می‌کنند، کافی نیست. اگرچه برخی از داده‌های منتشر شده نشان می‌دهند که ترشح روزانه لیپاز دوازدهه با افزایش سن ۲۰ برابر می‌شود (۲۰)، ترشح لیپاز هنگام محاسبه در هر گرم خوراک مصرفی کمتر است. این نشان می‌دهد که ترشح لیپاز پرندگان جوان‌تر ممکن است آنقدر که انتظار می‌رود، هنگام مصرف خوراک آنها، کافی نباشد (۱۸). نمک‌های صفراوی نیز در هضم لیپیدها نقش اساسی دارند. با این حال، ترشح آنها به عنوان محدودیت اصلی استفاده لیپیدها در هفته‌های اول پس از هچ در نظر گرفته می‌شود (۱۰ و ۱۵). روغن سویا در درجه اول از UFA تشکیل شده است (جدول ۲) که هضم آن نسبت به SFA به ویژه در پرندگان جوان آسان‌تر است. پرندگان جوان‌تر از ۲ هفته مقادیر محدودی از ترشح اسیدهای صفراوی را دارند (۱۴)، که ممکن است هضم چربی، به ویژه با منابع چربی اشباع را مختل کند. از این رو، عدم تولید کافی نمک های صفراوی در جوجه‌های جوان ممکن است هضم چربی‌خام پایین‌تری در پرندگان تغذیه شده پودر چربی پالم نسبت به آنهایی که روغن سویا تغذیه کردند، ایجاد کند.

برآورد مقادیر انرژی قابل متابولسیم روغن سویا، پیه‌گاوی و مخلوط (۵۰ : ۵۰ روغن سویا و پیه‌گاوی) آنها با و بدون استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید از طریق معادلات رگرسیون در جدول ۶ نشان داده شده است. در این بخش پس از اندازه‌گیری انرژی خام جیره‌های حاوی منابع مختلف چربی در سطوح مختلف جایگزینی و انرژی خام مدفوع مربوط به هر تکرار، انرژی قابل متابولیسم جیره‌های آزمایشی تعیین و سپس انرژی قابل متابولیسم منابع چربی با استفاده از معادله رگرسیونی بر اساس توصیه (وایزمن ۱۹۹۹) برآورد شد (۳۴). مقادیر انرژی قابل متابولیسم از طریق معادلات برای روغن سویا، پیه‌گاوی و مخلوط آنها بدون مکمل به ترتیب ۸۳۶۷، ۶۱۳۵ و۶۵۴۷ و با مکمل امولسیفایری ۸۵۲۴، ۶۱۷۸ و ۶۷۵۸ (کیلوکالری در کیلوگرم) برآورد شد. بنابراین، ارزش افزوده برآورد شده (ماتریکس) مکمل لیزوفسفولیپید برای انرژی قابل متابولیسم هر کیلوگرم روغن سویا، پیه‌گاوی و مخلوط آنها به ترتیب ۱۵۷، ۴۳ و ۲۱۱ (کیلوکالری-درکیلوگرم چربی) از طریق معادلات تخمینی بدست آمد.

جدول ٦- مقادیر انرژی قابل متابولیسم منابع مختلف چربی با و بدون افزودن مکمل لیزوفسفولیپید برآورد شده از طریق معادلات رگرسیونی (کیلوکالری در کیلوگرم)

Table 6- Amuonts of metabolizable energy of different fat sources with and without additive supplementation of lysophospholipid estimated by regression equations (Kcal / Kg)

مکمل Supplement	منبع چربی Effect of fat source	معادله رگرسیون Regression equation	R^2	ME
	روغن سویا Soybean oil	4.9x + 2901.y = 5465	98.0	3.8367
بدون امولسیفایر	پیه‌گاوی Tallow	2.7x + 2913.y = 3221	85.0	9.6134
Without emulsifier	مخلوط Mixture	4x + 2911.9.y = 3635	89.0	3.6547
	روغن سویا Soybean oil	y = 5609.5x +2914.3	0.98	8.8523
با امولسیفایر	پیه‌گاوی Tallow	y = 3257.7x + 2919.9	0.88	6.6177
With emulsifier	مخلوط Mixture	y = 3837.6x + 2920.2	0.90	6758.5

ضریب تبیین R^2
R-squared

سیبالد و کرامبر (۱۹۷۷) با تغذیه اجباری خروس‌ها، انرژی قابل متابولیسم حقیقی تصحیح شده برای نیتروژن روغن سویا را اندازه‌گیری کرده و آن را ۹/۵۱ کیلوکالری در گرم گزارش کرده بودند. تفاوت‌ها در مقدار انرژی روغن سویا ممکن است مربوط به عمل‌آوری این محصول در کارخانجات، شرایط آزمایش، سن، نوع جیره و سلامتی پرندگان مورد آزمایش باشد. مقدار انرژی قابل متابولیسم پیه-

گاوی نسبت به روغن سویا کمتر بود که مربوط به اسیدهای چرب اشباع (اسید استئاریک و پالمیتیک) موجود در آن می‌باشد. نوع اسیدهای چرب موجود در جیره نیز می‌تواند بر انرژی قابل متابولیسم چربی افزودنی تأثیر بگذارد. اسیدهای چرب اشباع باعث کاهش قابلیت هضم چربی و در پی آن کاهش انرژی قابل متابولیسم آن در پرندگان می‌شوند (۲۸).

نتیجه‌گیری کلی

از مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که مکمل لیزوفسفولیپید سبب افزایش انرژی قابل متابولیسم چربی‌های افزودنی شد، اما بر انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده خشک و چربی‌خام جیره تأثیر چندانی نداشت. به علاوه، میانگین ارزش افزوده اندازه‌گیری شده (ماتریکس) مکمل لیزوفسفولیپید در مقدار توصیه شده ۲۵۰ گرم در یک تن خوراک که حاوی سه درصد چربی افزودنی باشد (سطح معمول تجاری۳۰ کیلوگرم چربی در تن)، حدود ۱۷۸۹۲ کیلوکالری انرژی‌قابل متابولیسم برای جوجه‌های گوشتی در دوره رشد است. همچنین ارزش افزوده برآورد شده این مکمل با معادلات رگرسیونی به تفکیک برای روغن سویا، پیه‌گاوی و مخلوط آنها در یک تن خوراک حاوی سه درصد چربی به ترتیب برابر با ۴۷۱۰، ۱۲۹۰ و ۶۳۳۰ کیلوکالری در کیلوگرم جیره خواهد بود.

منابع

1- Alzawqari, M., H. Kermanshahi, and H. N. Moghaddam. 2010. The effect of glycine and desiccated bile supplementation on performance, fat digestibility, blood chemistry and ileal digesta viscosity of broiler chickens. Global Veterinaria, 96:593-601.

2- Boontiam, W., B. Jung, and Y. Y. Kim. 2016. Effects of lysophospholipid supplementation to lower nutrient diets on growth performance, intestinal morphology, and blood metabolites in broiler chickens. Poultry Science, 96(3):593-601.

3- Dänicke, S., H. Jeroch, W. Böttcher, and O. Simon. 2000. Interactions between dietary fat type and enzyme supplementation in broiler diets with high pentosane contents: effects on precaecal and total tract digestibility of fatty acids, metabolizability of gross energy, digesta viscosity and weights of small intestine. Animal Feed Science and Technology, 84:279-294.

4- Dänicke, S., O. Simon, H. Jeroch, K. Keller, K. Gläser, H. Kluge, and M. R. Bedford. 1999. Effects of dietary fat type, pentosan level and xylanase supplementation on digestibility of nutrients and metabolizability of energy in male broilers. Archives of Animal Nutrition, 52:245-261.

5- Dierick, N. A., and J. A. Decuypere. 2004. Influence of lipase and/or emulsifier addition on the ileal and faecal nutrient digestibility in growing pigs fed diets containing 4% animal fat. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84:1443-1450.

6- Freeman, C. P. 1976. Digestion and absorption of fat. In: Boorman, K. N., Freeman, B. M. (Eds.), Digestion in the Fowl. British Poultry Science Association Edinburgh, Scotland, pp:117-142.

7- Friedman, H. I, and B. Nylund. 1980. Intestinal fat digestion, absorption, and transport. A review. The American Journal of Clinical Nutrition, 33:1108-1139.

8- Guerreiro Neto, A. C., A. C. Pezzato, J. R. Sartori, C. Mori, V. C. Cruz, V. B. Fascina, D. F. Pinheiro, L. A. Madeira, and J. C. Goncalvez. 2011. Emulsifier in broiler diets containing different fat sources. Brazilian Journal of Poultry Science, 13:119-125.

9- Jansen, M., F. Nuyens, J. Buyse, S. Leleu, and L. Van Campenhout. 2015. Interaction between fat type and lysolecithin supplementation in broiler feeds. Poultry Science, 94:2506-2515.

10- Jin, S. H., A. Corless, and J. L. Sell. 1998. Digestive system development in post-hatch poultry. World's Poultry Science Journal. 54:335-345

11- Jones, D. B., J. D. Hancock, D. L. Harmom, C. E. Walker. 1992. Effects of exogenous emulsifiers and fat sources on nutrient digestibility, serum lipids, and added fats in young chicks. Poultry Science, 68:1506-1512.

12- Joshi, A., S. G. Paratkar, and B. N. Thorat. 2006. Modification of lecithin by physical, 387 chemical and enzymatic methods. European Journal of Lipid Science and Technology, 108:363-373.

13- Ketels, E., and G. de Groote. 1989. Effect of ratio of unsaturated to saturated fatty acids of the dietary lipid

fraction on utilization and metabolizable energy of fatty acid. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40:111-115.

14- Krogdahl, A. 1985. Digestion and absorption of lipids in poultry. Journal of Nutrition, 115:675-685.

15- Leeson, S., and J. D. Summers. 2001. Nutrition of the Chicken, 4th ed. (Leeson and summers, Published by university book, Guelph, Ontario, Canada (N1H6N8).

16- Leeson, S., J. D. Summers. Fat values. 1976. The effect of fatty acid saturation. Feedstuffs, 8:26-28.

17- Mine, Y., H. Kobayashi, K. Chiba, and M. Tada. 1992. 31P NMR study on the interfacial absorptivity of ovalbumin promoted by lysophosphatidylcholine and free fatty acids. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40:1111-1115.

18- Meng, X., B. A. Slominski, and W. Guenter. 2004. The effect of fat type, carbohydrase, and lipase addition on growth performance and nutrient utilization of young broilers fed wheat-based diets. Poultry Science, 83:1718-1727.

19- Murray, R. K., D. K. Grammar, P. A. Mayes, and V. W. Rodwell. 1988. Harpers Biochemistry, 21st edition, A Lange Medical Book. California. Pp:241-252.

20- Noy, Y., and D. Sklan. 1995. Digestion and absorption in young chicks. Poultry Science, 74:366-373.

21- Polin, D., T. L. Wing, and K. E. Rell. 1980. The effect of bile acids and lipase on absorption of tallow in young chicks. Poultry Science, 59:2732-2743.

22- Polycarpo, G. V., M. F. C. Burbarelli, A. C. P. Carão, C. E. B. Merseguel, J. C. Dadalt, S. R. L. Maganha, R. L. M. Sousa, V. C. Cruz-Polycarpo, and R. Albuquerque. 2016. Effects of lipid sources, lysophospholipids and organic acids in maize-based broiler diets on nutrient balance, liver concentration of fat-soluble vitamins, jejunal microbiota and performance. British Poultry Science, 59 (6):788-98.

23- Raju, M. V. L. N., S. V. R. Rao, P. P. Chakrabarti, B. V. S. K. Rao, A. K. Panda, B. L. A. P. Devi, V. Sujatha, J. R. C. Reddy, G. Shyam Sunder, and R. B. N. Prasad. 2011. Rice bran lysolecithin as a source of energy in broiler chicken diet. British Poultry Science, 52:769-774.

24- Renner, R., and F. W. Hill. 1961. Factors affecting the absorbability of saturated fatty acids in the chick. Journal of Nutrition, 74:254-258.

25- Rochell, S., J. Bjk, and W. A. Dozier. 2011. Energy determination of corn co-products fed to broiler chicks from 15 to 24 days of age, and use of composition analysis to predict nitrogen-corrected apparent metabolizable energy. Poultry Science, 90:1999-2007.

26- Schwarzer, K., and C. A. Adams. 1996. The influence of specific phospholipids as absorption enhancer in animal nutrition. Lipid/Fett, 98:304-308.

27- Sibbald, I. R. 1977. The TME system. II. Feedstuffs values and conversion data. Feedstuffs, Poultry Science, 56 (6):2079-2086

28- Sibbald, I. R., and J. K. G. Kramer. 1977. The TME values of fats and fat mixtures. Poultry Science, 56:2079-2086.

29- Sibbald, I. R., and S. J. Slinger. 1963. A biological assay of ME in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. Poultry Science, 42:313-325

30- Smits, C. H. M., P. J. Moughan, A. C. Beynen. 2000. The inhibitory effect of a highly viscous carboxymethylcellulose on dietary fat digestibility in the growing chicken is dependent on the type of fat. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 83:231-238.

31- Soares, M., C. J. Lopez-Bote. 2002. Effects of dietary lecithin and fat unsaturation on nutrient utilization Symposium. Pp:8-15.

32- Upadhaya, S. D., J. S. Lee, K. J. Jung, and I. H. Kim. 2017. Influence of emulsifier blends having different hydrophilic-lipophilic balance value on growth performance, nutrient digestibility, serum lipid profiles, and meat quality of broilers. Poultry Science, 97:255-261.

33- Wiseman, J. 1984. Assessment of the digestible and metabolizable energy of fats for non-ruminants. In: Wiseman, J. (Ed.), Fats in Animal Nutrition.book.

34- Wiseman, J. 1999. Optimizing the role of fats in diet formulation. Poultry Science, Symposium. Pp. 8-15.

35- Wongsuthavas, S., S. Terapuntuwat, W. Wongsrikeaw, S. Katawatin, C. Yuangklang, and A. C. Beynen. 2008.

Influence of amount and type of dietary fat on deposition, adipocyte count and iodine number of abdominal fat in broiler chickens. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 92:92-98.

36- Xing, J. J., E. Van Heugten, D. F. Li, K. J. Touchette, J. A. Coalson, R. L. Odgaard, and J. Odle. 2004 Effects of emulsification, fat encapsulation, and pelleting on weanling pig performance and nutrient digestibility. Journal Animal Science, 82:2601-2609.

37- Zampiga, M., A. Meluzzi, and F. Sirri. 2016. Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on productive performance, nutrient digestibility and carcass quality traits of broiler chickens, Italian Journal of Animal Science, 15:521-528.

38- Zhang, B., L. Haitao, D. Zhao, Y. Guo, and A. Barri. 2011. Effect of fat type and lysophosphatidylcholine addition to broiler diets on performance, apparent digestibility of fatty acids, and apparent metabolizable energy content. Animal Feed Science and Technology, 163:177-184.

39- Zhao, P. Y., H. L. Li, M. M. Hossain, and I. H. Kim. 2015. Effect of emulsifier (lysophospholipids) on growth performance, nutrient digestibility and blood profile in weanling pigs. Animal Feed Science Technology, 207:190-195.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 513-528

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۵۲۸-۵۱۳

Added value (matrix) of Lysophospholipids Supplementation on Metabolizable Energy of Different Fat Sources and Digestible Nutrients of Corn-Soybean Meal Diet in Broiler Chickens

Ali Akbar Salari[1], Abolghasem Golian[*2] and Ahmad Hassanabadi[2]
Submitted: 30-06-2019
Accepted: 15-12-2019

Introduction The digestion and absorption of dietary fats involve processing of insoluble triglycerides in water, which is done by bile activity to emulsify the fats and then to hydrolyze them by lipase. Lipid digestion is not optimal, especially in young birds and it is improved with increasing age; this is due to the low capacity of the digestive system in the secretion of lipase and bile acids, so that the lipase function in one-day-old chickens is one percent of its activity in 21 days of age. Emulsifiers can distribute fat droplets in the emulsion, which is required for the digestion and absorption of fats. Lysophospholipids increase the ability of the emulsion of the fat in the diet and facilitate the development of the chylomicron and, as a result, it increases the digestive capacity and absorption of lipids, such as essential fatty acids and lipid soluble vitamins in the small intestine. The purpose of this study was to estimate the added value of lysophospholipid supplement in corn-soybean diets and its added effect on metabolizable energy (ME) of different types of fat during the growth period of broiler chicks.

Materials and methods Three hundred and fifty day-old male Ross 308 broiler chicks were obtained from a commercial hatchery unit. First, the whole chicks were kept in the pan for up to 14 days of age and fed with standard starter (1-10 days) and grower (11-14 days) diets. At 15 d of age, 288 chicks were divided into 144 two-part groups, then they were transferred randomly to metabolic cages and fed with experimental diets. The trial was conducted in a completely randomized design with factorial arrangement of two lysophospholipid (0 and 250 g/ton) levels, three fat sources (soybean oil, tallow and their mix) and four levels of fat (0, 3, 6 and 9 % replaced in diet) with 6 replicates of 2 male birds each. Twelve experimental diets were prepared by replacing and mixing four levels of soy oil, tallow and/or their mixture (50:50) in the basal diet. Then, each diet was divided into two equal parts; one part was mixed with 0.25 g/kg of supplemental lysophospholipid and the other one was kept intact to make 24 diets.

Results and Discussion According to the different ratio of saturated fatty acids to unsaturated fatty acids (SFA: UFA) between tallow (33:60) and soybean oil (16:84), it is known that saturated fatty acids are less digestible in animal fats compared with fatty acids of vegetable oils. Addition of supplemental lysophospholipid did not have any significant effects on dietary ME, digestibility of dry matter (DM) and crude fat (CF). The interaction effect of the replacement level and the sources of fat was significant for the ME of diet, in which the basal diet with 9 percent soybean oil replacement had the highest ME compared to the other levels and the other fat sources. Two and three way interactions were not significant for ME and digestibility of dietary DM and CF. No significant effect of lysophospholipids on the digestibility of dietary nutrients using 1 and 1.5 g/kg of diet. The effects of lysophospholipids on the digestibility of nutrients depend on factors such as the difference in the base diet, especially in ingredient, the composition and ratio of fat in the diet and the emulsifier (lysophospholipid), which can lead to different responses. Soybean oil had the most ME among the sources of fat. The ME of soybean oil, tallow and their mixture was determined using replacement method to be 8367, 6134 and 6547 kcal/kg, respectively. Studies have shown that the degree of saturation, the amount of free fatty acids, and the position of fatty acids on the glycerol basis affect utilization of fat by the bird. Possibly, the effect of lipophospholipids on the digestibility of crude fat from diets containing tallow can complete the function of bile salts. In normal conditions, there is little effect on high amounts of saturated fatty acids. The lysophospholipid supplementation improved the ME of various sources of fat about 596.4 kcal/kg. The estimated added value (matrix) of lysophospholipid supplement for ME in each kilogram of soybean oil, tallow and their mixture, were 157, 43 and 211 kcal/kg, respectively.

1-Ph.D. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2- Professors of Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
(*-Corresponding author Email: golian-a@um.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.81617

Conclusion The results of this study showed that the lysophospholipid supplementation increased the ME of supplemental fats but had no significant effect on the ME, digestibility of DM and CF in diet.

Key words: Added value, fat levels, Fat sources, Performance, Tallow and Soybean oil.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 529-548

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۵۴۸-۵۲۹

تحلیل پیشران‌های کلیدی توسعه صنعت طیور با استفاده از رویکرد آینده‌نگاری

مژگان عبداللهی کلورزی[۱]- سعید باقرسلیمی[۲*]- علیرضا صیداوی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۱۴

چکیده

هدف این پژوهش تحلیل پیشران‌های کلیدی توسعه صنعت طیور بااستفاده از رویکردآینده‌نگاری بود که استان‌های گیلان، مازندران و گلستان بعنوان نمونه موردمطالعه قرارگرفتند. پژوهش حاضر کاربردی، از نوع توصیفی-پیمایشی بود. جامعه آماری خبرگان مرتبط با صنعت طیور در کشور بودند. جهت جمع‌آوری داده‌ها از منابع کتابخانه‌ای، پرسشنامه و مصاحبه استفاده گردید. برای انتخاب خبرگان نیز روش تکنیک گلوله‌برفی بکار رفت. برای انجام مصاحبه‌ها ۵ نفر از خبرگان انتخاب و پرسشنامه‌ها نیز بین ۳۲ نفر از خبرگان توزیع شدند. در بخش آینده‌نگاری نیز ماتریس‌های مرتبط بین ۵ تن از خبرگان توزیع شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نیز بااستفاده از نرم‌افزارهای SPSS، MicMac و ScenarioWizard انجام گردید. در این پژوهش برای آینده‌نگاری توسعه صنعت طیور۳ پیشران کلیدی شناسایی گردید که شامل سیاست‌های کلان اقتصادی و بازرگانی متناسب با توسعه و شکل‌گیری بازار مبتنی بر نوآوری، نظام آموزشی مبتنی بر پرورش فرهنگ نوآوری و وام‌ها و منابع مالی می‌شدند. همچنین تحلیل‌های آینده‌نگاری دو سناریو برای آینده صنعت طیور پیش‌بینی نمود که شامل حوزه‌های اقتصادی و آموزشی بوده که باتوجه به میزان امتیاز و پایداری سناریوهای به دست آمده می‌توان خوش‌بین بود که وضعیت صنعت طیور بسمت سناریوی اول یعنی سیاست‌های مناسب با توسعه بازار، نظام آموزشی متناسب با پرورش فرهنگ نوآوری و افزایش ارائه وام‌ها و منابع مالی حرکت نماید. لذا لازم است تا سیاست‌گذاران سیاست‌هایی همچون معافیت‌های مالیاتی و وام‌های حمایت‌کننده، توسعه روابط دیپلماتیک برای تسهیل ورود به بازارهای جهانی و سرمایه‌گذاری خارجی، توسعه دانشکده‌های تخصصی و گسترش ارتباط دانشگاه-صنعت را برای تقویت دو حوزه اقتصادی و آموزشی در صنعت طیور درپیش گیرند.

واژه‌های کلیدی: آینده‌نگاری، پیشران‌های کلیدی، صنعت طیور

مقدمه

پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۳۰ جمعیت جهان نسبت به سال ۱۹۷۵ بیش از دو برابر شود (۵). بالطبع این رشد جمعیت می‌تواند امنیت غذایی افراد را دچار چالش کند (۳۴). در این بین صنعت طیور به دلیل ارائه پروتئین با کیفیت مناسب به مصرف‌کنندگان و نیز امکان بازگشت سریع سرمایه برای تولیدکنندگان می‌تواند فرصتی مناسب برای رفع چالش امنیت غذایی در آینده به حساب آید. با افزایش جمعیت جهان و کمبود مواد خوراکی نیاز به افزایش سرعت رشد در طیور پرورشی آشکار می‌گردد (۱).

مطابق آمار موجود میزان تولید گوشت مرغ جهان در سال ۲۰۱۷ برابر با ۱۲۰/۵ میلیون تن بوده که نسبت به سال ۲۰۱۶، معادل ۱/۱ درصد افزایش داشته است (۱۶). فائو پیش‌بینی می‌کند که تولید گوشت جهانی در سال ۲۰۲۵ نسبت به دوره پایه ۲۰۱۳-۲۰۱۵، میزان ۱۶ درصد بیشتر شود. در ایران نیز مصرف سرانه گوشت به سمت گوشت مرغ سوق پیدا کرده به طوری که طبق آمارهای جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۷ سرانه مصرف گوشت مرغ در کشور ۲۷ کیلوگرم و سرانه مصرف گوشت قرمز ۱۲ کیلوگرم بود (۱۷). علیرغم تمایل جامعه جهانی به مصرف گوشت مرغ میزان رشد جمعیت با میزان رشد در صنعت طیور تطابق نداشته و نگرانی‌هایی درباره امنیت غذایی وجود دارد (۷).

علاوه بر چالش تأمین امنیت غذایی صنعت طیور با چالش

۱- دانشجوی سابق دکتری، گروه مدیریت دولتی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
۲- استادیار، گروه مدیریت دولتی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
۳- استاد، گروه علوم دامی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
(*- ایمیل نویسنده مسئول: baghersalimi@iaurasht.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.84149

آلودگی‌های زیست محیطی نیز روبه‌رو است. پیش‌بینی می‌شود روند تولید گازهای گلخانه‌ای ناشی از صنعت طیور در سال ۲۰۳۰ به ۳۱/۲ میلیون تن و در سال ۲۰۵۰ به ۳۷/۱ میلیون تن برسد (۱۱، ۲۸، ۴۶). توافق عمومی وجود دارد که چالش‌های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی موجود بر سر راه سیستم‌های تولید و مصرف موادغذایی نیازمند راه‌حل‌های جدید و پیشرفته است (۲۲) و باید برای مقابله با چالش‌های صنایع غذایی تحولات و اقدامات لازم صورت گیرد (۴، ۴۸).

تحقیقات نشان می‌دهد که فرصت‌های بهبود صنعت طیور در بخش تجاری وجود دارد اما برای دستیابی به موفقیت تجاری نیاز به یک برنامه آینده‌نگارانه می‌باشد (۳۵). کمیسیون اروپا، آینده‌نگاری را به عنوان چشم‌اندازی منظم و مشارکتی، همراه با جمع‌آوری اطلاعات و بینش بلندمدت با هدف تصمیم‌گیری‌های به روز و بسیج اقدامات مشترک، تعریف می کند (۸).

واقعیت این است که برنامه‌ریزی برای آینده صنایع براساس شرایط فعلی، راهکار مناسبی نیست و برای موفقیت در آینده ضرورت دارد با اتکاء به برنامه‌های آینده‌نگاری، پیشران‌های کلیدی توسعه در صنایع شناسایی شده و براساس آن‌ها برنامه‌ریزی‌های بلندمدت انجام شود.

صنایع طیور کشور با داشتن یکی از پر حجم‌ترین بخش‌های نیروی انسانی از مهمترین منابع اقتصادی کشور است. رشد و بالندگی این صنعت با توجه به شرایط حساس فعلی کشور در منطقه و در سطح جهانی بسیار با اهمیت است. صنعت طیور کشور از مزیت‌های نسبی مطلوبی برخوردار است که با برنامه‌ریزی نظام‌مند و ایجاد بسترهای مناسب، می‌تواند بازارهای منطقه را در دست بگیرد.

درعین‌حال، صنعت طیور با مشکلات عدیده‌ای نیز روبه‌رو است؛ از یک طرف ضریب تبدیل بالا و بهره‌وری پایین که نشان دهنده عملکرد پایین مراکز تولید است و هزینه تولید را پیوسته بالا برده و از طرفی دیگر نوسانات بازار و عدم نظارت بر زنجیره تولید باعث شده است که صنعت پرورش طیور آن‌طور که باید نتواند مسیر رشد و توسعه را بپیماید. همچنین صنعت طیور با چالش‌های دیگری ازجمله بالا بودن سن کشتار؛ نوسان قیمت متأثر از نبود تقویم تولید متناسب با نیاز مصرف و تقاضا؛ فناوری پایین نگهداری و تولید؛ نبود تشکیلات منسجم در زنجیره و برنامه‌ریزی در کنار عدم وجود اطلاعات و آمار دقیق و متمرکز از وضعیت واحدهای تولیدی؛ حمایت ضعیف دولت از صنعت طیور؛ نظارت ضعیف دولت بر زنجیره تولید به‌خصوص مقطع جوجه‌کشی و کشتارگاه‌ها؛ نوسان‌های قیمت نهاده‌ها و تأثیر نوسانات ارز بر آن و کیفیت پایین آن؛ وابستگی در تولید مرغ مادر و اجداد یک‌روزه روبه‌رو است (۲۹). از این رو نیاز به برنامه‌ریزی‌های بلندمدت و آینده‌نگرانه در این صنعت به یک ضرورت غیرقابل انکار تبدیل شده است. در نتیجه پژوهش حاضر بر آن است تا ضمن شناسایی عوامل و پیشران‌های کلیدی تأثیرگذار بر آینده صنعت طیور و نیز تحلیل اثرات این عوامل بر یکدیگر، حوزه‌های مهم این صنعت را برای برنامه‌ریزی‌های بلندمدت شناسایی نماید.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در چند دهه گذشته، علاقه به آینده‌نگاری در صنایع همواره با این انتظار که برنامه‌ریزی برای فرآیندها و واحدهای سازمانی باعث افزایش توانایی یک شرکت برای دستیابی به عملکرد برتر شود، افزایش یافته است (۴۹). مطالعات اولیه گاستون برگر[1] در دهه ۱۹۵۰ بر لزوم ایجاد دیدگاه‌های آینده‌نگر تأکید می‌کند. این آینده‌نگری‌ها می‌توانند اهداف نهایی را که سازمان برای آن تلاش می‌کند و همچنین نحوه انتخاب وسایل دسترسی به آن اهداف را تسهیل کند (۹). هامل و پراهالاد[2] (۱۹۹۴) استدلال می‌کنند که برتری فقط برای شرکت‌ها و صنایعی است که می‌توانند با هدف "رقابت برای آینده[3]" بر بحران‌ها غلبه کنند (۴۲).

آینده نگاری به عنوان یک فرآیند مهم منجر به تصاحب منابع استراتژیک جدید شده و در نتیجه منجر به موقعیت رقابتی برتر می‌شود (۴۰) و ارزش ایجاد شده از بازیگرانی که زودتر از سایر رقبا اقدام می‌کنند، بسیار مهم‌تر می باشد (۴۱).

محققان آینده‌نگاری را مجموعه‌ای از شیوه‌ها می دانند که استراتژیست‌ها را قادر می‌سازد تا یک مسیر برتر برای اقدام را شناسایی کرده و پیامدهای آن را پیش‌بینی کنند (۱۳، ۳۶). از این رو صنایع باید از آینده‌نگاری استفاده کنند تا عواملی را که باعث تغییر در محیط می‌شوند را پیش‌بینی کنند و درنهایت یک مسیر عملی را که منجر به یک موقعیت برتر در بازار و متعاقباً عملکرد برتر شرکت شود، را انتخاب کنند (۴۲).

1 - Gaston Berger
2 - Hamel and Prahalad
3 - competing for the future

اهمیت آینده‌نگاری در حوزه استراتژیک تاحدی است که پیتر اسلاتر، بنیان‌گذار مرکز آینده‌پژوهی استرالیا و دبیرکل شبکه جهانی کسب‌وکار، همواره ترکیب آینده‌نگاری استراتژیک را به کار می‌برد (۴۴). هدف فعالیت‌های آینده‌نگاری، تشویق تصمیمات بهتر برای تسهیل تفکر روبه جلو و افزایش آمادگی برای تغییر است. رواج اندیشه دورنگر در میان جوامع را می‌توان از مهم‌ترین دستاوردهای آینده‌پژوهان دانست. آینده‌پژوهان می‌خواهند با استفاده از این اندیشه، افزون بر تأمین رفاه نسل کنونی، در بهروزی نسل‌های آینده نیز مؤثر باشند (۳۹).

در کشور ما نیز تفکر برنامه‌ریزی از دیدگاه سنتی به برنامه‌ریزی استراتژیک و در نهایت، به تفکر استراتژیک ارتقاء پیدا کرده است. در این میان اما هنوز بسیاری از صنایع ازجمله صنعت طیور از نتایج این رویکرد بی‌بهره مانده‌اند. چرخه تولید گوشت مرغ در کشور با توجه به سرمایه‌گذاری‌های انجام شده سرمایه در گردش سالیانه، جایگاه ویژه‌ای در اقتصاد ملی داشته و حدود ۲ درصد تولید ناخالص ملی را به خود اختصاص داده‌است و تأمین همین مقدار اندک در اقتصاد کشور بسیار مهم و قابل توجه بوده به‌طوری که کوچک‌ترین تغییرات در قیمت مرغ تأثیر خود را در جامعه نشان می‌دهد (۱۴). لذا لزوم بررسی فرصت‌های توسعه و سرمایه‌گذاری در این بخش به‌طور فزاینده‌ای احساس می‌شود و این امر با اتکاء به تحقیقات آینده‌نگارانه تسهیل خواهد شد.

در سال‌های اخیر، مطالعات اندکی در حوزه آینده‌نگاری صنعت طیور انجام شده است. جز و همکاران (۱۸) پژوهشی را تحت عنوان "تولید مرغ در سال ۲۰۲۵: ارائه سناریوهای آینده" انجام دادند. در این پژوهش از روش تحلیل ریخت‌شناسی[1] برای انجام آینده‌نگاری استفاده شد. برای کمک به ذینفعان فرانسوی در طراحی استراتژی برای آینده، یک مؤسسه فنی (ITAVI) و یک مؤسسه تحقیقاتی (INRA) با همکاری یکدیگر براساس مصاحبه با ذینفعان و ۱۸ ماه بحث و گفتگو (طی دوره ۲۰۰۸-۲۰۰۹) با هیئت متخصصین طیور در فرانسه، چهار سناریوی محتمل برای آینده را ارائه کردند که عبارتند از: اجبار به جهانی‌سازی صنعت طیور، پاسخ به نیازهای قاره اروپا، تحقق توسعه پایدار و پیوستن به مقررات غذاهای جهانی. آن‌ها عدم قطعیت‌هایی مانند تغییر احتمالی در سیاست‌ها و مقررات اروپایی، نگرش مصرف‌کننده و استراتژی‌های ذینفعان را به عنوان شاخص‌هایی که ممکن است در آینده صنعت طیور در فرانسه تأثیرگذار باشند را در نظر گرفتند.

همچنین اوکتاویا و همکاران (۳۵) پژوهشی را با عنوان "معماری استراتژیک در صنعت طیور" انجام دادند. هدف از این پژوهش شناسایی عوامل محیط خارجی مؤثر در صنعت طیور و ارائه آینده محتمل در اندونزی بود. پاسخ دهندگان این پژوهش با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند تعیین شدند. در این پژوهش عوامل با استفاده از فرایند سلسله مراتبی تعیین شدند. این عوامل عبارت بودند از: جمعیت اندونزی، افزایش درآمد افراد، اولویت‌های مصرف‌کنندگان، سطح شهرنشینی، مقیاس تجارت، دردسترس بودن میزان مواداولیه برای خوراک دام، حمایت دولت و تحولات فناوری.

داوکینز (۱۰) نیز پژوهش خود باعنوان "تحقیق و ارزیابی مقیاس تجاری توسعه صنعت طیور" دریافت که عوامل ایجاد بانک داده‌های جدید همراه با سطح بالای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رشد تکنولوژی می‌تواند در آینده صنعت طیور سهم بسزایی داشته باشند. نواب و همکاران (۳۲) نیز در پژوهش خود باعنوان "استرس گرما در تولید مرغ: استراتژی‌های کاهشی برای غلبه بر چالش‌های آینده پیش روی صنعت طیور در جهان" اثرات اقلیمی را به‌عنوان یک عامل مهم در آینده صنعت طیور مورد بررسی قرار داده و عامل استرس گرما را به‌عنوان عاملی که می‌تواند بر طیور تأثیرگذار باشد، معرفی نمودند. در نهایت آن‌ها سه استراتژی در برخورد با این چالش ارائه نمودند که در قالب استراتژی‌های محیطی، استراتژی‌های تغذیه‌ای و استراتژی‌های ژنتیکی معرفی شدند. همچنین موت و تمپیو (۳۰) در پژوهش خود باعنوان "تولید جهانی مرغ: وضعیت فعلی، چشم‌انداز و چالش‌های آینده" وضعیت فعلی بخش طیور در جهان و روندهای آینده را بررسی کردند و چالش‌هایی که این بخش در آینده با آن‌ها روبه‌رو خواهد بود را تشریح نمودند. این چالش‌ها امنیت غذایی، کاهش فقر و برابری، بهداشت حیوانات و انسان‌ها، منابع طبیعی و تغییرات آب و هوایی بود.

بنابراین با توجه به مبانی نظری و پیشینه پژوهش می‌توان دریافت که صنعت طیور در آینده ناگزیر با چالش‌هایی همچون افزایش جمعیت، اثرات اقلیمی، رسیدن به توسعه پایدار، هزینه و مقیاس تولید روبه‌رو خواهد شد که تنها راه‌حل مقابله با آن‌ها ایجاد برنامه‌های بلندمدت و آینده‌نگارانه است. این چالش‌ها در کشوری همچون ایران نیز به مرور پدیدار گشته و صنعت طیور ایران با

1 - Morphological Analysis

چالش‌های فراوانی در عرصه‌های نوآوری و فناوری، تأمین نهاده‌ها، حمل‌ونقل، امورمالی، مدیریتی، بازاریابی و بهداشت روبه‌رو شده و آن‌چنان که لازم است نتوانسته مشکلات را از سر راه توسعه خود بردارد. با این حال روند توسعه صنایع طیور در جهان نشان می‌دهد که توسعه این صنعت به یک باره اتفاق نمی‌افتد و لازم است که نگاه آینده‌نگارانه به توسعه صنعت وجود داشته باشد. لذا باتوجه به مبانی نظری و پیشینه پژوهش این تحقیق درصدد است تا به سؤالات زیر پاسخ دهد:

کدام یک از فعالیت‌های بازیگران صنعت طیور با بیشترین عدم قطعیت روبرو است؟

حوزه‌های مهم در آینده پیش روی صنعت طیور شمال کشور کدامند؟

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از منظر ماهیت، پژوهشی کاربردی و از منظر روش از نوع توصیفی – پیمایشی بود؛ زیرا آن‌چه را که هست توصیف و تفسیر می‌کند و به شرایط و یا روابط موجود، عقاید متداول و فرآیندهای جاری توجه دارد. از منظر نوع داده نیز این پژوهش از نوع کمّی–کیفی بود. در این پژوهش سه استان گیلان، مازندران و گلستان به‌عنوان نمونه مورد بررسی قرار گرفتند. جامعه آماری این تحقیق عبارت بودند از: ۱– مدیران و کارآفرینان صنعتی استان‌های گیلان، مازندران و گلستان فعال در بخش صنعت طیور (۳۲ واحد تولیدی)؛ ۲– پژوهشگران و اساتید دانشگاهی استان‌های گیلان، مازندران و گلستان فعال در بخش صنعت طیور ؛ ۳– سیاستگذاران و مدیران استان‌های گیلان، مازندران و گلستان فعال در فرآیند سیاستگذاری و برنامه‌ریزی توسعه فناوری به‌ویژه در بخش صنعت طیور (سازمان جهاد کشاورزی، پشتیبانی امور دام، پارک علم و فناوری). خبرگان مورد نظر برای انتخاب شدن باید ویژگی‌های زیر را دارا می‌بودند: ۱– داشتن حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی ۲– داشتن حداقل سه سال سابقه‌کاری مرتبط با صنعت طیور. جهت جمع‌آوری داده‌ها علاوه بر استفاده از منابع کتابخانه‌ای از ابزار پرسشنامه محقق‌ساخته و مصاحبه استفاده شد. روش نمونه‌گیری به صورت غیراحتمالی[1] انجام و در آن از تکنیک نمونه‌گیری گلوله برفی[2] استفاده شد. در تکنیک گلوله برفی از فرد مصاحبه شونده تقاضا می‌شود تا نفر بعدی برای مصاحبه را به پژوهشگر معرفی نماید. این روش تا جایی ادامه یافت که مصاحبه شوندگان نفرات قبلی را برای مصاحبه معرفی کنند.

در این پژوهش به منظور شناسایی عوامل مؤثر در صنعت طیور با پنج تن از خبرگان مصاحبه شد. سپس برای اعتباریابی عوامل شناسایی شده این عوامل در قالب یک پرسشنامه محقق‌ساخته در اختیار ۳۲ تن از خبرگان قرار گرفت تا میزان اهمیت هریک از عوامل مورد بررسی قرار گیرد. لازم به توضیح است که طیف سنجش در پرسشنامه لیکرت[3] ۵ گزینه‌ای (۱= بسیار کم تا ۵= بسیار زیاد) بود. در این پژوهش به منظور برآورد و تأمین روایی ابزار پژوهش و پرسشنامه از روایی صوری – محتوایی استفاده شد. بدین‌صورت که پرسشنامه به همراه سوالات پژوهش در اختیار چندتن از صاحبنظران از جمله استاد راهنما قرار داده شد و از آنان خواسته شد تا به ارزیابی پرسشنامه پرداخته و نکته نظرات خود را درخصوص این که آیا ابزار حاضر برای سنجش متغیرهای پژوهش مناسب است یا خیر اعلام نظر نمایند. به‌منظور سنجش پایایی و بررسی همبستگی درونی پرسشنامه و استاندارد بودن سازه‌های تحقیق نیز از روش آلفای کرونباخ و ضریب پایایی ترکیبی[4] استفاده گردید. براساس منابع مختلف، برای پایا قلمدادکردن یک ابزار حداقل مقدار ۰/۷ برای ضریب آلفا و CR لازم است که پایایی ابزار اندازه‌گیری مورد تایید قرار گیرد (۴۳). با توجه به این که مقدار آلفای کرونباخ برای متغیرها ۰/۹۴۴ و مقدار CR برابر با ۰/۹۴۷ شد، لذا اعتبار آن مورد تایید قرار گرفت. این مرحله از تحلیل توسط رویکرد شبکه عصبی مصنوعی[5] پرسپترون چندلایه[6] با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

شبکه عصبی مصنوعی، یک ابزار محاسباتی الهام گرفته از مغز انسان[7] است. الهام از مغز انسان، شبکه‌های عصبی مصنوعی را به مجموعه‌ای از روش‌های ساده و در عین حال قدرتمند محاسباتی

1- Non-probability

2 - Snowball Sampling
3 - Likert
4 - Composite reliability (CR)
5 - Artificial Neural Network (ANN)
6 - Multilayer perceptron
۷– البته باید توجه داشت که شبکه عصبی به لحاظ پیچیدگی، با مغز انسان قابل مقایسه نیست. در حقیقت، شبکه عصبی مصنوعی یک الگوبرداری بسیار ساده از مغز انسان است.

تبدیل نموده است. ساختار شبکه عصبی معمولاً یک شبکه یا گراف چندلایه با ارتباط‌های ساده بین لایه‌هاست. در هر لایه یک یا چندین واحد محاسباتی به نام گره یا نرون مصنوعی وجود دارد که در حقیقت الگویی ساده از نرون‌های عصبی مغز انسان هستند. نقش نرون‌ها در شبکه عصبی، پردازش اطلاعات است و این امر در شبکه‌های عصبی مصنوعی به وسیله یک پردازشگر ریاضی که همان تابع فعال‌سازی[1] است، انجام می‌شود. تابع فعال‌سازی یا تابع عملیاتی، با توجه به مسئله‌ای که قرار است به وسیله شبکه عصبی حل شود، از سوی طراح انتخاب می‌شود. شبکه شبیه یک سیستم ورودی – خروجی عمل می‌کند و ارزش نرون‌های ورودی را برای محاسبه ارزش نرون‌های خروجی مورد استفاده قرار می‌دهد. هرکدام از ارتباط‌های بین نرون‌ها در لایه‌های مختلف وزن مخصوص به خود دارند که شبکه در حقیقت با تعدیل این اوزان، الگوی بین متغیرهای خروجی و ورودی را یاد می‌گیرد (۲). در این پژوهش به‌منظور استفاده از تحلیل شبکه عصبی ۲۹ عامل شناسایی‌شده در هنگام مصاحبه با خبرگان، در قالب یک پرسشنامه قرار گرفت و میزان اهمیت هریک از آن‌ها در طیف لیکرت سنجیده شد.

برای بخش آینده‌نگاری صنعت طیور شمال کشور از دو ماتریس استفاده شد و در اختیار ۵ تن از خبرگان صنعت طیور قرارگرفت که ماتریس اول، تاثیرات متقابل صنعت طیور شمال کشور را موردبررسی قرار می‌داد. این ماتریس به صورت ۲۹×۲۹ طراحی شده بود که طیف مورداستفاده در آن (۰= عدم تأثیرگذاری تا ۳= تأثیرگذاری زیاد) بود. این بخش توسط نرم‌افزار MicMac تحلیل شد. ماتریس دوم عدم قطعیت شاخص‌های صنعت طیور شمال کشور را مورد بررسی قرار می‌داد. این ماتریس به صورت ۶×۶ طراحی شده بود و در آن به این سؤال پاسخ داده می‌شد که اگر وضعیت A1 از عامل کلیدی A در آینده اتفاق بیافتند، چه تأثیری بر وقوع یا عدم وقوع وضعیت B2 از عامل کلیدی B خواهد داشت؟ این ماتریس با طیف (۳+ = اثر تقویت‌کننده شدید تا ۳– = اثر محدودکننده شدید) سنجیده می‌شد. تجزیه‌وتحلیل این بخش با استفاده از نرم‌افزار ScenarioWizard انجام گردید.

نحوه تفسیر داده‌ها در نرم‌افزار MicMac: در تحلیل نرم‌افزار MicMac چنددسته از متغیرها مطرح می‌شوند. این متغیرها به دلیل ایفای نقش در پویایی سیستم موردنظر، با هم تفاوت دارند. این دسته‌ها عبارتنداز (۲۳، ۲۶، ۴۵): ۱– متغیرهای خودمختار یا خودگردان[1]: میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری کمی دارند این معیارها عموماً از سیستم جدا می‌شوند زیرا دارای اتصالات ضعیف با سیستم هستند. تغییری در این متغیرها باعث تغییر جدی در سیستم نمی‌شود. ۲– متغیرهای وابسته یا تأثیرپذیر[2]: این متغیرها تأثیرپذیری بالا و تأثیرگذاری کمی روی سیستم دارند. ۳– متغیرهای پیوندی یا دوگانه[3]: این متغیرها دارای قدرت تأثیرگذاری زیاد هستند؛ ولی در عین‌حال تأثیرپذیری شدیدی دارند. لذا این متغیرها ناپایدارند؛ زیرا هر تأثیر روی این متغیرها بر سایر متغیرها تأثیر خواهدگذاشت و بازخورد این تأثیر را دریافت خواهند کرد. ۴– متغیرهای مستقل یا تأثیرگذار[4]: این متغیرها دارای قدرت تأثیرگذاری بالا و تأثیرپذیری ضعیفی هستند. بنابراین سیستم بیشتر به این متغیرها بستگی دارد. نحوه تفسیر داده‌ها در نرم‌افزار MicMac در شکل ۱ نشان داده شده است.

نتایج

عوامل مؤثر در صنعت طیور[2]: در این پژوهش با جمع‌بندی مصاحبه‌های به عمل آمده از خبرگان، در نهایت ۲۹ عامل شناسایی شد که در جدول ۱ نشان داده شده است:

اعتباریابی عوامل شناسایی‌شده: مطابق با شکل ۲، صحت شبکه عصبی ایجادشده درباره عوامل شناسایی‌شده از طریق توزیع پرسشنامه بین ۳۲ نفر از خبرگان، مورد بررسی قرار گرفته است. مطابق این نمودار میزان صحت مدل و شبکه عصبی ایجادشده برای عوامل ۹۹/۵ ٪ بود که تاییدکننده انسجام شبکه ایجاد شده می‌باشد و درواقع تست و آموزش شبکه بدرستی انجام شده است.

پاسخ به سؤالات پژوهش

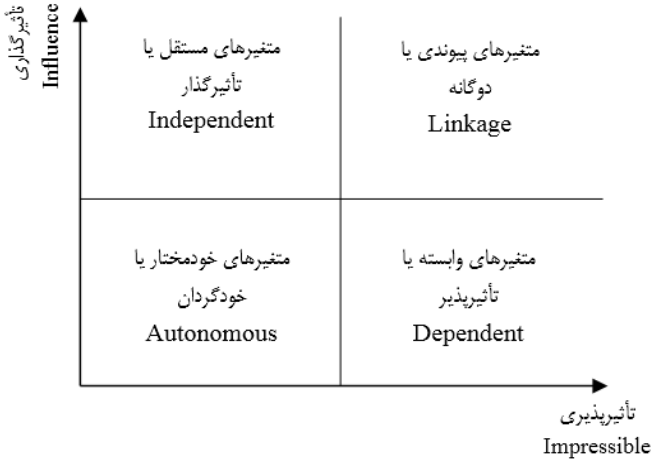
کدام یک از فعالیت‌های بازیگران صنعت طیور با بیشترین عدم قطعیت روبرو است؟

پس از انجام مصاحبه با خبرگان ۲۹ عامل کلیدی برای توسعه صنعت طیور در آینده شناسایی و در ماتریس تأثیرات متقابل وارد شدند. به دلیل این که ۲۹ عامل شناسایی شده بود ابعاد ماتریس به صورت ۲۹×۲۹ تنظیم شد و در اختیار خبرگان قرار گرفت تا تأثیرات

1 - Activation Function

2- Autonomous
3 - Dependent
4 - Linkage
5 - Independent

متقابل عوامل بر یکدیگر مورد شناسایی قرار گیرد. پس از این که داده‌های پرسشنامه جمع‌آوری و وارد نرم‌افزار MicMac شد، نرم‌افزار تأثیر متغیرهای مؤثر بر توسعه صنعت طیور شمال کشور را به صورت مستقیم و غیرمستقیم محاسبه می‌نماید. تأثیرات مستقیم از جمع اعداد ردیف‌ها و ستون‌های مرتبط با هر متغیر در ماتریس به دست می‌آید.



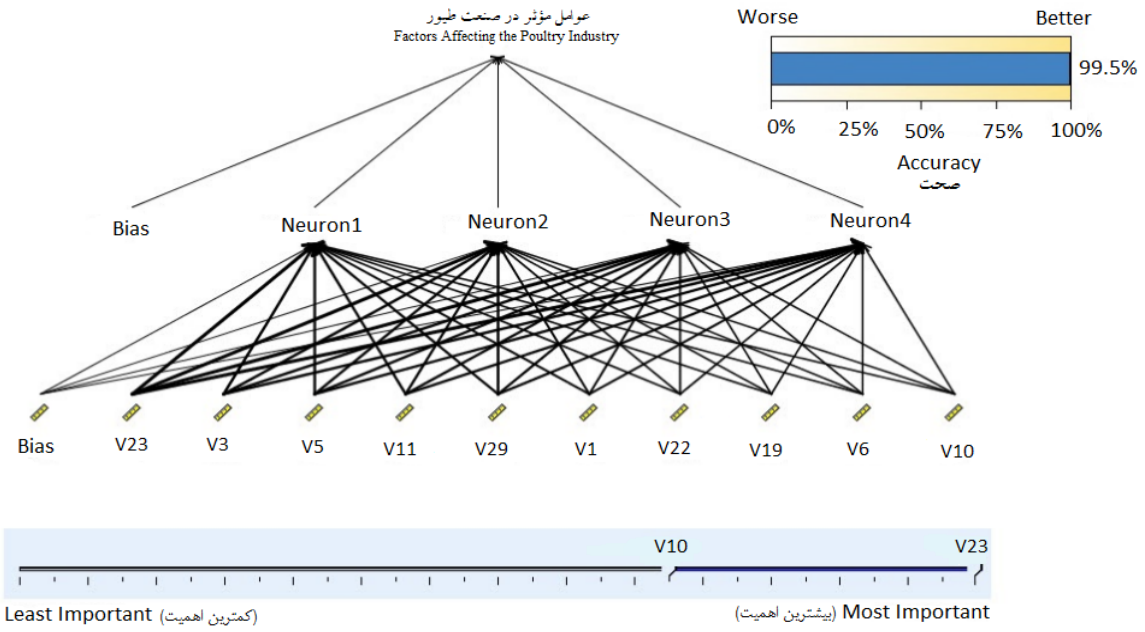
شکل ۱– موقعیت قرارگیری متغیرها در تحلیل MicMac (۲۶)

Figure 1- Positioning of Variables in MicMac Analysis

جدول ۱– فهرست عوامل مؤثر بر صنعت طیور شمال کشور

Table1- Factors affecting the poultry industry in the north of the country

شاخص ها Index
سیاست‌های کلان اقتصادی و بازرگانی متناسب با توسعه و شکل گیری بازار (V1)؛ معافیت‌های مالیاتی حمایت‌کننده از نوآوری (V2)؛ معافیت‌های مالیاتی شرکت‌های تحقیقاتی در صنعت (V3)؛ حمایت از مالکیت فکری (V4)؛ معافیت تعرفه‌های ورودی و خروجی کالا (V5)؛ تشریفات اداری ورود و خروج کالا (V6)؛ فرهنگ نوآوری و اخلاق حرفه‌ای در جامعه (V7)؛ تأمین نیروی انسانی متخصص و توسعه منابع انسانی کشور (V8)؛ توسعه دانشکده‌های تخصصی در دانشگاه‌های معتبر کشور (V9)؛ تنظیم و اجرای برنامه‌های توسعه پایدار (V10)؛ تاسیسات و زیر ساخت‌های موردنیاز تولید و تولیدکنندگان (V11)؛ حمایت از توسعه سرمایه‌گذاری (V12)؛ توسعه و ارتقاء فناوری ماشین‌آلات و ادوات (V13)؛ صادرات محصولات و فرآورده‌های صنعت طیور (V14)؛ بازاریابی دام و طیور (V15)؛ بیمه انواع محصولات دام و طیور (V16)؛ حمایت از تولیدکنندگان و پرداخت خسارت (V17)؛ بهداشت و سلامت فرآورده‌های دام (V18)؛ ورود به بازارهای جهانی، توسعه پایدار و سرمایه‌گذاری در بخش دام (V19)؛ ضوابط بهداشتی و قرنطینه‌ای و امنیت زیستی برای ورود و خروج و نقل و انتقال دام و فرآورده‌های دامی (ملی و بین المللی) (V20)؛ نظام آموزشی مبتنی بر پرورش فرهنگ نوآوری (V21)؛ تجاری‌سازی نتایج تحقیقات و تحقق ارتباط بخش‌های تحقیقاتی، تولیدی و خدماتی جامعه (V22)؛ کمک به جذب دانش فنی و سرمایه‌های داخلی و بین‌المللی (V23)؛ تجاری‌سازی و تکمیل زنجیره خلق ارزش مبتنی بر توانمندی‌های فناورانه دانشگاهی (V24)؛ فرهنگ نوآوری در محصولات (V25)؛ فرهنگ کارآفرینی (V26)؛ روحیه ریسک پذیری (V27)؛ تأمین منابع مالی تحقیقات (V28)؛ وام‌ها و منابع مالی (V29) Macroeconomic and trade policies tailored to the development and formation of market (V1), Tax breaks supporting innovation (V2), Tax breaks for research companies in the industry (V3), Intellectual property protection (V4), Exemptions for import and export tariffs (V5), Import and export formalities (V6), Innovation culture and professional ethics in society (V7), Providing professional human resources and developing national human resources (V8), Establishing specialized schools in reputable universities (V9), Setting up and implementing sustainable development programs (V10), Facilities and infrastructure required by production and producers (V11), Supporting investment development (V12), Development and promotion of machinery and equipment technology (V13), Products export development (V14), Livestock and poultry marketing (V15), Insurance of various livestock and poultry products (V16), Supporting producers and paying compensation (V17), Health of livestock products (V18), Access to global markets, sustainable development and investment in livestock sectors (V19), Health, quarantine and biosecurity regulations for importing, exporting and transport of livestock and livestock products (national and international) (V20), An education system based on innovation culture (V21), Commercialization of research results and realization of the relationship between research, production and service sectors of the community (V22), Contributing to attracting technical knowledge and domestic and international capital (V23), Commercializing and completing a value creation chain based on academic technological capabilities (V24), Innovation culture in products (V25), Entrepreneurship culture (V26), Risk-taking (V27), Research funding (V28), Loans and funds (V29)



شکل ۲– صحت عوامل مؤثر در صنعت طیور

Figure 2- Accuracy of effective factors in poultry industry

در ادامه برای به دست آوردن تأثیرات غیرمستقیم، نرم‌افزار ماتریس تأثیرات مستقیم را به صورت خودکار به توان دو یا بالاتر می‌رساند تا جایی که متغیرها در ماتریس تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم به نزدیک‌ترین حالت ممکن در رتبه‌بندی برسند. در جدول ۲، تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم عوامل مؤثر بر توسعه صنعت طیور شمال کشور نشان داده شده است.

همچنین در این پژوهش با استفاده از تحلیل MicMac، رتبه‌بندی متغیرها براساس میزان تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم در جدول ۳ نشان داده شده است.

همان‌طور که در جدول فوق مشاهده می‌شود، براساس رتبه‌بندی میزان تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم، متغیرهای V1 (سیاست‌های کلان اقتصادی و بازرگانی متناسب با توسعه و شکل‌گیری بازار)، V10 (تنظیم و اجرای برنامه‌های توسعه پایدار)، V21 (نظام آموزشی مبتنی بر پرورش فرهنگ نوآوری) و V29 (وام‌ها و منابع مالی) در رتبه‌بندی تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم در رتبه‌های مشابهی قرار گرفته‌اند. اما متغیر V8 (تأمین نیروی انسانی متخصص و توسعه منابع انسانی کشور) در رتبه‌بندی تأثیرگذاری مستقیم، رتبه پنجم و در تأثیرگذاری غیرمستقیم، رتبه هفتم را دارد. برای سایر متغیرها نیز این مقایسه مشهود است.

همچنین براساس رتبه بندی میزان تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم، متغیرهای V19 (ورود به بازارهای جهانی، توسعه پایدار و سرمایه‌گذاری در بخش دام) و V14 (صادرات محصولات و فرآورده‌های صنعت طیور) در رتبه‌بندی تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم در رتبه‌های مشابهی قرار گرفته‌اند. اما متغیر V13 (توسعه و ارتقای فناوری ماشین‌آلات و ادوات بخش کشاورزی) در رتبه‌بندی تأثیرپذیری مستقیم، رتبه سوم و در تأثیرپذیری غیرمستقیم، رتبه چهارم را دارد. برای سایر متغیرها نیز این مقایسه مشهود است. در نرم‌افزار MicMac با انجام تجزیه‌وتحلیل متغیرها براساس میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها، متغیرها به صورت نمودار در خروجی قرار گرفته‌اند. براساس تعریف و تفسیر متغیرها در نمودار MicMac، موقعیت و وضعیت هریک از عوامل کلیدی توسعه صنعت طیور براساس نحوه قرارگیری متغیرها مورد بررسی قرار گرفت که نتیجه آن در شکل ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- ماتریس تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم عوامل مؤثر بر توسعه صنعت طیور شمال کشور

Table 2- Matrix of direct and indirect effects of factors affecting poultry industry development in the north of Iran

شاخص‌ها Index	تأثیرات مستقیم Direct effects		تاثیرات غیرمستقیم Indirect effects	
	مجموع ستون‌ها Total columns	مجموع ردیف‌ها Total rows	مجموع ستون‌ها Total columns	مجموع ردیف‌ها Total rows
سیاست‌های کلان اقتصادی و بازرگانی متناسب با توسعه و شکل‌گیری بازار Macroeconomic and trade policies tailored to the development and formation of market	0	63	0	589392
معافیت‌های مالیاتی حمایت‌کننده از نوآوری Tax breaks supporting innovation	3	22	0	209331
معافیت‌های مالیاتی شرکت‌های تحقیقاتی در صنعت Tax breaks for research companies in the industry	3	23	0	211009
حمایت از مالکیت فکری Intellectual property protection	2	13	0	112577
معافیت تعرفه‌های ورودی و خروجی کالا Exemptions for import and export tariffs	1	17	0	144902
تشریفات اداری ورود و خروج کالا Import and export formalities	2	20	0	164874
فرهنگ نوآوری و اخلاق حرفه‌ای در جامعه Innovation culture and professional ethics in society	7	25	39846	244069
تأمین نیروی انسانی متخصص و توسعه منابع انسانی کشور Providing professional human resources and developing national human resources	12	29	101279	249406
توسعه دانشکده‌های تخصصی در دانشگاه‌های معتبرکشور Establishing specialized schools in reputable universities	3	23	53694	250588
تنظیم و اجرای برنامه‌های توسعه پایدار Setting up and implementing sustainable development programs	56	40	566366	380542
تأسیسات و زیر ساخت‌های موردنیاز تولید و تولیدکنندگان Facilities and infrastructure required by production and producers	48	17	448891	167530
حمایت از توسعه سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی Supporting investment development	44	24	400484	213520
توسعه و ارتقاء فناوری ماشین‌آلات و ادوات بخش کشاورزی Development and promotion of machinery and equipment technology	57	11	512227	106637
صادرات محصولات و فرآورده‌های صنعت طیور Products export development	62	10	616451	112918
بازاریابی دام و طیور و متفرعات دام و طیور Livestock and poultry marketing	27	11	296512	108620
بیمه انواع محصولات دام و طیور Insurance of various livestock and poultry products	3	11	2630	99921
حمایت از تولیدکنندگان و پرداخت خسارت Supporting producers and paying compensation	7	21	26770	178258
بهداشت و سلامت فرآورده‌های دام Health of livestock products	18	10	278693	113116
ورود به بازارهای جهانی، توسعه پایدار و سرمایه‌گذاری در بخش دام Access to global markets, sustainable development and investment in livestock sectors	69	29	691291	272676
ضوابط بهداشتی و قرنطینه‌ای و امنیت زیستی برای ورود و خروج و نقل و انتقال دام و فرآورده‌های دامی (ملی و بین‌المللی) Health, quarantine and biosecurity regulations for importing, exporting and transport of livestock and livestock products (national and international)	4	13	80541	116805

نظام آموزشی مبتنی بر پرورش فرهنگ نوآوری An education system based on innovation culture	11	34	91855	309794
تجاری‌سازی نتایج تحقیقات و تحقق ارتباط بخش‌های تحقیقاتی، تولیدی و خدماتی جامعه Commercialization of research results and realization of the relationship between research, production and service sectors of the community	29	18	235335	170999
کمک به جذب دانش فنی و سرمایه‌های داخلی و بین‌المللی Contributing to attracting technical knowledge and domestic and international capital	46	25	477243	222830
تجاری‌سازی و تکمیل زنجیره خلق ارزش مبتنی بر توانمندی‌های فناورانه دانشگاهی Commercializing and completing a value creation chain based on academic technological capabilities	32	18	255524	170999
فرهنگ نوآوری در محصولات Innovation culture in products	27	25	241975	241883
فرهنگ کارآفرینی Entrepreneurship culture	20	14	117263	140622
روحیه ریسک پذیری Risk-taking	17	4	57639	47120
تأمین منابع مالی تحقیقات Research funding	16	27	233236	238105
وام‌ها و منابع مالی Loans and funds	5	34	53694	290396
جمع کل	631	631		

جدول ۳- امتیاز تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل به صورت مستقیم و غیرمستقیم

Table 3- Scores of influence and impressible factors directly and indirectly

ردیف Rank	نماد Label	تأثیر مستقیم Direct Influence	نماد Label	وابستگی مستقیم Direct Dependence	نماد Label	تأثیر غیرمستقیم Indirect Influence	نماد Label	وابستگی غیرمستقیم Indirect Dependence	نماد Labael	تأثیر مستقیم بالقوه Potential Direct Influence
1	V1	998	V19	1093	V1	1002	V19	1175	V1	0
2	V10	633	V14	982	V10	647	V14	1048	V2	0
3	V21	538	V13	903	V21	526	V10	963	V3	0
4	V29	538	V10	887	V29	493	V13	871	V4	0
5	V8	459	V11	760	V19	463	V23	811	V5	0
6	V19	459	V23	729	V9	426	V11	763	V6	0
7	V28	427	V12	697	V8	424	V12	681	V7	0
8	V7	396	V24	507	V7	415	V15	504	V8	0
9	V23	396	V22	459	V25	411	V18	474	V9	0
10	V25	396	V15	427	V28	404	V24	734	V10	0
11	V12	380	V25	427	V23	378	V25	411	V11	0
12	V3	364	V26	316	V12	363	V22	400	V12	0
13	V9	364	V18	285	V3	358	V28	396	V13	0
14	V2	348	V27	269	V2	356	V26	199	V14	0
15	V17	332	V28	253	V17	303	V8	172	V15	0
16	V6	316	V8	190	V22	290	V21	156	V16	0
17	V22	285	V21	174	V24	290	V20	136	V17	0
18	V24	285	V7	110	V11	284	V27	98	V18	0
19	V5	269	V17	110	V6	280	V9	91	V19	0
20	V11	269	V29	79	V5	246	V29	91	V20	0
21	V26	221	V20	63	V26	239	V7	67	V21	0
22	V4	206	V2	47	V20	198	V17	45	V22	0
23	V20	206	V3	47	V18	192	V16	4	V23	0
24	V13	174	V9	47	V14	192	V1	0	V24	0
25	V15	174	V16	47	V4	191	V2	0	V25	0
26	V16	174	V4	31	V15	184	V3	0	V26	0
27	V14	158	V6	31	V13	181	V4	0	V27	0
28	V18	158	V5	15	V16	169	V5	0	V28	0
29	V27	63	V1	0	V27	80	V6	0	V29	0

ادامه جدول ۳- امتیاز تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل به صورت مستقیم و غیرمستقیم

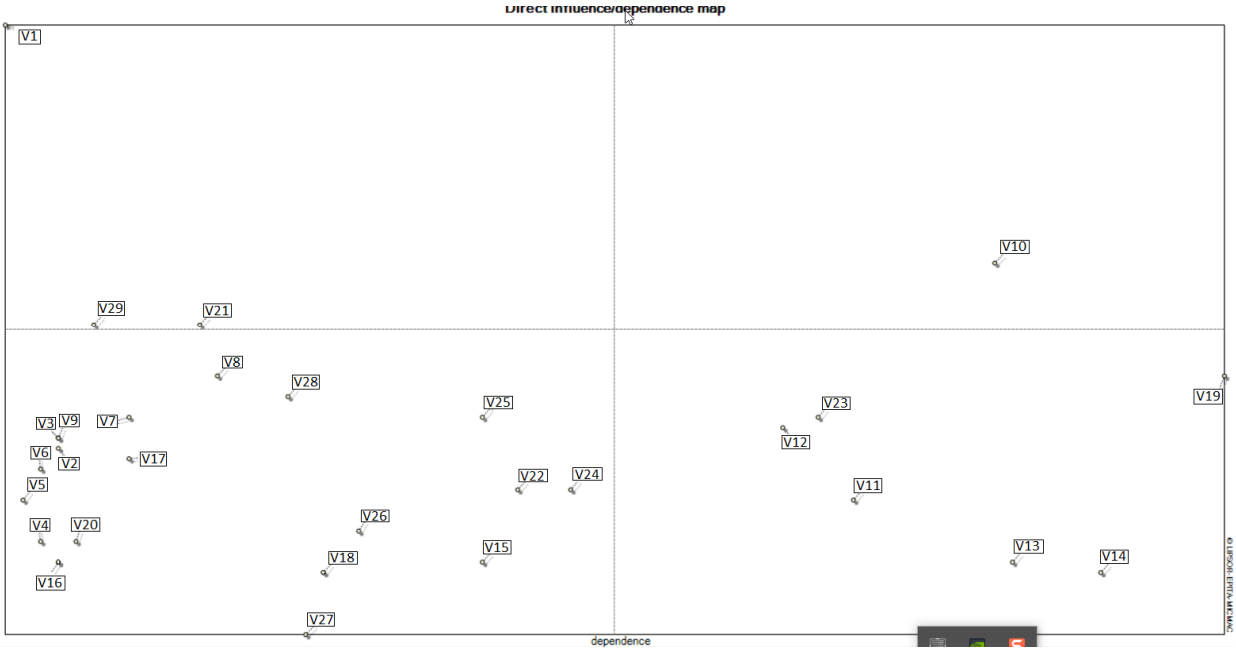
Continuation of Table 3- Scores of influence and impressible factors directly and indirectly

نماد Labael	وابستگی مستقیم بالقوه Potential Direct Dependence	نماد Labael	تأثیر غیرمستقیم بالقوه Potential Indirect Influence	نماد Labael	وابستگی غیرمستقیم بالقوه Potential Indirect Dependence
V1	0	V1	0	V1	0
V2	0	V2	0	V2	0
V3	0	V3	0	V3	0
V4	0	V4	0	V4	0
V5	0	V5	0	V5	0
V6	0	V6	0	V6	0
V7	0	V7	0	V7	0
V8	0	V8	0	V8	0
V9	0	V9	0	V9	0
V10	0	V10	0	V10	0
V11	0	V11	0	V11	0
V12	0	V12	0	V12	0
V13	0	V13	0	V13	0
V14	0	V14	0	V14	0
V15	0	V15	0	V15	0
V16	0	V16	0	V16	0
V17	0	V17	0	V17	0
V18	0	V18	0	V18	0
V19	0	V19	0	V19	0
V20	0	V20	0	V20	0
V21	0	V21	0	V21	0
V22	0	V22	0	V22	0
V23	0	V23	0	V23	0
V24	0	V24	0	V24	0
V25	0	V25	0	V25	0
V26	0	V26	0	V26	0
V27	0	V27	0	V27	0
V28	0	V28	0	V28	0
V29	0	V29	0	V29	0

باتوجه به نمودار فوق و نحوه قرارگیری عوامل مؤثر، متغیرهـای V1 (سیاست‌های کلان اقتصادی و بازرگـانی متناسـب بـا توسـعه و شکل‌گیری بازار)، V21 (نظام آموزشی مبتنـی بـر پـرورش فرهنـگ نوآوری) و V29 (وام‌ها و منابع مالی) به عنوان عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه صنعت طیور شـمال کشـور شـناخته شـدند. در ادامـه نـواحی مختلفی که متغیرها در آن قرار گرفته‌اند به صورت جدول ۴ ارائه شده است.

حوزه‌های مهم در آینـده پـیش‌روی صـنعت طیـور شـمال کشور کدامند؟

همان‌گونه که نتایج تحلیل MicMac نشان داد از بین ۲۹ عامل کلیدی، سه عامل اصلی سیاست‌هـای کـلان اقتصـادی و بازرگـانی متناسب با توسعه و شکل‌گیری بازار (V1)، نظام آموزشی مبتنـی بـر پرورش فرهنگ نوآوری (V21)، وام‌ها و منابع مالی (V29) به‌عنوان پیشران‌های توسعه صنعت طیور شمال کشـور کـه سـایر عوامـل بـه صورت مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر این سـه عامـل مـی‌باشـند، شناسایی شدند. در واقع می‌توان بیان نمود که دو حـوزه مربـوط بـه سیاست‌های اقتصادی و نظام آموزشی می‌توانند تأثیرگذارترین عوامل در توسعه صنعت طیور باشند. در مرحله بعد برای آینده‌نگاری و تدوین سناریوهای محتمل صنعت طیور باتوجه به این سه عامل لازم اسـت که وضعیت‌های مختلف برای هریک از عوامل کلیدی مشخص گردد (جدول ۵). لذا ماتریس عدم قطعیت در بین خبرگان توزیع گردید. پس از جمع‌آوری، میانگین پاسخ‌های جمع‌آوری شده به‌صـورت مـاتریس عدم قطعیت برای ورود به نرم‌افزار ScenarioWizard آماده شد.



شکل ۳- موقعیت عوامل کلیدی در توسعه صنعت طیور شمال کشور براساس وضعیت آن ها

Figure 3- Position of key factors in poultry industry development in the north of the country based on their status

در ادامه سناریوها به شیوه کمی تدوین می‌شوند. به طوری که برای این ۳ عامل کلیدی تأثیرگذار با توجه به وضعیت هرکدام از آن‌ها در دنیای واقعی جایگشت‌ها و حالت‌های مختلفی در نظر گرفته می‌شود. نرم‌افزار ScenarioWizard با مقایسه همه حالت‌ها نسبت به یکدیگر، سناریوهای مختلفی در اختیار پژوهشگر قرار می‌دهد. نرم‌افزار با انجام محاسبات ۲ سناریو را برای آینده صنعت طیور شمال کشور معرفی کرده است که جزییات آن‌ها در شکل ۴ نشان داده شده است.

در ادامه نرم‌افزار ScenarioWizard با انجام تحلیل میزان سازگاری و پایداری سناریوهای محتمل را مشخص می‌کند که نتایج در جدول ۶ نشان داده شده است. واریانس‌های هرکدام از جایگشت‌های وارد شده در ماتریس عدم قطعیت در نرم‌افزار نشان‌دهنده ارزش پایداری می‌باشد. عدد ارزش پایداری نشان‌دهنده این است که روابط بین حالات متغیرها متناسب بوده و از یک منطق خاصی پیروی می‌کند. همچنین ارزش پایداری با میزان تأثیر کلی رابطه مستقیم دارد.

بحث

تجارب کشورهای توسعه‌یافته در زمینه توسعه نشان داده که برای افزایش بهره‌وری و بهبود اقتصادی، باید همواره موضوع آینده‌نگاری و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت را سرلوحه کار قرار داد. آینده‌نگاری، یکی از مهم‌ترین عوامل برای دستیابی به مزیت رقابتی و ایجاد برتری استراتژیک در کل دنیا محسوب می‌شود. به‌خصوص در بخش تأمین غذا که از بخش‌های حساس و ویژه هر کشور به‌شمار می‌آید توانایی خودکفایی باید موردتوجه همه دست‌اندرکاران و تولیدکنندگان قرار گیرد. هدف این پژوهش تحلیل پیشران‌های کلیدی توسعه صنعت طیور با استفاده از رویکرد آینده‌نگاری بود. نتایج سه پیشران کلیدی شامل سیاست‌های کلان اقتصادی و بازرگانی متناسب با توسعه و شکل‌گیری بازار، نظام آموزشی مبتنی بر پرورش فرهنگ نوآوری و وام‌ها و منابع مالی را در توسعه صنعت طیور شناسایی کرد. در رابطه با پتانسیل سرمایه‌گذاری در صنعت طیور کشور نیجریه و ایجاد بازارهای جدید، هیس و همکاران (۱۵) اشاره می‌کنند یکی از سیاست‌های مهمی که می‌تواند در توسعه بازار صنعت طیور مؤثر باشد، استفاده از سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی کشورهای خارجی در این صنعت است. مؤمنی و علیزاده (۲۷) نیز به توجه دولت به سرمایه‌گذاری شرکت‌های تجاری اشاره داشته‌اند.

جدول ٤- وضعیت هریک از متغیرها براساس تحلیل در نرم‌افزار MicMac

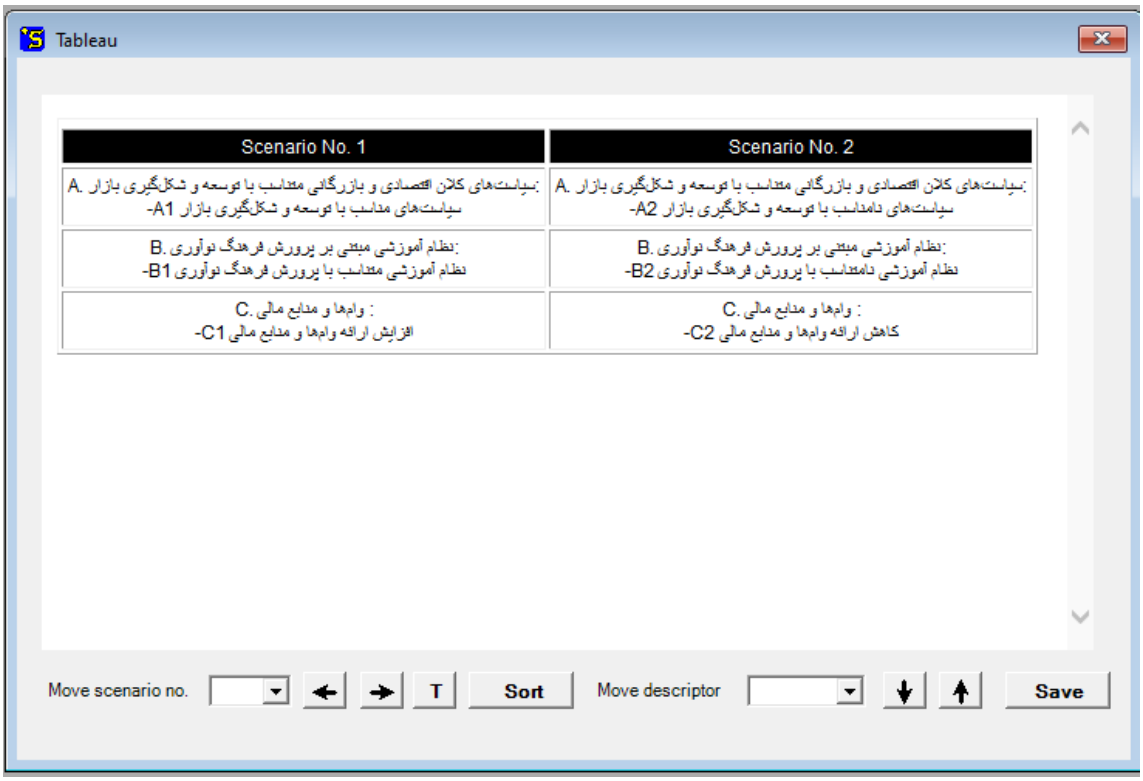
Table 4- Status of each variable based on analysis in MicMac software

نوع متغیر Variable	شاخص Index
مستقل یا تأثیرگذار Independent	سیاست‌های کلان اقتصادی و بازرگانی متناسب با توسعه و شکل‌گیری بازار (V1)، نظام آموزشی مبتنی بر پرورش فرهنگ نوآوری (V21)، وام‌ها و منابع مالی (V29) Macroeconomic and trade policies tailored to the development and formation of market (V1), An education system based on innovation culture (V21), Loans and funds (V29)
پیوندی یا دوگانه Linkage	تنظیم و اجرای برنامه‌های توسعه پایدار (V10) Setting up and implementing sustainable development programs (V10)
وابسته یا تأثیرپذیر Dependent	تأسیسات و زیرساخت‌های موردنیاز تولید و تولیدکنندگان (V11)، حمایت از توسعه سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی (V12)، توسعه و ارتقاء فناوری ماشین‌آلات و ادوات بخش کشاورزی (V13)، صادرات محصولات و فرآورده‌های صنعت طیور (V14)، ورود به بازارهای جهانی، توسعه پایدار و سرمایه‌گذاری در بخش دام (V19)، کمک به جذب دانش فنی و سرمایه‌های داخلی و بین‌المللی (V23) Facilities and infrastructure required by production and producers (V11), Supporting investment development (V12), Development and promotion of machinery and equipment technology (V13), Products export development (V14), Access to global markets, sustainable development and investment in livestock sectors (V19), Contributing to attracting technical knowledge and domestic and international capital (V23)
خودمختار یا خودگردان Autonomous	معافیت‌های مالیاتی حمایت‌کننده از نوآوری (V2)، معافیت‌های مالیاتی شرکت‌های تحقیقاتی در صنعت (V3)، حمایت از مالکیت فکری (V4)، معافیت تعرفه‌های ورودی و خروجی کالا (V5)، تشریفات اداری ورود و خروج کالا (V6)، فرهنگ نوآوری و اخلاق حرفه‌ای در جامعه (V7)، تأمین نیروی انسانی متخصص و توسعه منابع انسانی کشور (V8)، توسعه دانشکده‌های تخصصی در دانشگاه‌های معتبرکشور (V9)، بازاریابی دام و طیور و متفرعات دام و طیور (V15)، بیمه انواع محصولات دام و طیور (V16)، حمایت از تولیدکنندگان و پرداخت خسارت (V17)، بهداشت و سلامت فرآورده‌های دام (V18)، ضوابط بهداشتی و قرنطینه‌ای برای ورود و خروج و نقل و انتقال دام (ملی و بین المللی) (V20)، تجاری‌سازی نتایج تحقیقات و تحقق ارتباط بخش‌های تحقیقاتی، تولیدی و خدماتی جامعه (V22)، تجاری‌سازی و تکمیل زنجیره خلق ارزش مبتنی بر توانمندی‌های فناورانه دانشگاهی (V24)، فرهنگ نوآوری در محصولات (V25)، فرهنگ کارآفرینی (V26)، روحیه ریسک‌پذیری (V27)، تأمین منابع مالی تحقیقات (V28) Tax breaks supporting innovation (V2), Tax breaks for research companies in the industry (V3), Intellectual property protection (V4), Exemptions for import and export tariffs (V5), Import and export formalities (V6), Innovation culture and professional ethics in society (V7), Providing professional human resources and developing national human resources (V8), Establishing specialized schools in reputable universities (V9), Livestock and poultry marketing (V15), Insurance of various livestock and poultry products (V16), Supporting producers and paying compensation (V17), Health of livestock products (V18), Health, quarantine and biosecurity regulations for importing, exporting and transport of livestock and livestock products (national and international) (V20), Commercialization of research results and realization of the relationship between research, production and service sectors of the community (V22), Commercializing and completing a value creation chain based on academic technological capabilities (V24), Innovation culture in products (V25), Entrepreneurship culture (V26), Risk-taking (V27), Research funding (V28)

جدول ٥- وضعیت‌های مختلف عوامل کلیدی مؤثر

Table 5 - Different statuses of key contributing factors

عامل کلیدی مؤثر The key effective factor	سیاست‌های کلان اقتصادی و بازرگانی متناسب با توسعه و شکل‌گیری بازار Macroeconomic and trade policies tailored to the development and formation of market	نظام آموزشی مبتنی بر پرورش فرهنگ نوآوری An education system based on innovation culture	وام‌ها و منابع مالی Loans and funds
وضعیت اول First situation	سیاست‌های مناسب با توسعه و شکل‌گیری بازار Appropriate policies for market development and formation	نظام آموزشی متناسب با پرورش فرهنگ نوآوری Educational system tailored to fostering an innovation culture	افزایش ارائه وام‌ها و منابع مالی Increasing in loans and funds
وضعیت دوم Second situation	سیاست‌های نامناسب با توسعه و شکل‌گیری بازار Inappropriate policies with market development and formation	نظام آموزشی نامتناسب با پرورش فرهنگ نوآوری Inappropriate educational system to foster an innovation culture	کاهش ارائه وام‌ها و منابع مالی Decreasing in loans and funds



شکل ٤– خروجی به دست‌آمده از سناریوها از نرم‌افزار ScenarioWizard

Figure 4 - Scenario output from ScenarioWizard software

جدول ٦– پایداری و میزان تأثیر در هر سناریو

Table 6- Stability and impact in each scenario

سناریو Scenario	وضعیت Status	میزان پایداری Stability Rate	میزان تأثیر کلی Overall Impact Rate
1	سیاست‌های مناسب با توسعه و شکل‌گیری بازار Appropriate policies for market development and formation نظام آموزشی متناسب با پرورش فرهنگ نوآوری Educational system tailored to fostering an innovation culture افزایش ارائه وام‌ها و منابع مالی Increasing in loans and funds	4	9
2	سیاست‌های نامناسب با توسعه و شکل‌گیری بازار Inappropriate policies with market development and formation نظام آموزشی نامتناسب با پرورش فرهنگ نوآوری Inappropriate educational system to foster an innovation culture کاهش ارائه وام‌ها و منابع مالی Decreasing in loans and funds	1	5

یکی از مهم‌ترین اقداماتی که می‌توان در این خصوص انجام داد رفع ریسک‌های متعدد و پردامنه سرمایه‌گذاری است که بر بخش‌های تولیدی تحمیل می‌گردد. مسائلی همچون تورم فزاینده، رکود اقتصادی، چالش‌های پرونده هسته‌ای ایران در مجامع بین‌المللی، تحریم‌های یک جانبه ایران و... باعث شده که ریسک سرمایه‌گذاری در کشور از نگاه نهادهای بین‌المللی طی چندسال اخیر پیوسته افزایش یابد که سیاست‌گذاران کشور برای حفظ ثبات اقتصادی موظفند تا اقدامات مناسبی را همچون ایجاد آرامش و شفافیت در نظام‌های

حقوقی، اداری، سیاسی و توسعه روابط دیپلماتیک با سایر کشورهای جهان در جهت تحقق این امر انجام دهند. گابریل و آیفنینوا (۱۲) در پژوهشی تحت عنوان منابع سرمایه‌گذاری و پایداری زنجیره ارزش کشاورزی در صنعت طیور اشاره می‌کنند که توسعه سرمایه‌گذاری و ایجاد بازارهای جدید در صنعت طیور اقدام مهمی است که باید توسط کارآفرینان تقویت شود. همچنین در زنجیره ارزش طیور زیرساخت‌های لازم برای سرمایه‌گذاری و کارآفرینی باید مهیا باشد.

در رابطه با تأثیر سیستم آموزشی بر توسعه صنعت طیور بینوموتس و همکاران (۶) تأکید می‌کنند که اثربخشی آموزشی و سطح تحصیلات فعالان صنعت طیور می‌تواند موجب افزایش کارایی فنی در صنعت طیور گردد. کیتهندو (۲۱) نیز اشاره می‌کند که برگزاری دوره‌های آموزشی برای فعالان صنعت طیور و آموزش روش‌های جدید بهداشتی و تولیدی این صنعت می‌تواند مشارکت‌ها و نوآوری‌های صنعت طیور را گسترش دهد. نلوسامی و همکاران (۳۱) بیان می‌کنند که یکی از راه‌های توسعه صنعت طیور ایجاد شفافیت بین ذینفعان صنعت است و استفاده از رویکرد دانش محور در صنعت طیور می‌تواند به تولیدکنندگان در از بین بردن واسطه‌ها کمک کرده به‌نحوی که خود بازاریابی محصولاتشان را برعهده گیرند. تسادو و همکاران (۴۷) نیز در یافته‌های خود توصیه می‌کنند که برای ارتقاء تولید و توسعه صنعت طیور لازم است تا آموزش‌های لازم از جنبه‌های مختلف به تولیدکنندگان این صنعت داده شود. امیرتیموری (۳) نقش نیروی کار تحصیل کرده بر رشد بهره وری کل عامل‌های تولید در بخش کشاورزی ایران را مورد بررسی قرار داده و بیان می‌کند که ارتقاء کیفی سطح آموزش‌ها و هماهنگ‌کردن آن‌ها با نیازهای بازار موجب توسعه بخش کشاورزی ایران می‌شود.

در رابطه با ارائه منابع مالی برای توسعه صنعت طیور خالدا (۲۰) زنجیره ارزش مرغ و توسعه پایدار کسب و کارهای کوچک طیور در بنگلادش را بررسی نموده و دریافتند که شرکت‌های کوچک و خرد مبتنی بر کشاورزی و دامداری می‌توانند کشور بنگلادش را از فقر نجات دهد؛ لذا لازم است تا وام‌های توسعه‌ای به این شرکت‌ها داده شود تا بتوانند کسب‌وکار خود را توسعه داده و فرصت‌های شغلی بیشتری را ایجاد نمایند. کبه و همکاران (۱۹) نیز تأکید می‌کنند که منابع مالی یکی از ارکان های اساسی توسعه صنایع هستند. لذا لازم است تا نهادهای مرتبط با تأمین منابع مالی سیاست‌هایی را در جهت تقویت این کارکرد درپیش گیرند. برای مثال اعطای یارانه، سرمایه‌گذاری در R&D و سرمایه‌گذاری شرکای خارجی می‌تواند در توسعه صنایع تأثیرگذار باشد. کاسی و همکاران (۲۴) نیز بیان می‌کنند که دولت باید منابع مالی که برای واردات گوشت مرغ به کشور مصرف می‌کند را به توسعه صنعت طیور در داخل کشور اختصاص دهد تا ضمن رفع تقاضای بازار، حمایت‌های مالی برای توسعه صنایع کوچک و متوسط داخلی فراهم آید. نوفرستی و عبدالهی (۳۳) نیز بیان می‌کنند که دولت باید توجه بیشتری را به توسعه بخش کشاورزی داشته باشد و هنگامی که صندوق توسعه ملی منابع مالی بیشتری را به بخش کشاورزی اختصاص دهد، در واقع اقتصاد کشور رشد بیشتری پیدا خواهد کرد.

در بخش تدوین سناریو نیز نتایج تحلیل‌ها دو آینده محتمل را ترسیم کرد که عبارت بودند از: وضعیت بسیار خوش‌بینانه (سیاست‌های مناسب با توسعه بازار، نظام آموزشی متناسب با پرورش فرهنگ نوآوری و افزایش ارائه وام‌ها و منابع مالی) و وضعیت بسیار بدبینانه (سیاست‌های نامناسب با توسعه بازار، نظام آموزشی نامتناسب با پرورش فرهنگ نوآوری و کاهش ارائه وام‌ها و منابع مالی). در واقع با نگاهی ژرف تر به وضعیت سناریوها می‌توان به این موضوع پی برد که سیاست‌های اقتصادی و آموزشی توأم با یکدیگر می‌توانند در توسعه صنعت طیور مشارکت داشته باشند. با توجه به این گفته ژائو و همکاران (۵۰) که در حکومت‌هایی که تقریباً تمام سازمان‌ها دولتی هستند، دولت نقش بسیار ویژه‌ای را ایفا می‌کند، لذا لازم است تا سیاست‌هایی که بتواند ارتباط دانشگاه – صنعت را قوی‌تر نموده و طرح‌های دانشگاهی را تجاری‌سازی کند در اولویت اقدامات دولت قرار گرفته و همزمان با مهارت‌آموزی به دانشجویان، منابع مالی نیز باید برای پشتیبانی از ایده‌های نوآورانه آن‌ها تخصیص یابد. این دو اقدام می‌تواند توسعه صنعت طیور را در آینده موجب گردد. پلانکو و همکاران (۳۸) نیز بیان می‌کنند برای ایجاد نوآوری در صنایع باید منابع مالی و انسانی با یکدیگر هماهنگ شده و دارایی‌های مکمل توسعه یابند تا بتوانند به توسعه صنایع کمک نمایند.

نتیجه‌گیری کلی

پرورش طیور در کشور ما و گسترش آن سابقه طولانی دارد. کشور بزرگ ایران قبل و بعد از میلاد، از هند تا دریا های سیاه و مدیترانه گسترده بود و در مسیر تقاطع راه‌های حمل و نقل خشکی و دریایی برای حمل و نقل محصولات متنوع از جمله طیور قرار داشت

(۳۷). امروزه نیز صنعت طیور با داشتن یکی از پرحجم‌ترین بخش‌های نیروی انسانی از مهم‌ترین منابع اقتصادی است. وسعت این صنعت و روند روبه‌رشد مصرف محصولات مرتبط با آن لزوم توجه به توسعه در این صنعت را موجب شده است. نتایج تحلیل MicMac در این پژوهش برای آینده‌نگاری توسعه صنعت طیور ۳ پیشران کلیدی شناسایی کرد که شامل سیاست‌های کلان اقتصادی و بازرگانی متناسب با توسعه و شکل گیری بازار مبتنی بر نوآوری، نظام آموزشی مبتنی بر پرورش فرهنگ نوآوری و وام‌ها و منابع مالی می‌شدند. همچنین تحلیل‌های ScenarioWizard دو سناریو برای آینده صنعت طیور پیش‌بینی نمود که شامل حوزه‌های اقتصادی و آموزشی بوده که باتوجه به میزان امتیاز و پایداری سناریوهای به‌دست آمده می‌توان خوش‌بین بود که وضعیت صنعت طیور به سمت سناریوی اول یعنی سیاست‌های مناسب با توسعه بازار، نظام آموزشی متناسب با پرورش فرهنگ نوآوری و افزایش ارائه وام‌ها و منابع مالی حرکت نماید. لذا لازم است سیاستگذاری‌های آینده صنعت طیور منطبق با این حوزه‌ها انجام گیرد.

پیشنهادات و محدودیت‌های پژوهش: در نهایت با توجه به این که نتایج تحلیل و دو حوزه اقتصادی و آموزشی را به عنوان پیشران‌های کلیدی توسعه صنعت طیور شناسایی کردند، لذا در حوزه اقتصادی پیشنهاد می‌شود سیاستگذاران این صنعت برای فعالان صنعت طیور سیاست‌هایی همچون معافیت‌های مالیاتی حمایت‌کننده از نوآوری، معافیت و یا کاهش تعرفه‌های ورودی و خروجی کالاهای مرتبط با صنعت طیور، ارائه وام‌های بلندمدت و کم‌بهره برای حمایت از توسعه سرمایه‌گذاری در صنعت طیور، ورود به بازارهای جهانی و تسهیل سرمایه‌گذاری خارجی در صنعت طیور و حمایت از تولیدکنندگان و پرداخت خسارت را در پیش گیرند. همچنین در حوزه آموزشی پیشنهاد می‌شود سیاستگذاران این صنعت برای فعالان صنعت طیور سیاست‌هایی همچون توسعه دانشکده‌های تخصصی مرتبط با صنعت طیور در دانشگاه‌های معتبر کشور، شکل‌گیری نظام آموزشی مبتنی بر پرورش فرهنگ نوآوری، پرورش فرهنگ نوآوری و اخلاق حرفه‌ای در جامعه، حمایت از روحیه ریسک‌پذیری دانشجویان برای ارائه طرح‌های نوآورانه، کمک به دانشجویان برای ارتباط با صنعت و تجاری‌سازی طرح‌ها و تکمیل زنجیره خلق ارزش مبتنی بر توانمندی‌های فناورانه دانشگاهی را در پیش گیرند.

از طرفی انجام تحقیقاتی از این دست با محدودیت‌های مختلفی مواجه است؛ این پژوهش نیز همانند هر پژوهش دیگری دارای محدودیت‌هایی بوده است، اما این محدودیت‌ها می‌توانند دریچه‌های جدیدی برروی پژوهش‌های آتی بگشایند. از جمله محدودیت‌هایی که در این پژوهش وجود داشت آن است که این مطالعه در بین خبرگان صنعت طیور در سه استان شمالی کشور ایران انجام شده که به دلیل فرهنگ‌های مختلف در سطح کشور، در تعمیم‌پذیری نتایج به دیگر نقاط باید احتیاط نمود. همچنین پژوهش حاضر از لحاظ ماهیت نمونه‌گیری به‌صورت مقطعی انجام شده که می‌تواند محدودیت دیگری در تعمیم نتایج باشد که پیشنهاد می‌شود پژوهش‌هایی در بازه زمانی طولانی‌تر انجام گیرد. زیرا مطالعات طولی می‌تواند نتایج منتج از این پژوهش را تأیید، تکمیل و گسترش دهد. در پایان به پژوهشگرهای آتی پیشنهاد می‌شود که آینده‌نگاری در صنعت طیور را در سطح ملی یا بین‌المللی مورد مطالعه قرار داده و به یک مدل جامع‌تر در این صنعت دست یابند.

منابع

1. Ahmadi nejad, S. F., M. Afsharmanesh, M. Salarmoini, and H. Ebrahimnejad. 2019. Effect of different levels red pepper powder Alternative With flavavophpspholipol antibiotics, on performance, intestinal morphology and microbial population in broiler chicks. Iranian Journal of Animal Science Research, 11(2): 195-206. (In Persian).
2. Allahyari, M. S., and S. A. Nourhosseini Niaraki. 2012. Analysis of Artificial Neural Networks in Predicting Social Factors Affecting Acceptance of Rice and Fish Together. Pages 1-12 in Proc. 4th Iranian Congress of Agricultural Extension and Education Science and Education. (In Persian).
3. Amir-Teymori, S. 2016. Causality Relationship between Educated Labor and Total Factor Productivity Growth in Iran's Agricultural Sector. Agricultural Education Administration Research, 8(36): 55-63. (In Persian).
4. Ashley, J. M. 2016. Food security in the developing world. Academic Press.
5. Bennetzen, E. H., P. Smith, and J. R. Porter. 2016. Agricultural production and greenhouse gas emissions from world regions—The major trends over 40 years. Global Environmental Change, 37: 43-55.

6. Binuomote, S. O., J. O. Ajetomobi, and A. O. Ajao. 2008. Technical efficiency of poultry egg producers in Oyo state of Nigeria. International Journal of Poultry Science, 7(12): 1227-1231.
7. Bonsu, F. R. K., J. K. Kagya-Agyemang, W. K. J. Kwenin, and H. K. Zanu. 2012. Medicinal Response of broiler chickens to diets containing Neem (*Azadirachta indica*) leaf meal, haematology and meat sensory analysis. World Applied Sciences Journal, 19(6): 800-805.
8. Chloupková, J., G. T. Svendsen, and T. Zdechovský. 2016. Do Strategic Foresight and Policy Making Go Hand in Hand? Security in the European Union. Journal of Contemporary Management, 5(3): 33-41.
9. Coates, J., P. Durance, and M. Godet, 2010. Strategic foresight issue: introduction. Technological Forecasting & Social Change, 9(77): 1423-1425.
10. Dawkins, M. S. 2012. Commercial scale research and assessment of poultry welfare. British poultry science, 53(1): 1-6.
11. Fellmann, T., P. Witzke, F. Weiss, B. Van Doorslaer, D. Drabik, I. Huck ... and A. Leip. 2018. Major challenges of integrating agriculture into climate change mitigation policy frameworks. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 23(3): 451-468.
12. Gabriel, E. G., and M. S. Ifenyinwa. 2019. Capital investment and the sustainability of agricultural value chain of the poultry industry. International Journal of Management and Entrepreneurship, 1(1): 193-216.
13. Gavetti, G., and A. Menon. 2016. Evolution cum agency: Toward a model of strategic foresight. Strategy Science, 1(3): 207-233.
14. Habibi, S. 2014. Analysis of Productivity Factors in Yoghurt Poultry Industry. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran. (In Persian).
15. Heise, H., A. Crisan, and L. Theuvsen. 2015. The poultry market in Nigeria: Market structures and potential for investment in the market. International Food and Agribusiness Management Review, 18: 197-222.
16. http://www.fao.org/economic/est/estcommodities/meat/meat-and-meat-products-update/en/2019
17. http://www.isaarojahad.maj.ir/1398
18. Jez, C., C. Beaumont, and P. Magdelaine. 2011. Poultry production in 2025: learning from future scenarios. World's Poultry Science Journal, 67(1): 105-114.
19. Kebebe, E., A. J. Duncan, L. Klerkx, I. J. M. De Boer, and S. J. Oosting. 2015. Understanding socio-economic and policy constraints to dairy development in Ethiopia: A coupled functionalstructural innovation systems analysis. Agricultural Systems, 141: 69-78.
20. Khaleda, S. 2013. The poultry value chain and sustainable development of poultry microenterprises that utilize homestead lands: A case study in Gazipur, Bangladesh. Land use policy, 30(1): 642-651.
21. Kithendu, J. 2018. The Role of Co-Operative on Farmers' Adoption of Poultry Farming Innovations in Kwale, Kenya: An Application of Roger's Diffusion of Innovation. Doctoral dissertation, United States International University-Africa.
22. König, B., J. Janker, T. Reinhardt, M. Villarroel, and R. Junge. 2018. Analysis of aquaponics as an emerging technological innovation system. Journal of cleaner production, 180: 232-243.
23. Kumar, S., and R. K. Sharma. 2015. An ISM based framework for structural relationship among various manufacturing flexibility dimensions. International Journal of System Assurance Engineering and Management, 6(4): 511-521.
24. Kusi, L. Y., S. Agbeblewu, I. K. Anim, and K. M. Nyarku. 2015. The challenges and prospects of the commercial poultry industry in Ghana: A synthesis of literature. International Journal of Management Sciences, 5(6): 476-489.
25. Martin, B. 2001. Technology foresight in a rapidly globalizing economy. Pages 1-17 in Proc. Regional conference on Technology Foresight for CEE and NIS countries, Vienna, Austria.
26. Mishra, N., A. Singh, N. P. Rana, and Y. K. Dwivedi. 2017. Interpretive structural modelling and fuzzy MICMAC approaches for customer centric beef supply chain: application of a big data technique. Production Planning & Control, 28(11-12): 945-963.
27. Momeni, F., and P. Alizadeh. 2014. Analysis of the barriers for innovation policy-making effectiveness in Iran: an Institutional Approach. Applied Economics Studies in Iran, 2(8): 73-89.
28. Montagna, F., E. Scripnic, and F. Forabosco. 2019. Intensification of production, low emission pathways and sustainable strategies for backyard, layer and broiler chickens. South African Journal of Animal Science, 49(3): 534-545.

29. Mortezaie, A. 2016. Identifying and categorizing barriers and challenges of production and competitiveness in food chain firms and evaluating the law on removing barriers to competitive production and promoting the country's financial system. Research Project of Economic Studies and Research Unit of Tehran Chamber of Commerce, Industries, Mines and Agriculture. (In Persian).
30. Mottet, A., and G. Tempio. 2017. Global poultry production: current state and future outlook and challenges. World's Poultry Science Journal, 73(2): 245-256.
31. Nallusamy, S., R. S. Rekha, K. Balakannan, P. S. Chakraborty, and G. Majumdar. 2015. A proposed agile based supply chain model for poultry based products in India. International Journal of Poultry Science, 14(1): 57.
32. Nawab, A., F. Ibtisham, G. Li, B. Kieser, J. Wu, W. Liu, Y. Zhao, Y. Nawab, K., Li, M. Xiao, and L. An. 2018. Heat stress in poultry production: Mitigation strategies to overcome the future challenges facing the global poultry industry. Journal of Thermal Biology, 78: 131-139.
33. Noferesti, M., and M. Abdollahi. 2018. The Evaluation of Allocating National Development Fund's Resources to Economic Sectors: Structural Macro-Econometric Modeling. Sustainable Development Research (Economic Research), 18(1): 107-125. (In Persian).
34. Obike, K. C., F. E. Ebe, and D. O. Onu. 2016. Technical Efficiency of Crop-Farmers Subscribers of National Agricultural Insurance Cooperation (NAIC) in Ehime Mbano Local Government Area of Imo State, Nigeria. Journal of Food, Agriculture and Environment, 12(2): 149-155.
35. Oktavia, E., M. Marimin, and S. Djohar. 2017. Strategic architecture in Poultry Company. Journal dinamika Manajemen, 8(2): 245-258.
36. Peter, M. K., and D. G. Jarratt. 2015. The practice of foresight in long-term planning. Technological Forecasting and Social Change, 101: 49-61.
37. Pish Jang Aghajeri, J., G. Rahimi Mianji, S. H. Hafezian, M. Gholizadeh, and G. Elyas. 2019. Genotype Analysis of the Major Histocompatibility Complex Region in Iranian Indigenous Chicken. Iranian Journal of Animal Science Research, 11(3): 365-375. (In Persian).
38. Planko, J., J. Cramer, M. P. Hekkert, and M. M. Chappin. 2017. Combining the technological innovation systems framework with the entrepreneurs' perspective on innovation. Technology Analysis & Strategic Management, 29(6): 614-625.
39. Rashid Ardeh, H., and S. Khazaei. 2016. Analysis of mega trends effective on future market of banking industry based on structural/cross impact analysis. Journal of New Marketing Research, 6(3): 67-86. (In Persian).
40. Rohrbeck, R. 2012. Exploring value creation from corporate-foresight activities. Futures, 44(5): 440-452.
41. Rohrbeck, R., and J. O. Schwarz. 2013. The value contribution of strategic foresight: Insights from an empirical study of large European companies. Technological Forecasting and Social Change, 80(8): 1593-1606.
42. Rohrbeck, R., and M. E. Kum. 2018. Corporate foresight and its impact on firm performance: A longitudinal analysis. Technological Forecasting and Social Change, 129: 105-116.
43. Sanchez, G. 2013. PLS path modeling with R. Berkeley: Trowchez Editions. http://www.gastonsanchez.com/PLS Path Modeling with R.pdf
44. Shahrjerdi, M. 2012. The Future of Academic Jihad Studies in the Hijri Shamsi Horizon (Case Study: Research and Technology). M.Sc. Thesis. University of Science and Culture. (In Persian).
45. Shukla, O. J., A. Joshi, G. Soni, and R. Kumar. 2019. Analysis of critical drivers affecting implementation of agent technology in a manufacturing system. Journal of Industrial Engineering International, 15(2): 303-313.
46. Strielkowski, W., E., Lisin, and I. Gryshova. 2016. Climate policy of the European Union: what to expect from the Paris agreement. Romanian Journal of European Affairs, 16: 68-77.
47. Tsado, J. H., I. S. Tyabo, Y. Muhammed, P. Fatoki, and M. Rilwan. 2018. Knowledge Level and Poultry Farmers' Perception on Poultry Management Practices in Niger State, Nigeria. Nigerian Journal of Agricultural Extension, 19(1): 32-39.
48. Van der Goot, A. J., P. J. Pelgrom, J. A. Berghout, M. E. Geerts, L. Jankowiak, N. A. Hardt, J. Keijer, M. A. I. Schutyser, C. V. Nikiforidis, and R. M. Boom. 2016. Concepts for further sustainable production of foods. Journal of Food Engineering, 168: 42-51.
49. Vecchiato, R. 2015. Creating value through foresight: First mover advantages and strategic agility. Technological Forecasting and Social Change, 101: 25-36.
50. Zhao, S. L., L. Cacciolatti, S. H. Lee, and W. Song. 2015. Regional collaborations and indigenous innovation

capabilities in China: A multivariate method for the analysis of regional innovation systems. Technological Forecasting and Social Change, 94: 202-220.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 529-548

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۵۴۸-۵۲۹

Analysis the Key Proponents of Poultry Industry Development Using Forecasting Approach

Mozhgan Abdollahi Kalourazi[1] – Saeed Baghersalimi[2*] and Alireza Seidavi[3]

Submitted: 09-11-2019
Accepted: 04-01-2020

Introduction In recent years, the poultry industry has been able to provide an opportunity to meet the challenge of food security due to the provision of high quality protein to consumers as well as the possibility of rapid capital return for producers. Research shows that there are opportunities for improving the poultry industry in the business sector, but a future-oriented plan is needed to achieve commercial success. The country's poultry industry, having one of the largest volumes of manpower, is one of the country's most important economic resources. The growth and development of this industry is very important due to the current sensitive conditions of the country in the region and globally. The country's poultry industry has the relative advantage of being able to gain regional markets by systematically planning and creating the right platforms. Therefore, the need for long-term and future-oriented planning in this industry has become an undeniable necessity.

Materials and Methods The purpose of this study was to analyze the key drivers of poultry industry development by using an autobiographical approach that were studied in three provinces of Guilan, Mazandaran and Golestan in Iran. The present study was applied in terms of nature, applied research, and descriptive-survey in terms of method, because it describes and interprets what is, and focuses on existing conditions or relationships, current beliefs, and current processes. From the data type point of view, this study was a quantitative-qualitative one. The statistical population of this study was poultry industry experts in the country. The statistical population of this study consisted of: 1- Managers and Industrial Entrepreneurs of Guilan, Mazandaran and Golestan Provinces active in poultry industry (32 production units); 2- Researchers and Academic Members of Guilan, Mazandaran and Golestan Provinces active in Poultry Industry (Guilan, Mazandaran and Golestan Universities); 3- Policymakers and Managers of Guilan, Mazandaran and Golestan Provinces are active in the process of policy development and planning of technology development, especially in the poultry industry sector (Agricultural Jihad, Livestock Support, Science and Technology Park). In addition to using library resources, a researcher-made questionnaire and interview were used to collect data. Sampling method was non-probable and snowball technique was used. In the snowball technique, the interviewee is asked to introduce the next person to the researcher. This method continued until the interviewees identified the previous interviewees. In this study, to identify effective factors in poultry industry, we interviewed 5 experts. Then, 32 experts were provided with a researcher-made questionnaire to validate the identified factors in order to evaluate the importance of each factor. In this study, face-content validity was used to estimate and validate the research instrument and the questionnaire, so that the questionnaire was provided to several experts including supervisor and asked to evaluate the questionnaire and comment on whether the tool is suitable for measuring research variables or not. Cronbach's alpha method and composite reliability coefficient were used to assess the internal consistency of the questionnaire and standard constructs of the questionnaire. Cronbach's alpha for the variables was 0.944 and CR was 0.947. Two matrices were used for the foreseeability of the northern poultry industry, and 5 poultry experts were provided with the first matrix examining the interactions of the northern poultry industry. This matrix was designed to be 29×29. The second matrix examined the uncertainty of poultry industry indices in the north of the country. This matrix was designed as 6×6. Data analysis was performed using SPSS, MicMac and ScenarioWizard software.

Results and Discussion In this study, three key drivers were identified for the future development of poultry industry, which included macroeconomic and business policies tailored to the development and formation of an innovation-based market, an education system based on the culture of innovation, and loans and financial

1-Former PhD student, Department of Public Administration, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Public Administration, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.
3- Professor, Department of Animal Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.
(*- Corresponding Author Email: baghersalimi@iaurasht.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.84149

resources. Also, the foreign investment development, entrepreneurship promotion and investment risk mitigation can be considered as macroeconomic policies affecting poultry industry development. Also emphasize that the effectiveness of the training system and training courses for poultry industry activists can lead to the development of this industry. Forecasting analysis also predicted two scenarios for the future of the poultry industry, which include economic and educational areas, which can be optimistic given the scale and sustainability of the scenarios that the poultry industry is moving towards the first scenario, namely appropriate market development policies, an appropriate education system. Move forward with a culture of innovation and increased lending and funding. Researchers have also pointed to the impact of economic and educational domains on industry development in their research.

Conclusion Future poultry industry policies need to be implemented in line with these areas. It is therefore recommended that policymakers adopt policies such as long-term and low-cost loans to support the development of poultry industry investment, enter global markets and facilitate foreign investment in poultry industry, develop specialized poultry-related colleges at prestigious universities in the country, and support student risk-taking. Follow up with innovative designs.

Key words: Forecasting, Key proponents, Poultry industry

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 549-563

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۵۶۳-۵۴۹

مقاله علمی- پژوهشی

تأثیر مکمل‌های ضد میکروبی بر عملکرد، مرفولوژی روده و بیان ژن‌های PepT1، PepT2 و LEAP2 در دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی

سجاد حسن زاده[۱] – رضا مجیدزاده هروی[۲*]– علی جوادمنش[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۲۱

چکیده

این مطالعه به منظور تعیین اثر استفاده از مکمل‌های ضد میکروبی بر بیان حامل‌های پپتیدی در زمان اعمال چالش میکروبی، بررسی عملکرد تیمارهای آزمایشی و بررسی مؤلفه‌های بافت‌شناسی در دستگاه گوارش بر روی ۴۰۰ قطعه جوجه گوشتی نژاد راس ۳۰۸ انجام گردید. این طرح در ۴ تیمار آزمایشی با ۵ تکرار و ۲۰ پرنده در هر تکرار در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. در ۷ روزگی ۱۰ جوجه از هر تکرار جدا و با 10^7 سلول k99 Escherichia coli بصورت دهانی آلوده شدند و تیمار به دو دسته تحت چالش و سالم تقسیم شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- شاهد (جیره پایه)، ۲- پروبیوتیک (لاکتوباسیلوس سالیوواریوس و لاکتوباسیلوس پلانتاروم به میزان 10^9 cfu/kg) ۳- مکمل گیاهی با نام تجاری X-Tract (مخلوطی از عصاره آویشن۲٪، فلفل۲٪ و دارچین۵٪ به میزان ۱۰۰ گرم در هر تن به صورت پودر گرانول)، ۴- آنتی‌بیوتیک اکسی تتراسایکلین۵۰٪ به میزان۲۰۰-۴۰۰ گرم در هر تن خوراک به مدت ۱ تا ۲ هفته. در ۷ روز بعد از چالش میکروبی، نمونه برداری از روده و کبد پرندگان در همه تیمارها، در سن ۱۴ روزگی انجام شد. عملکرد و مصرف خوراک در انتهای هر دوره پرورشی اندازه گیری شد. با توجه به نتایج حاصل از این طرح در بررسی اثر متقابل بین تیمار های سالم و درگیر بر وزن بدن در دوره ۱۱ تا ۲۴ روزگی، وزن زنده در گروه دریافت‌کننده پروبیوتیک به طور معنی داری افزایش یافت. همچنین در تیمارهای سالم مکمل پروبیوتیکی نسبت به سایر مکمل ها باعث افزایش وزن روزانه در پرنده ها شد اما این میزان از گروه کنترل کمتر بود. در گروه درگیر با باکتری ایکولای، پروبیوتیک در دوره ۱۱ تا۲۴ روزگی نسبت به سایر تیمارها سبب افزایش میزان وزن روزانه شد. در بررسی اثر مکمل نشان داده شد استفاده از مکمل پروبیوتیکی در دوره ۱۱ تا ۲۴ روزگی باعث افزایش معنی داری در میزان مصرف خوراک شد که این میزان مشابه گروه کنترل بود. اما مکمل گیاهی نسبت به سایر تیمار ها سبب کاهش مصرف خوراک روزانه در ۱۱ تا ۲۴ روزگی گردید. بررسی نتایج این آزمایش نشان داد استفاده از مکمل پروبیوتیکی در تیمارهای تحت چالش سبب افزایش معنی‌داری در ارتفاع ویلی در ژژنوم می‌گردد و همچنین مکمل پروبیوتیکی در مقایسه با سایر تیمارها به میزان بیشتری عرض پرزهای بافت روده را افزایش دادند. در بررسی اثر ساده میزان بیان ژن‌های PepT1 و PepT2 در روده باریک و ژن LEAP2 در کبد نشان داده شد که در همه تیمارهایی که تحت چالش با ایکولای بودند میزان بیان ژن‌های مورد نظر در بافت‌های ذکر شده از گروه سالم کمتر بود. نتایج این مطالعه پیشنهاد می کند که استفاده از مکمل گیاهی و پروبیوتیک در زمان مقابله میکروبی می تواند از خطر ناشی از آلودگی با باکتری های پاتوژن بکاهد.

واژه‌های کلیدی: بیان ژن، پروبیوتیک، جوجه‌های گوشتی، PepT1، LEAP2، X-Tract

مقدمه

در بسیاری از کشورها پرورش صنعتی طیور یکی از مولد های مهم اقتصادی است. در مقیاس بزرگ پرورش، طیور به راحتی می‌توانند در معرض شرایط تنش‌زا قرار گیرند. اغلب مشکلات ناشی از زیان‌های این صنعت، عدم مدیریت وضعیت طیور در شرایط مختلف است که بخش بیشتر آن در زمان درگیری با عوامل مختلف بیماری و

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
(*- ایمیل نویسنده مسئول: rmajidzadeh@um.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.79724

تغییر در شرایط محیطی رخ می‌دهد و در نتیجه باعث ایجاد زیان‌های اقتصادی بسیار سنگین می‌گردد. یکی از اقدامات موثر در زمان بروز بیماری استفاده از آنتی بیوتیکها است که اثرات سوء جانبی از جمله صدمه به فلور میکروبی را بروز می دهد. به دنبال اثرات مضر استفاده از انتی بیوتیک ها دانشمندان بدنبال روشهای جایگزین برای حل این مشکلات بوده‌اند. یکی از این روشها استفاده از پروبیوتیک‌ها و یا مکمل‌های گیاهی است که برخلاف آنتی‌بیوتیک‌ها تأثیر منفی بر جمعیت میکروبی روده ندارند و به فرآیند گوارش بسیار کمک می‌کنند. پروبیوتیک‌ها بر تعادل باکتری‌های مفید و مضر روده تأثیر می‌گذارند (۱۰) و این تعادل را به نفع افزایش جمعیت باکتری‌های مفید تغییر می‌دهند، در حقیقت پروبیوتیک‌ها از این طریق اثرات سلامت بخش خود را در بدن القا می‌کنند و می‌توانند به عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک محرک رشد باشند (۳۳). مکمل های پروبیوتیکی ممکن است دارای یک یا تعداد بیشتری سویه میکروارگانیسمی باشند و می توانند به شکل پودر، قرص، گرانول و همراه آب یا غذا مصرف شوند (۳۴). مهم ترین مکانیسم بازدارنده ی پروبیوتیک ها در برابر بیماری ها شامل رقابت بر سر مواد مغذی، تولید سموم و ترکیباتی مانند باکتریوسین ها و رقابت بر سر مکان های اتصال در اپیتلیوم روده است (۲۲). همچنین نشان داده شده است که استفاده از پروبیوتیک‌ها می تواند بیان ژن حامل های پپتیدی را تحت تاثیر قرار دهد (۲۳). همچنین طی سالیان اخیر، روغن‌های ضروری گیاهی به عنوان جدیدترین محرک رشد، توجه بسیار زیادی را به عنوان جایگزین طبیعی آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد به خود اختصاص داده‌اند. روغن‌های ضروری ترکیبات آروماتیک گیاهی هستند که فعالیت بیولوژیکی آنها از مدت‌ها پیش شناخته شده است. ترکیب استانداردی از عصاره‌های گیاهی شامل Carvacrol 2%، Cinnamaldehyde 5% و Capsicum Oleoresin 2% است که به ترتیب از گیاهان دارچین، آویشن و فلفل استخراج شده‌اند. این عصاره‌ها به طور کلی از طریق دو مکانیسم افزایش ترشحات گوارشی و تعدیل پاسخ‌های ایمنی سیستم گوارش، موجب بهبود هضم و جذب مواد مغذی و ایجاد تعادل میکروبی و بهبود در وضعیت ایمنی این اندام‌ها می‌شوند. ضمن اینکه نیاز انرژی نگهداری کاهش یافته، انرژی بیشتری صرف رشد پرنده گردیده و نهایتاً منجر به افزایش راندمان تولید و سودآوری اقتصادی می‌گردند (۴).

انتقال پپتیدها به داخل سلول، به شکل دی و تری‌پپتید، توسط پروتئین‌های حامل در سطح غشای سلول انجام می گیرد. این پروتئین‌های حامل با توانایی انتقال خود و دیگر فعالیت‌های درمانی به عنوان پیش‌ساز داروها از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند. چند نوع پروتئین‌های حامل که در انتقال پپتید ها نقش دارند شامل PepT1(intestinal oligopeptide transporter) ، PepT2 (renal oligopeptide transporter) و LEAP2 (Liver expressed antimicrobial peptide 2) هستند. این پروتئین‌های انتقال‌دهنده نقش مهمی در جذب پپتیدهای کوچک در روده، کلیه و کبد داشته و نیز در جذب داروهایی با ماهیت پپتیدی اهمیت دارند (۲۶). PepT1 و PepT2 پروتئین‌های حاملی هستند که مسئول جابه‌جایی و انتقال دی و تری‌پپتیدها هستند. محل بیان PepT1 عمدتا در غشای پلاسمایی ناحیه راسی انتروسیت در روده کوچک است. بیان این حامل پروتئینی تحت تاثیر عوامل مختلف مانند ترکیب پروتئین خوراک، مکمل های آنزیمی، محدودیت غذایی، شرایط آسیب شناختی یا مصرف دارو است (۱۸). بطوریکه نشان داده شده که استفاده از مکمل های میکروبی لاکتوباسیلی بیان PepT1 را در ناحیه ژژنوم روده باریک می‌تواند افزایش دهد (۹). همچنین مدسن و وانگ (۱۶) نشان دادند که در زمان ایجاد محدودیت غذایی میزان بیان ژن PepT1 و گیرنده‌های پروتینی PPRα به میزان دو برابر در جوجه‌های گوشتی افزایش می‌یابد. PepT2 یک حامل با تمایل ترکیبی بالا نسبت به سوبسترا ولی با ظرفیت کم برای انتقال پپتیدها می باشد. ۷۰ درصد شباهت ژنی و ۵۰ درصد شباهت اسید آمینه ای با PepT1 دارد. بیشتر سوبستراهای PepT2 همان سوبسترای PepT1 است علاوه بر اینکه این حامل ۴۰ برابر تمایل بیشتری برای اتصال با آنها دارد. در دوره جنینی جوجه، بیان این پروتئین در روده باریک زیاد است و بعد از هچ به تدریج از بیان آن کاسته می گردد ولی بیان ثابتی در روده بزرگ و سکوم ها از جنینی تا ۲ هفته بعد از هچ برای آن گزارش شده است (۳۷). تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با تغییرات بیان این ژن در شرایط چانج و یا استفاده از مکمل های میکروبی گزارش نشده است. این حامل در کلیه، مغز و بافتهای دیگری چون سیستم عصبی دستگاه گوارش، ریه، غدد پستانی و طحال بیان می شود (۳۷). پپتید دیگری نیز در بافت کبد مشاهده شده است که با نام LEAP2 شناسایی گردید. نقش بیولوژیکی آن کاملا شناخته شده نیست اما در مطالعات قبلی نشان داده شده است که از نظر شیمیایی در مقابل چندین باکتری گرم مثبت فعالیت ضد

میکروبی دارد (۱۳). هدف از این مطالعه، بررسی تاثیر مکمل‌های ضد میکروبی همچون پروبیوتیک‌های لاکتوباسیلی، مکمل‌های گیاهی (X-Tract) و آنتی‌بیوتیک‌ها بر عملکرد رشد، مورفولوژی روده و بررسی میزان بیان حامل‌های پروتئینی PepT1، PepT2، LEAP2 در دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی می‌باشد که در شرایط درگیری و بدون درگیری با عامل پاتوژن مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تیمار آزمایشی با ۵ تکرار و در هر تکرار ۲۰ پرنده در پن‌های با مساحت یک متر انجام شد. مقابله میکروبی جوجه ها بر اساس روش ژانگ و همکاران (۲۰۱۶) انجام شد (۳۶). بر این اساس در ۷ روزگی ۱۰ قطعه از جوجه‌های هر پن جدا و دو نوبت به فاصله ۳ روز با باکتری پاتوژن ایکولای k99 به مقدار 10^7 باکتری تلقیح شدند و پرندگان تلقیح شده در پن‌های جدا قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- جیره پایه (شاهد) ۲- جیره پایه حاوی مکمل پروبیوتیکی (حاوی ۲ سویه لاکتوباسیلیوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس سالیواریوس) به میزان 10^9 cfu/kg ۳- جیره پایه حاوی مکمل عصاره گیاهی با نام تجاری X-TRACT®[1] (مخلوطی از عصاره آویشن۲٪، فلفل۲٪ و دارچین۵٪) ۴- جیره پایه حاوی آنتی‌بیوتیک اکسی تتراسایکلین. مکمل گیاهی X-TRACT® بر اساس توصیه شرکت سازنده ۱۰۰ گرم در هر تن خوراک اضافه شد و همچنین در جیره حاوی آنتی-بیوتیک از آنتی بیوتیک اکسی تتراسایکلین ۵۰٪ به میزان ۲۰۰ گرم در هر تن خوراک به مدت ۱ هفته استفاده شد. جیره غذایی پایه بر اساس کاتالوگ نژاد راس (۲۰۱۴) و برای دوره‌های آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱تا۲۴روزگی) و دوره پایانی (۲۵ تا ۴۲روزگی) تهیه شد (جدول۱).

صفات عملکردی

درروز اول آزمایش وزن گروهی هر واحد آزمایشی ثبت گردید. در پایان هر دوره بعد از سه ساعت گرسنگی (به منظور حذف خطای ناشی از پر بودن دستگاه گوارش) وزن گروهی جوجه های هر واحد و خوراک باقی مانده جهت محاسبه افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل غذایی هر واحد آزمایشی، اندازه‌گیری شد. وزن و زمان دقیق تلفات هر واحد آزمایشی به منظور محاسبات روز مرغ ثبت و در محاسبه صفات ذکر شده از روش روز مرغ استفاده شد.

مؤلفه‌های بافت‌شناسی روده

به منظور ارزیابی خصوصیات بافت شناسی روده در ۲۱ روزگی دوره پرورش، یک جوجه از هر پن با وزن نزدیک به میانگین وزنی آن پن انتخاب شد و پس از ذبح و باز شدن حفره شکمی ۰/۵ سانتی‌متر از بافت ژژنوم جدا گردید و پس از شستشو با آب مقطر، به منظور ثابت شدن بافت ۲۴ ساعت در فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شد. پس از آن نمونه را به صورت شناور در محلول فیکساتوری که حجم آن ۵ برابر نمونه است نگهداری کرده و سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری و بعد از آن برای برش و تهیه مقطع به شرکت جهان سلول توس (مشهد- ایران) منتقل شد. برای بررسی اجزای بافت روده از میکروسکوپ نوری (Olympus-D12, Japan) متصل به کامپیوتر و نرم‌افزار DP2_BSW استفاده شد و اندازه اجزای بافت براساس میکرومتر گزارش شد. شاخصه های مورد ارزیابی شامل: ۱- ارتفاع پرزهای روده (از نوک ویلی تا ناحیه اتصال به کریپت) ۲- عرض ویلی (عرض سه قسمت بالایی، میانی و پایینی اندازه‌گیری و میانگین آنها به عنوان عرض ویلی در نظر گرفته شد) ۳- عمق کریپت (از پایه ویلی تا لایه زیر مخاطی) ۴- نسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت (تقسیم ارتفاع ویلی به عمق کریپت) می‌باشد.

استخراج RNA از بافت کبد و ناحیه ژژنوم روده باریک

به منظور تهیه نمونه بافت جهت استخراج RNA، در سن ۱۴ روزگی بافت‌های ناحیه ژژنوم روده باریک و کبد به اندازه ۰/۵سانتی متر جدا شدند. از هر تیمار ۴ پرنده به صورت تصادفی جدا شدند که ۲ پرنده از گروه چالش میکروبی و ۲ پرنده از گروه سالم بودند. سپس نمونه در میکروتیوب حاوی ۱/۵میلی لیتر RNA Shield شرکت دنازیست قرار گرفت و پس از ۲ ساعت در یخچال و سپس در فریز۷۰- نگهداری شد. برای استخراج RNA از بافت های نامبرده از کیت استخراج RNA شرکت پارس توس (مشهد- ایران) استفاده شد. سنتز cDNA از RNA استخراج شده از بافت های مورد نیاز طبق پروتکل کیت شرکت پارس توس انجام گرفت. همچنین توالی های مربوط به آغازگر ژن‌های PepT1، PepT2، LEAP2 و ژن مرجع GAPDH توسط شرکت پیشگام بایوتک سنتز شد (جدول۲).

1- Pancosma LTD, Geneva, Switzerland

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده جیره پایه جوجه های گوشتی در طی دوره‌های آغازین، رشد و پایانی (درصد)

Table 1- Composition of basal diet of broiler chickens at starter, grower and finisher phase (%)

اجزای خوراک Ingredients	۰-۱۰ روزگی 1-10 days of age	۱۱-۲۴ روزگی 11-24 days of age	۲۵-۴۱ روزگی 25-41 days of age
ذرت Corn	50.47	56.02	59.63
کنجاله سویا (پروتئین خام۴۴٪) Soybean Meal (44% CP)	39.15	34.77	30.67
روغن سویا Soybean Oil	5.43	5.0	5.87
دی کلسیم فسفات Di-calcium Phosphate	2.08	1.77	1.67
کلسیم کربنات Calcium Carbonate	1.33	0.99	0.97
مکمل معدنی Mineral Premix	0.25	0.25	0.25
مکمل ویتامین Vitamin Premix	0.25	0.25	0.25
نمک طعام Salt	0.37	0.35	0.37
دی – ال – متیونین DL-Methionine	0.37	0.34	0.23
ال- لیزین هیدروکلراید L-Lysine Hydrochloride	0.3	0.26	0.09
ترکیب شیمیایی Chemical composition			
انرژی قابل متابولیسم Metabolizable energy (Kcal/kg)	3000	3100	3200
پروتئین خام CP (%)	22.0	20.49	18.78
کلسیم Ca (%)	1.05	0.88	0.81
فسفر قابل دسترس Available Phpsphorus (%)	0.5	0.44	0.41
آرژنین Arginine (%)	1.52	1.37	1.26
ترئونین Threonine (%)	0.97	0.88	0.81
لیزین Lysine (%)	1.40	1.27	1.05
متیونین Methionine	0.68	0.63	0.50
متیونین+ سیستین Methionine + Cystine (%)	1.05	0.98	0.83

هر کیلوگرم مکمل ویتامینه شامل: ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۸۰۰واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۸۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۵ میلی‌گرم ویتامین K3، ۳ میلی‌گرم تیامین، ۸/۵ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۱۷ میلی‌گرم پنتوتونات، ۵۵ میلی‌گرم نیاسین، ۴/۳ میلی‌گرم پیردوکسین، ۱/۹ میلی‌گرم اسید فولیک، ۰/۰۱۷ میلی‌گرم ویتامین B12، ۰/۲۵ میلی‌گرم بیوتین، ۱۶۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، و هرکیلوگرم مکمل معدنی شامل: ۱۲۰ میلی‌گرم منگنز، ۱۱۰ میلی‌گرم روی، ۲۰ میلی‌گرم آهن، ۱۶میلی‌گرم مس، ۳۰ میلی‌گرم سلنیم و ۲۰ میلی‌گرم ید.

Each kilogram vitamin supplement contains: 11000 IU Vitamin A, 1800 IU Vitamin D3, 80 IU Vitamin E, 5 mg Vitamin K3 / 3 mg Thiamine, 8.5 mg Riboflavin, 17 mg Pentotonate, 55 mg Niacin, 4.3 mg pyridoxine, 1.90 mg folic acid, 0.017 mg of vitamin B12, 0.25 mg of biotin, 1600 mg of choline chlorid, and one kilogram of mineral supplement containing: 120 mg manganese, 110 mg of zinc, 20 mg Iron, 16 mg of copper, 30 mg of selenium and 20 mg of iodine.

جدول ۲- توالی آغازگرهای اختصاصی ژنهای مطالعه شده در این تحقیق

Table 2- Specific gene primers used in the study

آغازگر های رفت و برگشت Forward and reverse primers, 5' → 3'	شماره دسترسی NCBI accession number	دمای اتصال At (°C)	ژن Gene
5-AAAGTTTAAGACCATTGTCTCCCT-3 5-ATGTGCACCGCAATATTATCAG-3	NM_204365.1	57 °C	PepT1
5-TATTCTCAGTCTCCAGCCAGC-3 5-GCAGCCTGGGCAACAACA-3	NM_001319028.1	57 °C	PepT2
5-TTCCCTGCACCAACCACAG-3 5-CGGTTCTTCCTGCATAGCATT-3	NM_001001606.1	59 °C	LEAP2
5-TGTTTCCTGGTATGACAATGAGTT-3	NC_006088.5	57 °C	GAPDH

تعیین کمیت نسبی بیان ژن های PepT1، PepT2، LEAP2 به روش Real Time-PCR

واکنش Real time PCR با استفاده از کیت پارس توس انجام شد. محلول واکنش بر اساس دستورالعمل کیت و کیفیت cDNA در حجم ۱۵ میکرولیتر ساخته شد. اجزای واکنش شامل ۰/۴ میکرولیتر آغازگر های رفت و برگشت، ۲/۸ میکرولیتر آب مقطر، ۰/۳ میکرولیتر Rox dye و ۷/۵ میکرولیتر SYBR بود که به هر کدام از میکروتیوپ های مخصوص Real Time-PCR ریخته شد و در پایان ۴ میکرولیتر cDNA به هر تیوب اضافه گردید. هرنمونه cDNA بر اساس استاندارد مایکی با دوتکرار انجام شد (۵). از رقت های یک هشتم، یک چهارم، یک دوم و یک cDNA ها و هر کدام با سه تکرار جهت محاسبه راندمان واکنش و رسم منحنی استاندارد استفاده شد. برنامه PCR مطابق با جدول ۳ در ۴۵ سیکل با دستگاه ABI 7300 انجام گرفت و برای تعیین اختصاصی بودن تکثیر، آنالیز منحنی ذوب محصولات PCR بعد از آخرین سیکل در هر تکثیر انجام شد. از کنترل منفی (نمونه بدون cDNA) جهت نشان دادن عدم وجود آلودگی استفاده شد. از ژن GAPDH به عنوان رفرنس استفاده گردید و بیان تیمارها نسبت به تیمار شاهد سالم با استفاده از فرمول $2^{-(\Delta\Delta Ct)}$ محاسبه شدند.

جدول۳- برنامه مورد استفاده در Real Time PCR

Table3- The program used in Real Time PCR

مراحل انجام واکنش Steps of reaction	تعداد سیکل Number of cycles	دما (درجه سانتی گراد) Temperature (°C)	زمان time
تجزیه اولیه Initial denaturation	1	95	5 min
تجزیه Denaturation	45	95	45 min
اتصال Annealing	45	57	30 min
توسعه Extension	45	72	30 min
توسعه نهایی Final extension	1	72	5 min

دمای اتصال برای ژن LEAP2، ۵۹ درجه و برای سایر ژن ها ۵۷ درجه بود.

The annealing temperature of LEAP2 gene was 59 and other temperatures were 57°C.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های طرح تا ۷ روزگی که چالش میکروبی ندارند بصورت طرح کاملا تصادفی و بعد از چالش میکروبی از روش فاکتوریل ۴×۲ با دو فاکتور چالش و بدون چالش با سطوح مکمل های مختلف با استفاده از طرح کاملا تصادفی آنالیز شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 (SAS Institute, 2008) با رویه GLM (۲۹) و مقایسات میانگین داده ها با استفاده از آزمون توکی در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به اندازه گیری افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک و مصرف خوراک در جدول ۴ و ۵ نشان داده شده است. اثر متقابل اعمال چالش و مصرف مکمل بر میانگین افزایش وزن روزانه در دوره ۱۱تا ۲۴ روزگی نشان داد که جوجه هایی که مصرف پروبیوتیک داشتند در شرایط چالش تفاوت آماری معنی داری با گروه شاهد سالم در افزایش وزن روزانه نداشتند، اما میانگین افزایش وزن در تیمارهای دریافت‌کننده مکمل گیاهی نسبت به جوجه های تیمار شاهد سالم کاهش نشان داد (P <۰/۰۵). در بررسی اثر متقابل در تیمارها در هر دوره تغییری در میزان مصرف خوراک در تیمارها مشاهده نشد. مصرف خوراک تحت تاثیر نوع مکمل قرار گرفت (P <۰/۰۵) بطوریکه استفاده از مکمل پروبیوتیکی در دوره ۱۱ تا ۲۴ روزگی باعث افزایش معنی داری در میزان مصرف خوراک شد که این میزان مشابه گروه کنترل بود (جدول ۵). اما مکمل گیاهی نسبت به سایر تیمار ها سبب کاهش مصرف خوراک روزانه در ۱۱ تا ۲۴ روزگی گردید. در بررسی اثر متقابل اعمال چالش و مصرف مکمل بر وزن بدن، گروه دریافت‌کننده پروبیوتیک در دوره ۱۱ تا ۲۴ روزگی وزن بدن بیشتری داشت (P <۰/۰۵) و در تیمارهای دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک وزن بدن نسبت به تیمار پروبیوتیک کاهش معنی دار نشان داد (P <۰/۰۵). در بررسی اثرات اصلی مکمل و اثر چالش در تمام سنین مورد اندازه‌گیری، تاثیری بر وزن بدن مشاهده نشد.

مصرف پروبیوتیک و مکمل گیاهی در شرایط درگیری با عامل باکتریایی موجب شد تا افزایش وزن و همچنین وزن بدن جوجه‌ها تفاوتی با شاهد سالم در دوره درگیری (۱۱-۲۴ روزگی) نداشته باشند. این عکس‌العمل نشان می‌دهد که پروبیوتیک و مکمل گیاهی X-Tract بخوبی توانسته تا در شرایط درگیری منبع بیماری را مهار نماید بطوریکه این دو مکمل عملکردی نزدیک به آنتی بیوتیک داشتند. در مطالعات متعددی که اثر مکمل‌های گیاهی را بر عملکرد جوجه های گوشتی بررسی کرده‌اند، نشان داده شده که مصرف دارچین (۳۱)، فلفل سیاه (۸) و آویشن(۲۷) بطور جداگانه باعث بهبود افزایش وزن در جوجه های گوشتی می‌شود بطوریکه وزن بدنی مشابه با تیمار آنتی‌بیوتیک ایجاد کردند. در مطالعات فوق الذکر مصرف این مکمل های گیاهی موجب بهبود شاخص های عملکردی مانند ضریب تبدیل و کاهش مصرف خوراک گردید که در مورد دو شاخص اخیر در مطالعه حاضر تفاوتی بین تیمار مکمل گیاهی و سایر تیمار ها مشاهده نشد ولی در گروه سالم، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در تیمار مکمل گیاهی کمتر از سایر تیمار ها بود که نتیجه ای مطابق با نتایج سایر محققان بود (۸، ۲۷، ۳۱). پژوهش های متعددی اثر مکمل های ضد میکروبی به خصوص پروبیوتیک ها را مورد بررسی قرار داده اند. در اکثر آنها افزایش وزن روزانه، افزایش مصرف خوراک و بهبود قابلیت هضم تایید گردید (۱۲، ۳۳، ۳۵). البته این تاثیرات به نوع سویه های استفاده شده در مکمل پروبیوتیکی ارتباط دارد بطوریکه موری و همکاران نشان داد استفاده از پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس، در ۲۴ تا ۴۲ روزگی مصرف خوراک را نسبت به گروه شاهد کاهش می‌دهد (۲۰). در مطالعه ای نشان داده شد که استفاده از سین‌بیوتیک و یا اسیدی‌فایر توانسته تا عملکرد مرغهای گوشتی را در شرایط درگیری با عفونت ایکولای بهبود بخشد (۲). این در حالی است که توانایی مهار پاتوژن ایکولای توسط *لاکتوباسیلوس پلانتاریوم* و *لاکتوباسیلوس سالیواریوس* که در این مطالعه استفاده شده، روشن شده است (۱۷، ۲۱).

فراسنجه‌های بافت شناسی

نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که استفاده از مکمل پروبیوتیکی سبب افزایش معنی‌داری در ارتفاع ویلی نسبت به تیمارهای دریافت‌کننده مکمل گیاهی، آنتی‌بیوتیک و کنترل گردید. همچنین ارتفاع ویلی در پرنده های مصرف کننده مکمل گیاهی و آنتی‌بیوتیک بالاتر از گروه شاهد بود (P< ۰/۰۵). استفاده از مکمل های ضد میکروبی تأثیر معنی‌داری بر میزان عرض ویلی در تیمارهای آزمایشی در مقابل گروه شاهد نداشت. کاهش معنی‌داری در میزان عمق کریپت در تیمار دریافت‌کننده مکمل گیاهی درمقایسه با تیمار پروبیوتیک مشاهده شد (P< ۰/۰۵). در مطالعه‌ای که اثر پروبیوتیک و آنتی‌بیوتیک و اسید آلی بر عملکرد و مورفولوژی روده مورد بررسی قرار گرفت مشخص شد که چند گونه از پروبیوتیک مورد استفاده سبب افزایش ارتفاع پرز در ژژنوم و ایلئوم نسبت به شاهد در ۲۱ و ۴۲ روزگی گردید(۱۱).

جدول ٤– تاثیر مکمل گیاهی، پروبیوتیک و آنتی بیوتیک در شرایط چالش و بدون چالش میکروبی بر افزایش وزن، و ضریب تبدیل خوراک، مصرف خوراک و وزن بدن جوجه های گوشتی

Table 4– Influence of herbal supplement, probiotic and antibiotic on gain, feed conversation, feed intake and body weight of broiler chickens in microbial challenge and safe condition.

	safe سالم				Challengدرگیر					
سن Age	کنترل Control	آنتی‌بیوتیک Antibiotic	مکمل گیاهی Herbal Supplement	پروبیوتیک Probiotic	کنترل Control	آنتی‌بیوتیک Antibiotic	مکمل گیاهی Herbal Supplement	پروبیوتیک Probiotic	MSE	سطح احتمال probability level
افزایش وزن(گرم) Weight gain (g)										
1–10	16.61	17.21	17.41	16.17	16.49	16.04	16.50	16.13	0.6963	0.80
11–24	79.35 a	71.54 abc	67.80 c	70.57 bc	72.62 abc	69.66 bc	71.07 abc	76.81 ab	2.581	0.03
25–42	64.50	72.33	69.43	68.82	69.52	67.17	67.74	74.06	4.802	0.63
ضریب تبدیل Feed conversion ratio										
1–10	1.14	1.07	1.10	1.18	1.11	1.14	1.20	1.13	0.040	0.19
11–24	1.17	1.17	1.13	1.20	1.22	1.19	1.13	1.19	0.040	0.86
25–42	1.72	1.61	1.67	1.70	1.61	1.73	1.67	1.59	0.046	0.06
مصرف خوراک(گرم) Feed intake (g)										
1–10	18.81	18.36	19.32	19.10	18.33	18.27	19.89	18.25	0.827	0.85
11–24	94.22	86.22	79.57	84.61	89.40	85.91	80.94	93.93	3.537	0.26
25–42	110.76	115.89	115.16	116.45	111.45	116.74	112.22	117.66	5.574	0.98
وزن بدن (گرم) Body weight (g)										
10	201.30	207.76	209.54	196.60	199.90	196.95	200.70	196.50	6.860	0.82
24	1098.02 ab	1048.98 ab	1025.14 ab	1003.27 ab	1009.04 ab	991.66 b	1057.46 ab	1101.39 a	32.761	0.02
42	2456.00	2574.09	2567.00	2452.01	2456.33	2386.28	2516.10	2665.65	122.50	0.43

a-b اعداد با حروف غیر مشترک در هر ردیف تفاوت معنی دار دارند

میانگین خطای استاندارد،SEM

a-b the numbers with non-common letter in the row indicates significant different.
SEM: standard error mean

پروبیوتیک ها با تأثیر بر بافت روده از جمله افزایش طول پرزها، کاهش ضخامت اپیتلیوم روده و کاهش بازچرخ سلولی در اپیتلیوم روده (۳، ۱۹) تحریک سیستم ایمنی و افزایش ترشح آنزیم های هضمی از معده و پانکراس وموکوس روده (۱۴)، عمل هضم و جذب مواد مغذی را بهبود می بخشند. با این وجود، عملکرد سودمند محافظتی پروبیوتیک ها ممکن است برای میزبان، هزینه ی نگهداری و تغذیه‌ای داشته باشد. به نظر می رسد تحریک تکثیر سلول‌های اپیتلیومی روده، به یکی از مکانیسم های عمل پروبیوتیک های حاوی لاکتوباسیل ها مربوط باشد. زیرا این پروبیوتیک ها با افزایش سطوح اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، تکثیر سلول های اپیتلیوم روده ای را تحریک می کنند (۲۸). تأثیر مثبت پروبیوتیک ها در افزایش ارتفاع پرزهای روده و فعال شدن عملکرد ویلی ها در جوجه های دریافت‌کننده جیره های مکمل شده با پروبیوتیک، در مطالعات محققین مختلف نشان داده شده است (۵، ۱۱، ۲۶) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. بنابراین، ارتفاع زیادتر ویلی‌ها شاخصی از عملکرد فعال آنها است (۳۰) و به موازات افزایش ارتفاع ویلی، عملکرد هضم و جذب مواد مغذی نیزبه دلیل افزایش مساحت سطح جذب، بیان آنزیم های پرز مسواکی و سیستم های حمل و نقل مواد مغذی، افزایش می یابد (۳۳).

تاثیر عصاره گیاهی بر افزایش طول ویلی نیز توسط بخوبی شناخته شده است. در مطالعه‌ای نشان داده شد که استفاده از مخلوط روغنهای ضروری چند گونه گیاهی (بادیان، پوست مرکبات و پونه) از

کاهش ارتفاع ویلی در حین مقابله با عامل کوکسیدیوز جلوگیری کرده است (۲۵). اگرچه در شرایط سلامت حیـوان نیـز اسـتفاده از مخلـوط گیاهان ادویه‌ای و دارویی توانست رشد ویلی‌های روده را نسـبت بـه شاهد افزایش دهد که با نتیجه این مطالعه مطابقت داشت (۱).

جدول ۵- اثرات اصلی مکمل های ضد میکروبی یا چالش میکروبی بر افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک، مصرف خوراک و وزن بدن جوجه های گوشتی.

Table 5- The main effect of antimicrobial supplements on gain, feed conversation, feed intake and body weight of broiler chickens

	اثر مکمل Supplements effect						اثر چالش میکروبی challenge effect			
سن Age	کنترل Control	آنتی‌بیوتیک Antibiotic	مکمل گیاهی Herbal Supplement	پروبیوتیک Probiotic	MSE	سطح احتمال probability level	سالم	درگیر Challenge	MSE	سطح احتمال probability level
افزایش وزن(گرم) Weight gain (g)										
1-10	16.55	16.63	16.95	16.15	0.492	0.71	16.85	16.29	0.348	0.26
11-24	75.15	70.60	69.62	72.91	1.825	0.07	72.21	71.77	1.290	0.98
25-42	67.01	68.58	71.44	67.01	3.395	0.82	68.77	69.62	2.401	0.80
ضریب تبدیل Feed conversion ratio										
1-10	1.12	1.10	1.15	1.15	0.028	0.57	1.12	1.14	0.02	0.41
11-24	1.20	1.18	1.13	1.19	0.028	0.34	1.17	1.18	0.020	0.50
25-42	1.67	1.68	1.67	1.65	0.033	0.94	1.67	1.65	0.023	0.48
مصرف خوراک(گرم) Feed intake (g)										
1-10	18.57	18.31	19.60	18.67	0.585	0.43	18.90	18.68	0.413	0.72
11-24	91.81[a]	86.07[ab]	80.26[b]	89.27[a]	2.501	0.016	86.15	87.55	1.768	0.58
25-42	111.11	116.31	113.69	117.05	3.941	0.70	114.56	114.52	2.787	.990
وزن بدن(گرم) Body weight (g)										
10	200.60	202.35	205.12	196.55	4.850	0.65	203.80	198.51	3.430	0.28
24	1053.53	1020.32	1041.30	1052.33	23.166	0.72	1043.85	1039.39	16.380	0.86
42	2448.16	2480.19	2541.55	2558.83	86.624	0.78	2508.27	2506.09	61.252	0.98

a-b اعداد با حروف غیر مشترک در هر ستون تفاوت معنی دار دارند

SEM میانگین خطای استاندارد،

a-b the numbers with non-common letter in the row indicates significant different.
SEM: standard error mean

جدول ٦- تأثیر مکمل های ضدمیکروبی بر مؤلفه‌های بافت‌شناسی روده در ناحیه ژژنوم جوجه های گوشتی در ۲۱ روزگی

Table 6-The effect of antimicrobial supplements on histological components of intestine in gegenum region of broiler chickens in 21 days of age

	کنترل control	آنتی‌بیوتیک antibiotic	مکمل گیاهی Herbal supplement	پروبیوتیک probiotic	MSE	سطح احتمال probability level
ارتفاع ویلی villi Height(Mm)	425.75[c]	542.00[b]	554.00[b]	711.63[a]	19.36	0.0001
عرض ویلی villi width(Mm)	124.75	158.5	187.00	136.75	17.86	0.12
عمق کریپت crypt depth	130.25[ab]	119.00[ab]	101.25[b]	143.00[a]	8.67	0.03
ارتفاع ویلی/کریپت Villi Heights / Crypt	3.41[b]	4.65[ab]	5.46[a]	4.97[a]	0.33	0.005

a-b اعداد با حروف غیر مشترک در هر ستون تفاوت معنی دار دارند

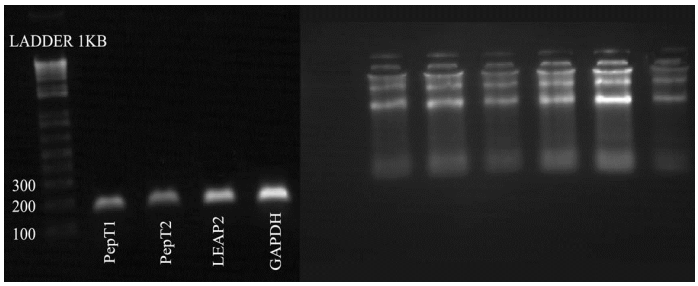
SEM میانگین خطای استاندارد،

a-b the numbers with non-common letter in the column indicates significant different.
SEM: standard error mean

در مطالعه حاضر افزایش ارتفاع ویلی در شرایط استفاده از مکمل گیاهی با کاهش عمق کریپت همراه بود که با تیمار حاوی پروبیوتیک تفاوت معنی دار داشت و این کاهش عمق کریپت در افـزایش ارتفـاع ویلی به عمق کریپت انعکاس پیدا کرده و موجب افزایش این نسـبت در تیمار های حاوی مکمل گیاهی و پروبیوتیک شـد. ایـن نتـایج بـا گزارشات عامد و همکاران (۲۰۱۳) که نشان دادند افزایش ارتفاع ویلی با کاهش عمق کریپت همراه است مطابق است.

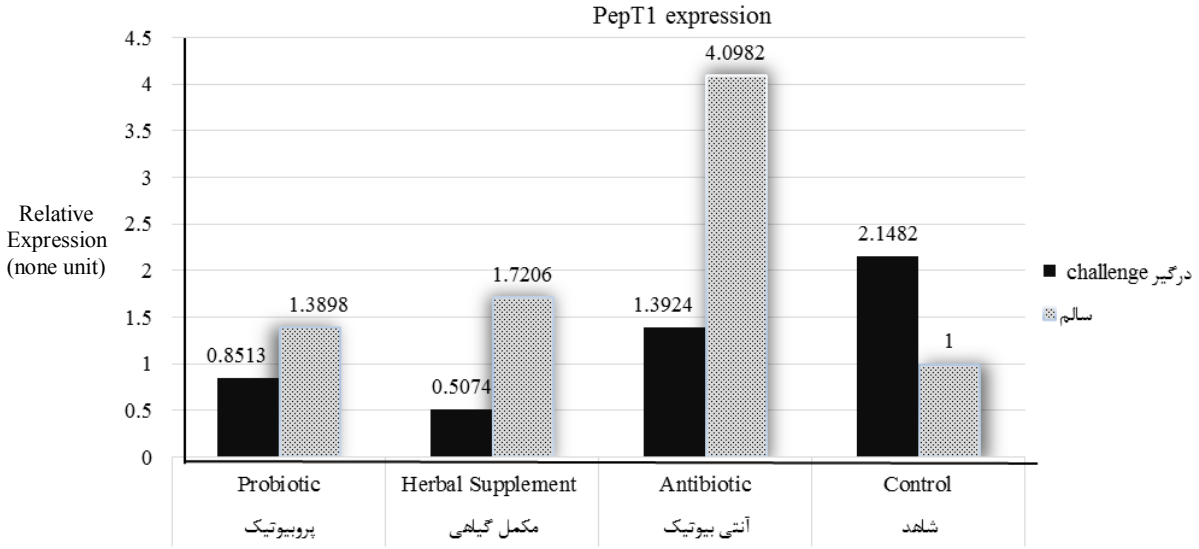
بیان ژن‌های LEAP2, PepT1, PepT2

در شـکل ۱ کیفیـت RNA اسـتخراج شـده بـرای سـاخت cDNA(شکل راست) و محصول حاصل از pcr (شکل چپ) cDNA تهیه شده در ژل الکتروفورز مشخص شده‌اند. در پرندگان سالم میزان بیان ژن PepT1 در تیمارهای دریافت کننده مکمل نسبت به شاهد بیشتر بود. با آلوده شدن پرندگان با ایکولای، در گروه دریافت کننده پروبیوتیک و مکمل گیاهی میزان بیان ژن PepT1 نسبت بـه گـروه شاهد سالم کاهش یافت، ولی میزان بیـان در تیمـار آنتـی بیوتیـک همچنان بالاتر از شاهد سالم بود هرچند نسبت به گروه سالم مصرف کننده آنتی بیوتیک کاهش چشمگیری نشان داد(شکل ۲). در حالیکه در گروه شاهد، ایجاد چالش میکروبـی بیـان ایـن ژن را افـزایش داد (شاهد آلوده) که نشان می دهد مکمل های ضـد میکروبـی اسـتفاده شده در این مطالعه اثر کاهنده ای در بیان ژن PepT1 در زمان مقابله میکروبی در حیوان ایجاد کرده است.



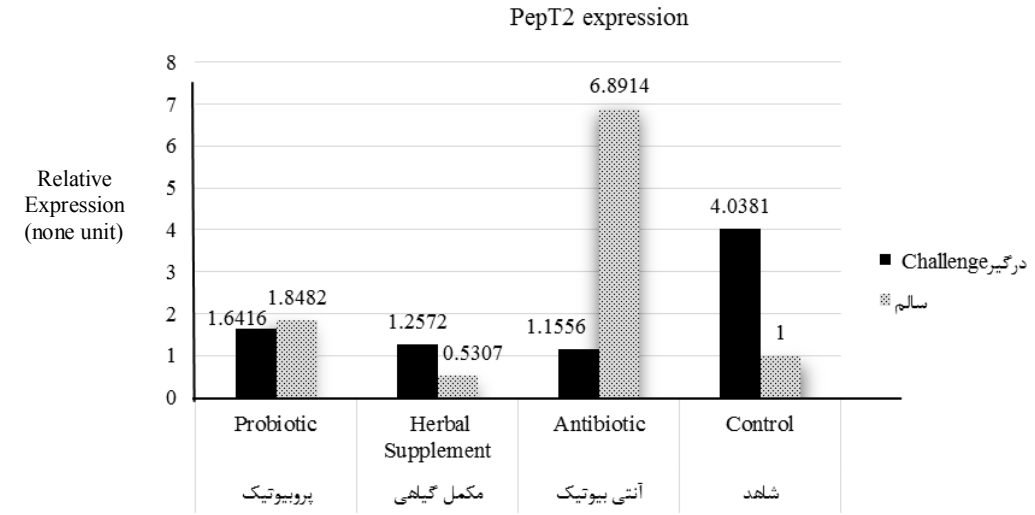
شکل ۱ – RNA استخراج شده از بافتهای کبد و ژژنوم (راست) و محصول حاصل از pcr نمونه های cDNA (چپ)

Figure 1- The extracted RNA from liver and jejunum (right) and the PCR product from cDNA samples (left)



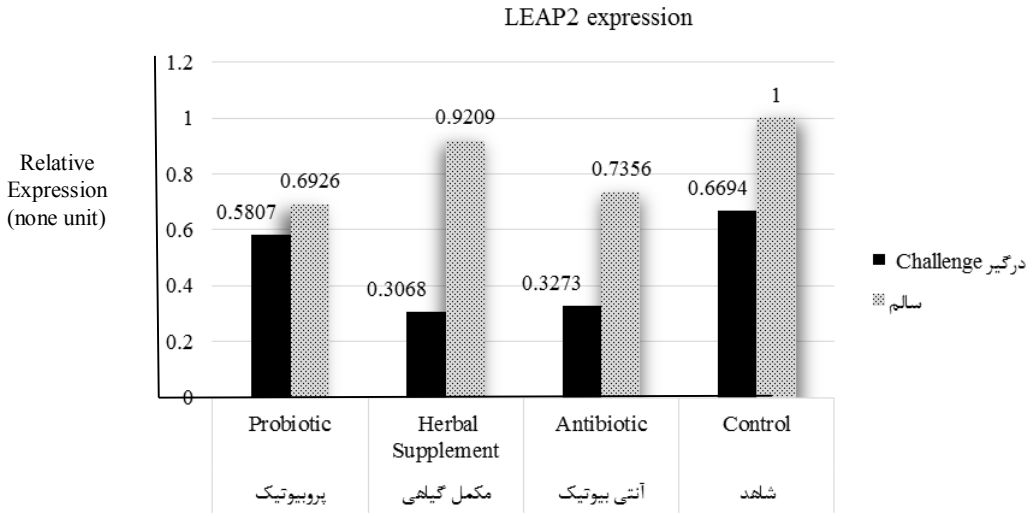
شکل ۲- اثر متقابل مکمل‌های ضد میکروبی و چالش میکروبی بر بیان ژن PepT1 در بافت ژژنوم روده جوجه های ۱۴ روزه

Figure 2- Interaction effects of the antimicrobial supplements and microbial challenge on PepT1 gene expression in jejenum tissue of 14 days old chicks



شکل۳- اثر متقابل مکمل‌های ضد میکروبی و چالش میکروبی بر بیان ژن PepT2 در بافت ژژنوم روده جوجه های ۱۴ روزه

Figure 3- Interaction effects of the antimicrobial supplements and microbial challenge on PepT2 gene expression in jejenum tissue of 14 days old chicks



شکل ٤- اثر متقابل مکمل‌های ضد میکروبی و چالش میکروبی بر بیان ژن LEAP2 در بافت کبد جوجه های ۱۴ روزه

Figure 4- Interaction effects of the antimicrobial supplements and microbial challenge on LEAP2 gene expression in liver tissue of 14 days old chicks

عکس العمل مشابهی در ارتباط با بیان ژن PepT2 قابل مشاهده است و فقط مکمل گیاهی باعث تغییرات متفاوتی در مقایسه با تیمار آنتی بیوتیک و پروبیوتیک شد بطوریکه در شرایط چالش میکروبی مانند شاهد عمل کرده و بیان ژن PepT2 افزایش یافت (شکل ۳). در پرندگان سالم در تیمارهای دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک و پروبیوتیک بیان این ژن نسبت به شاهد افزایش داشته است. همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است، در پرندگان سالم استفاده از مکمل ضد میکروبی باعث کاهش بیان Leap2 در کبد پرندگان

نسبت به شرایط عدم استفاده از مکمل شد. ایجاد چالش باعث کاهش بیشتر بیان این ژن در کبد نسبت به شرایط سالم شد که البته میزان کاهش در تیمار مصرف کننده پروبیوتیک کمتر بوده است.

ایولیان و همکاران نشان دادند که استفاده از آنتی بیوتیک انروفلوکساسین یا پروبیوتیک لاکتوباسیلی در میزان بیان PepT1 موثر بود بطوریکه مصرف آنتی بیوتیک باعث افزایش بیان این ژن در مرغهای گوشتی سالم شد درحالیکه بر بیان LEAP2 در کبد و یا روده تاثیری نداشت (۲۳). بر این اساس پیشنهاد شد که استفاده از آنتی بیوتیک با توجه به محرک بودن رشد باعث افزایش تقاضای بیشتر برای جذب پروتئین میگردد و بیان حامل های پپتید نظیر PepT1 را افزایش می دهد. اما در شرایط چالش میکروبی با آیمریا یا سالمونلا بر خلاف مطالعه حاضر نشان داده شده است که بیان PepT1 در دئودنوم افزایش می یابد (۱۸، ۳۲) که این افزایش در نتیجه کاهش مصرف غذا ناشی از بیماری و واکنش روده برای افزایش جذب ماده مغذی است. نتایج این مطالعه در مورد LEAP2 منطبق با تحقیقات میلونوا و همکاران (۲۰۱۶) می باشد که نشان داد چالش مرغ گوشتی با ایمریا باعث کاهش بیان LEAP2 در کبد می شود. این پروتئین بخشی از سیستم ایمنی ذاتی می باشد و روشن شده است که بیان این پروتئین همبستگی منفی با شدت عفونت کوکسیدیوز داشته است (۶). ولی در چالش پرنده با سالمونلا بیان این ژن در کبد و روده افزایش یافته بود (۳۲). بر این اساس پیشنهاد می شود که احتمالا میزان بیان LEAP2 به نوع پاتوژن یا عامل بیماری بستگی دارد که تحقیقات بیشتری باید انجام شود. البته یادآوری می شود که LEAP2 پپتید ضدمیکروبی بیان شده در کبد است که پپتیدی کاتیونی و ساختاری منحصر به فرد دارد از جمله آن پیوند دی سولفیدی آن می‌باشد (پیوند دی‌سولفید در موقعیت ۱-۳ و ۲-۴ اسیدآمینه سیستین) و نقش بیولوژیکی آن کاملاً شناخته شده نیست؛ ولی نشان داده شده است که از نظر شیمیایی در مقابل چندین باکتری گرم مثبت فعالیت ضدمیکروبی داشته است.

نتیجه‌گیری کلی

در شرایط چالش میکروبی استفاده از مکمل پروبیوتیکی توانست تا افزایش وزن بدن برابر با تیمار شاهد سالم ایجاد نماید و به نظر می‌رسد نوع مکمل گیاهی تأثیری بر عملکرد حیوانات مورد آزمایش جز میزان مصرف خوراک نداشته است. بررسی نمونه‌های بافتی نشان می‌دهد که مکمل پروبیوتیکی می‌تواند ارتفاع و عمق کریپت‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بررسی نتایج بیان ژن نشان داد که چالش در پرندگان دریافت کننده مکمل (گیاهی، آنتی بیوتیک و پروبیوتیک) موجب کاهش بیان PepT1 و LEAP2 گردید و این روند در مورد PepT2 نیز به غیر از گروه دریافت کننده مکمل گیاهی مشاهده شد. در مجموع استفاده از مکمل های ضد میکروبی در شرایط چالش باعث کاهش بیان ژنهای مورد مطالعه نسبت به شرایط سالم گردید. البته به غیر از تیمار شاهد، بطوریکه که چالش، باعث افزایش بیان ژنهای PepT1, PepT2نسبت به شرایط سالم شد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و با گرنت شماره ۳/۴۴۲۳۵ انجام شد. همچنین از آقای دکتر امیر عطار به جهت حمایتهای ارزشمند ایشان قدردانی می‌شود.

منابع

1. Amad, A. A., K. Wendler, and J. Zentek. 2013. Effects of a phytogenic feed additive on growth performance, selected blood criteria and jejunal morphology in broiler chickens. Emirates Journal of Food and Agriculture, 25(7):549-554.
2. Ateya, A. I., N. Arafat, R. M. Saleh, H. M. Ghanem, D. Naguib, H. A. Radwan, and Y. Elseady. 2019. Intestinal gene expressions in broiler chickens infected with Escherichia coli and dietary supplemented with probiotic, acidifier and synbiotic. Veterinary Research Communications, 43(2):131-142.
3. Barton, M. D. 2000. Antibiotic use in animal feed and its impact on human healt. Nutrition Research Reviews, 13(2):279-299.
4. Bravo, D., V. Pirgozliev, and S. P. Rose. 2014. A mixture of carvacrol, cinnamaldehyde, and capsicum oleoresin improves energy utilization and growth performance of broiler chickens fed maize-based diet. Journal of Animal Science, 92(4):1531-1536.

5. Bustin, S. A., V. Benes, J. A. Garson, J. Hellemans, J. Huggett, M. Kubista, R. Mueller, T. Nolan, M. W. Pfaffl, G. L. Shipley, J. Vandesompele, and C. T. Wittwer. 2009. The MIQE guidelines: minimum information for publication of quantitative real-time PCR experiments. Clinical Chemistry, 55(4):611-622.
6. Casterlow, S., H. Li, E. R. Gilbert, R. A. Dalloul, A. P. McElroy, D. A. Emmerson, and E. A. Wong. 2011. An antimicrobial peptide is downregulated in the small intestine of Eimeria maxima-infected chickens. Poultry Science, 90(6):1212-1219.
7. Chichlowski, M., J. Croom, B. McBride, G. Havenstein, and M. Koci. 2007. Metabolic and physiological impact of probiotics or direct-fed-microbials on poultry: a brief review of current knowledge. International Journal of Poultry Science, 6(10):694-704.
8. El-Deek, A., M. Al-Harthi, M. Osman, F. Al-Jassas, and R. Nassar. 2012. Hot pepper (Capsicum Annum) as an alternative to oxytetracycline in broiler diets and effects on productive traits, meat quality, immunological responses and plasma lipids. European Poultry Science, 76:73-80.
9. Etmektedir, S. İ. İ. 2017. The Increase in LEAP-2 mRNA Suggests a Synergistic Probiotics-Doxycycline Interaction in Chickens. Turkish Journal of Immunology, 5(1):5-12.
10. Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. Journal of Applied Bacteriology 66(5):365-378.
11. Gunal, M., G. Yayli, O. Kaya, N. Karahan, and O. Sulak. 2006. The effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acid supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. International Journal of Poultry Science, 5(2):149-155.
12. He, C. L., B. D. Fu, H. Q. Shen, X. L. Jiang, C. S. Zhang, S. C. Wu, W. Zhu, and X. B. Wei. 2011. Xiang-qi-tang increases avian pathogenic Escherichia coli-induced survival rate and regulates serum levels of tumor necrosis factor alpha, interleukin-1 and soluble endothelial protein C receptor in chicken. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 34(3):379-382.
13. Hocquellet, A., B. Odaert, C. Cabanne, A. Noubhani, W. Dieryck, G. Joucla, C. Le Senechal, M. Milenkov, S. Chaignepain, J. M. Schmitter, S. Claverol, X. Santarelli, E. J. Dufourc, M. Bonneu, B. Garbay, and P. Costaglioli. 2010. Structure-activity relationship of human liver-expressed antimicrobial peptide 2. Peptides, 31(1):58-66.
14. Huang, R. L., Y. L. Yin, G. Y. Wu, Y. G. Zhang, T. J. Li, L. L. Li, M. X. Li, Z. R. Tang, J. Zhang, B. Wang, J. H. He, and X. Z. Nie. 2005. Effect of dietary oligochitosan supplementation on ileal digestibility of nutrients and performance in broilers. Poultry Science, 84(9):1383-1388.
15. Jin, L., Y. Ho, N. Abdullah, and S. Jalaudin. 1996. Influence of dried Bacillus substillis and lactobacilli cultures on intestinal microflora and performance in broilers. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 9(4):397-404.
16. Madsen, S. L. and E. A. Wong. 2011. Expression of the chicken peptide transporter 1 and the peroxisome proliferator-activated receptor alpha following feed restriction and subsequent refeeding. Poultry Science, 90(10):2295-2300.
17. Majidzadeh Heravi, R., H. Kermanshahi, M. Sankian, M. Nassiri, A. H. Moussavi, L. R. Nasiraii, and A. Varasteh. 2011. Screening of lactobacilli bacteria isolated from gastrointestinal tract of broiler chickens for their use as probiotic. African Journal of Microbiology Research, 5(14):1858-1868.
18. Milanova, A., R. Santos, L. Lashev, V. Koinarski, and J. Fink-Gremmels. 2016. Influence of experimentally induced Eimeria tenella infection on gene expression of some host response factors in chickens. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine, 19:47-56.
19. 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. Poultry Science, 85(3):476-485.
20. Murry, A., A. Hinton, and R. Buhr. 2006. Effect of botanical probiotic containing lactobacilli on growth performance and populations of bacteria in the ceca, cloaca, and carcass rinse of broiler chickens. International Journal of Poultry Science, 5(4):344-350.
21. Palaniyandi, S. A., K. Damodharan, J.-W. Suh, and S. H. Yang. 2017. In vitro characterization of Lactobacillus plantarum strains with inhibitory activity on enteropathogens for use as potential animal probiotics. Indian journal of microbiology, 57(2):201-210.
22. Patterson, J. A. and K. M. Burkholder. 2003. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. Poultry Science, 82(4):627-631.
23. Pavlova, I., A. Milanova, S. Danova, and J. Fink-Gremmels. 2016. Enrofloxacin and Probiotic Lactobacilli Influence PepT1 and LEAP-2 mRNA Expression in Poultry. Probiotics Antimicrobial Proteins, 8(4):215-220.

24. Pluske, J. R., M. J. Thompson, C. S. Atwood, P. H. Bird, I. H. Williams, and P. E. Hartmann. 1996. Maintenance of villus height and crypt depth, and enhancement of disaccharide digestion and monosaccharide absorption, in piglets fed on cows' whole milk after weaning. British Journal of Nutrition, 76(3):409-422.
25. Reisinger, N., T. Steiner, S. Nitsch, G. Schatzmayr, and T. Applegate. 2011. Effects of a blend of essential oils on broiler performance and intestinal morphology during coccidial vaccine exposure. Journal of Applied Poultry Research, 20(3):272-283.
26. Rubio-Aliaga, I. and H. Daniel. 2008. Peptide transporters and their roles in physiological processes and drug disposition. Xenobiotica, 38(7-8):1022-1042.
27. Saki, A., M. Kalantar, and V. Khoramabadi. 2014. Effects of drinking thyme essence (Thymus vulgaris L.) on growth performance, immune response and intestinal selected bacterial population in broiler chickens. Poultry Science Journal, 2(2):113-123.
28. Samli, H. E., N. Senkoylu, F. Koc, M. Kanter, and A. Agma. 2007. Effects of Enterococcus faecium and dried whey on broiler performance, gut histomorphology and intestinal microbiota. Archives of Animal Nutrition, 61(1):42-49.
29. SAS Institute and 2008. SAS/STAT User's Guide: Statistics. Version 9.2 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
30. Shamoto, K. and K. Yamauchi. 2000. Recovery responses of chick intestinal villus morphology to different refeeding procedures. Poultry Science, 79(5):718-723.
31. Singh, J., A. Sethi, S. Sikka, M. Chatli, and P. Kumar. 2014. Effect of cinnamon (cinnamomum cassia) powder as a phytobiotic growth promoter in commercial broiler chickens. Animal Nutrition and Feed Technology, 14(3):471-479.
32. Townes, C. L., G. Michailidis, C. J. Nile, and J. Hall. 2004. Induction of cationic chicken liver-expressed antimicrobial peptide 2 in response to Salmonella enterica infection. Infection and Immunity, 72(12):6987-6993.
33. Tsirtsikos, P., K. Fegeros, C. Balaskas, A. Kominakis, and K. C. Mountzouris. 2012. Dietary probiotic inclusion level modulates intestinal mucin composition and mucosal morphology in broilers. Poultry Science, 91(8):1860-1868.
34. Watkins, B. A. and F. H. Kratzer. 1983. Effect of oral dosing of Lactobacillus strains on gut colonization and liver biotin in broiler chicks. Poultry Science, 62(10):2088-2094.
35. Yoon, C., C. Na, J. Park, S. Han, Y. Nam, and J. Kwon. 2004. Effect of feeding multiple probiotics on performance and fecal noxious gas emission in broiler chicks. Korean Journal of Poultry Science, 31(4):229-235.
36. Zhang, L., L. Zhang, X. Zhan, X. Zeng, L. Zhou, G. Cao, A. Chen, and C. Yang. 2016. Effects of dietary supplementation of probiotic, Clostridium butyricum, on growth performance, immune response, intestinal barrier function, and digestive enzyme activity in broiler chickens challenged with Escherichia coli K88. Journal of Animal Science and Biotechnology, 7:3.
37. Zwarycz, B. and E. A. Wong. 2013. Expression of the peptide transporters PepT1, PepT2, and PHT1 in the embryonic and post-hatch chick. Poultry Science, 92(5):1314-1321.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 549-563

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۵۶۳-۵۴۹

Effect of Antimicrobial Supplementation on Expression of Pept1, PepT2 and LEAP2 Transcripts in Gastrointestinal Tract of Broiler Chickens

Sajjad Hassanzadeh[1], Reza Majidzadeh Heravi[2*] and Ali Javadmanesh[2]

Submitted: 15-03-2019
Accepted: 12-11-2019

Introduction Unlike antibiotics, probiotic shows not only positive effects on microbiota in digestive tract but also helps in digestion process. Probiotic affects the commensal and pathogen bacterial balance in intestine and make changes in benefit of useful bacteria. On the other hand, the biological activity of herbal essential oils is discovered since many years ago. Herbal essential oils were suggested as the newest growth promoter replaced with traditional growth promoters such as antibiotics in animal production. It was showed that the use of probiotic can impact the expression of peptide carriers in the cytoplasmic membrane cells. On the cell membrane, the carrier proteins transfer the peptides as tri or di-peptides into the cell. The potential of carrier proteins in material transfer and other remedy activity attracted the attentions to use them as drug precursors. Some carrier proteins that shows the main role in peptide transfer included: Pept1 (intestinal oligopeptide transporter), PepT2 (Renal oligopeptide transporter) and LEAP2 (Liver expressed antimicrobial peptide 2). This study conducted to determine the effect of using antimicrobial supplements on the transcription of intestinal peptide carriers, the performance of broiler chickens and the histological components of intestine in condition of *Escherichia coli* K99 contamination.

Materials and Methods The experiment was designed on 400 Ross 308 broiler chicks with 8 experimental treatments including 5 replications and 20 birds per replicate. At 7 days of age, 10 pieces of each broiler chickens were isolated and inoculated with 10^7 *Escherichia coli* K99 pathogenic bacteria in a 2-times with interval of 3 days. Following the inoculation, the treatments were divided into two groups: challenged with *Escherichia coli* K99 and no challenge. The treatments were: 1- Basal diet (control), 2- Basal diet and probiotics (*Lactobacillus salivarius* and *Lactobacillus plantarum*, 10^9 cfu / kg) 3- Basal diet and herbal supplement with X-Tract (Pancosma LTD, Geneva, Switzerland) (a mixture of 2% thyme extract, 2% pepper and 5% cinnamon) 100 grams per ton in granular powder 4 - Basal diet and Oxytetracycline antibiotic 200-400 g per ton fed for 2 weeks. Body weight, feed intake, FCR and daily body weight gain was recorded at 10, 24 and 42 days. Chickens were slaughtered at 14 days and 21 days and jejunum and liver tissues sampled for gene expression and histomorphological evaluation respectively. Expression of PepT1and PepT2 in the jejunum and LEAP2 in the liver were measured and GAPDH was used as reference gene. Real time PCR reactions were done by ABI 7300 instrument. The chickens were brood based on Ross 308 manual (2014) and performance of birds include of body weight, average daily gain, feed intake and feed conversion ratio (FCR) were measured after end of each breeding period. The experiment was performed by completely random design in 8 treatments and analyzed by a 2*4 factorial method including challenge (2 levels) and supplement (4 levels) factors. The data was analyzed using SAS 9.2 with GLM procedure and the means compare by Tukey test.

Results and discussion The results of this study showed that the average daily gain in the probiotic group increased significantly in the challenge condition during the period of 11 to 24 days. In 25-42 period, the chickens were fed the diet contained probiotic showed the highest average daily gain although, there was no significant difference between the treatments in this period. In addition, the use of probiotic supplementation in challenge condition during the period of 11 to 24 days showed an increase in feed intake, which was similar to that of the control group in healthy group. The herbal supplement reduced daily intake in period of 11 to 24 days compared to other treatments. The use of probiotic in the feed under challenge induced a significant increase in the villi's height in jejunum. The supplementation of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus salivariuos* increased the width of villi on intestinal epithelium more than the other treatments. Depth of crypt of lieberkuhn was the least in the chickens feed by herbal supplement of X-tract. The expression levels of PepT1 and PepT2 transcripts in the intestinal tract and the LEAP2 transcript in the liver, it was shown that challenge in the chickens fed by supplements reduced the PepT1 expression whereas expression of this gene increased in control treatment. Similar interaction was observed in PepT2 expression except for chicken fed by herbal

1- Master of Science Graduated of Animal Physiology, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2- Assistant professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: rmajidzadeh@um.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.75166

supplement that showed an effect similar to control. Expression of LEAP2 reduced in all treatments under challenge with the *E .coli*, in comparison to healthy groups but reduction was minimum in the chickens fed by diet contained with probiotic.

Conclusion The results of this study suggested that the use of probiotic supplement can decrease the risk effects of microbial challenge and recovery period was probably shortened using probiotic in the diet.

Key words: Broiler chicken, Gene expression, Probiotic, PepT, LEAP2, X-Tract.

Contents

Ruminant Nutrition

The Effect of Probiotic and Prebiotic Supplements on Growth Performance, Blood Parameters and Skeletal Growth of Baluchi Male Lambs **421**
Masood Didarkhah and Moosa Vatandoost

Influence of Sesame Meal on Meat Fatty Acid Profile, and Digestibility in Fattening Lambs of Baluchi Breed **434**
Soheyla shabkhan shokatabad, Moslem bashtani and Seyed homayoun farhangfar

***In vitro* Fermentation Parameters of Diets Containing Different Levels of Mint Pulp and Chicory Pulp** **447**
Nasim Biabani, Farshid Fatahnia, Golnaz Taasoli, Mehdi Bahrami yekdangi and Hamid reza Mirzaie alamouti

Evaluation of Feeding Glucogenic, Lipogenic and their Mixture Diets on Performance, Ruminal Fermentation, Blood Metabolites and Preferences in Holstein Suckling Calves **464**
Saeed Seidali Doolatabad, Mohsen Sari and Gholam Reza Ghorbani

The Accuracy of some Models to Estimate the Coefficients of Gas Production Test in Corn Silage **478**
Khalil Zaboli, Sara Kalvandy and Mostafa Malecky

Poultry Nutrition

Determination of Nutritional Value and Nutrients Digestibility of Diets Containing Two Sources of Soluble and Insoluble Fibers in Ostrich **492**
Seyyed Mohammad Mirbehbahani, Seyyed Javad Hosseini-Vashan, Mohsen Mojtahedi, Seyyed Homayon Farhangfar and Seyyed Abdullah Hosseini

The Effect of Particle Size of Different Sources of Insoluble Fiber on Energy and Protein Efficiency Ratios and Welfare Indices of Broiler Chickens Fed a Barley-Based Diet **510**
Zeinab Pourazadi, Somayyeh Salari, Mohammad Reza Tabandeh and Mohammad Reza Abdollahi

Added value (matrix) of Lysophospholipids Supplementation on Metabolizable Energy of Different Fat Sources and Digestible Nutrients of Corn-Soybean Meal Diet in Broiler Chickens **527**
Ali Akbar Salari, Abolghasem Golian and Ahmad Hassanabadi

Analysis the Key Proponents of Poultry Industry Development Using Forecasting Approach **547**
M. Abdollahi Kalourazi , S. Baghersalimi and Alireza. Seidavi

Physiology

Effect of Antimicrobial Supplementation on Expression of Pept1, PepT2 and LEAP2 Transcripts in Gastrointestinal Tract of Broiler Chickens **562**
Sajjad Hassanzadeh, Reza Majidzadeh Heravi and Ali Javadmanesh

« Scientific Journal»
Iranian Journal of Animal Science Research

Vol. 12 **No. 4** **Winter 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 Resourses 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.Tahmoores pour	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