نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۳۵۲-۳۳۹

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 3, Fall 2018, p. 339-352

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای مواد مغذی گیاهان شورزی سلمکی ساقه‌سفید، سیاه‌شور و اشنان به صورت انفرادی یا مخلوط در شترهای یک کوهانه

اکبر ابرغانی[۱]- مرتضی چاجی[۲*]- هرمز منصوری[۳]- مرتضی مموی[۴]- خلیل میرزاده[۲]- هدایت اله روشنفکر[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۰۲

چکیده

در این مطالعه ارزش تغذیه‌ای (ترکیب شیمیایی و تجزیه‌پذیری) سه گونه گیاهی شورزی تحت چرای شترهای یک کوهانه به‌نام‌های سلمکی ساقه سفید، سیاه‌شور و اشنان به‌صورت انفرادی یا با جایگزینی صفر، ۳۳/۵، ۶۶/۵ و ۱۰۰ درصد به جای همدیگر در قالب ۹ تیمار آزمایشی با طرح آزمایشی کاملاً تصادفی به روش کیسه‌های نایلونی مورد بررسی قرار گرفت. از دو نفر شتر ماده چهار ساله تک کوهانه دارای فیستولای شکمبه‌ای تغذیه شده با کاه گندم، سلمکی ساقه‌سفید و علوفه یونجه استفاده شد. سلمکی بالاترین همی‌سلولز، NDF و ماده آلی را بین سه گیاه شورزی داشت. بالاترین غلظت تانن و اگزالات و اسیدهای آلی مربوط به اشنان بود. گیاهان سلمکی ساقه‌سفید پایین‌ترین و اشنان بالاترین درصد تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک را داشتند (P<۰/۰۵). تجزیه‌پذیری ماده آلی تیمار حاوی اشنان و سیاه‌شور به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای حاوی سلمکی ساقه‌سفید بودند (P<۰/۰۵). تیمارحاوی ۶۶/۵ درصد اشنان+ ۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۷) بالاترین و سلمکی ساقه‌سفید (تیمار ۲) پایین‌ترین درصد تجزیه‌پذیری NDF را در بین تیمارهای آزمایشی داشتند (P<۰/۰۵). تیمار حاوی ۶۶/۵ درصد اشنان+۳۳/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید (تیمار ۱)، بالاترین تجزیه‌پذیری پروتئین خام و سلمکی ساقه‌سفید پایین‌ترین درصد را داشت. نتایج نشان داد که در ساعات اولیه انکوباسیون، سرعت تجزیه پروتئین بیشتر از سرعت تجزیه ماده خشک، ماده آلی و NDF تیمارهای آزمایشی بود. لذا، طبق نتایج مربوط به تجزیه ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام، بهترین مخلوط گیاهی برای تغذیه بهتر شترهای چراگر تیمارهای فاقد سلمکی (تیمارهای ۵، ۷ و ۸) می‌باشد؛ اما طبق داده‌های ترکیب شیمیایی و تجزیه پروتئین تیمارهای حاوی سلمکی بهترین مخلوط هستند (تیمارهای ۱، ۳، ۴ و ۶ به‌جز ۲). بنابراین، به نظر می‌رسد یکی از راه‌کارها برای بهبود هضم‌پذیری گیاهان شورزی در شترها مخلوط کردن این گیاهان با یکدیگر است که طبق نتایج آزمایش حاضر به نظر می‌رسد بهترین تیمار برای تغذیه شترها شامل مخلوطی از سلمکی ساقه‌سفید با سیاه‌شور یا اشنان باشد.

واژه‌های کلیدی: اگزالات، اسیدهای آلی، تانن، ترکیبات فنولی، کیسه‌های نایلونی

مقدمه

گیاهان شورزیست توانایی بقاء و ادامه حیات در خاک‌های نمکی و قلیایی را داشته و در برابر خشکی مقاوم هستند. در برخی از مناطق جهان از جمله ایران، گیاهان شورزی به‌عنوان منابع علوفه برای دام‌های چراکننده از جمله شترها محسوب می‌گردند. حدود ۲۶ خانواده از گونه‌های شورزی در مناطق مرکزی و جنوبی ایران شناخته شده‌اند که بیش از ۷۰ درصد آنها متعلق به خانواده اسفنجیان می‌باشند (۲۰).

توجه به کشت گیاهان شورزی به‌عنوان منابع علوفه‌ای در خاک‌های مناطق شور جهت بهبود تولیدات دامی رو به افزایش است (۱۰)، با این وجود، برخی از عوامل ارزش تغذیه‌ای آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۱). ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم مواد مغذی در گیاهان شورزی تحت تاثیر بلوغ آنها قرار می‌گیرد (۱۰ و ۱۱)، با این وجود در برخی از آنها مقدار پروتئین خام و قابلیت هضم ممکن است با علوفه‌ای مانند یونجه قابل مقایسه باشد (۲۳).

گیاهان شورزی نظیر آتریپلکس‌ها، حاوی برخی از متابولیت‌های ثانویه به‌ویژه تانن‌های متراکم می‌باشند که موجب ایجاد محدودیت در مصرف و عملکرد دام می‌شود (۷). مقدار مواد معدنی در گونه‌های

۱، ۲ و ۴- به‌ترتیب دانش‌آموخته دکتری تغذیه دام، دانشیاران و استادان گروه علوم دامی، دانشکده علوم‌دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۳- استادیار پژوهشی بازنشسته موسسه تحقیقات علوم دامی کشور
(*- نویسنده مسئول: (Email: chaji@ramin.ac.ir
DOI: 10.22067/ijasr.v10i3.63675

آتریپلکس بسته به گونه، منطقه جغرافیایی و مرحله رشد تغییرات زیادی دارند (۱۳). گیاه سیاه‌شور[1] را می‌توان برای جایگزینی در جیره بره‌های پرواری به جای علوفه‌های متداول استفاده کرد (۲۴). سیاه شور برای گوسفند و شتر (۱۰) علوفه خوش‌خوراکی است در حالی‌که، ارزش تغذیه‌ای اشنان[2] به خوبی مورد بررسی قرار نگرفته و منابع بسیار محدود و ناقصی در این زمینه وجود دارد. گونه‌های گیاهی سلمکی ساقه‌سفید[3]، سیاه‌شور و اشنان که متعلق به خانواده اسفنجیان می‌باشند، گونه‌های بوته‌ای غالب در مناطق بیابانی استان خوزستان بوده و علوفه خوبی را برای مصرف دام‌های نشخوارکننده به‌ویژه شترهای تک کوهانه فراهم می‌کنند، با این وجود مطالعات محدودی روی قابلیت هضم برخی از آنها در داخل (۲۵) و خارج از کشور (۱۰) انجام گرفته است. از طرف دیگر هیچ مطالعه‌ای روی مقدار مواد مغذی و قابلیت هضم مخلوطی از آنها که با نسبت‌های مناسبی جایگزین همدیگر شده باشند انجام نگرفته است، این موضوع از آن جهت اهمیت دارد که شترهای تک کوهانه ممکن است مقادیر متفاوتی از گیاهان مذکور را جهت تأمین احتیاجات خود چرا کنند.

لذا هدف از انجام آزمایش حاضر، تعیین ترکیب شیمیایی، برخی از ترکیبات ثانویه گیاهی (دارای اثرات ضد تغذیه‌ای) و درصد تجزیه پذیری شکمبه‌ای ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و پروتئین خام گیاهان شورزیست سلمکی ساقه‌سفید، سیاه‌شور و اشنان به‌طور انفرادی و یا به‌صورت مخلوط با هم از طریق روش کیسه‌های نایلونی بود، تا تیمارهای مناسب از لحاظ ارزش تغذیه‌ای مشخص گردند و بتوان بهترین نسبت آنها را برای برآورده کردن نیاز شترها و استقرار در مراتع تحت چرای شترهای تک کوهانه پیدا کرد. با داشتن این اطلاعات هنگام احیای مراتع می‌توان بهترین ترکیب از این گیاهان را در مرتع استقرار داد.

مواد و روش‌ها

محل آزمایش و دام‌های آزمایشی: تحیق حاضر در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد. در آزمایش حاضر از دو نفر شتر ماده چهار ساله تک کوهانه استفاده شد. شکمبه شترها فیستولاگذاری شد.

تهیه نمونه‌های گیاهی: نمونه‌های گیاهی شامل سلمکی ساقه‌سفید، سیاه‌شور و اشنان در طول فصل چرای پاییزه و زمستانه از مراتع تحت چرای شترهای تک کوهانه در جنوب استان خوزستان شامل سه ناحیه چرایی هویزه، جفیر و جاده اهواز به آبادان و خرمشهر جمع‌آوری شدند. از نظر جغرافیایی مراتع مورد مطالعه مابین عرض جغرافیایی ″۱۶، ′۱۰، °۳۱ تا ۱۵، ′۹، °۳۱ شمالی و طول جغرافیایی ″۷، ′۱۴، °۴۸ تا ″۴۴، ′۶، °۴۸ شرقی در منطقه جفیر با ۶ تا ۲۳ متر ارتفاع، مابین عرض جغرافیایی ″۱۸، ′۲۸، °۳۱ تا ۵۳، ′۱۸، °۳۱ شمالی و طول جغرافیایی ″۴۴، ′۱۹، °۴۸ تا ″۲۵، ′۵۶، °۴۷ شرقی در منطقه هویزه با ارتفاع ۶ تا ۱۲ متر و مابین عرض جغرافیایی ″۹، ′۱۰، °۳۱ تا ۲۲، ′۶، °۳۱ شمالی و طول جغرافیایی ″۴۱، ′۲۰، °۴۸ تا ″۴۹، ′۱۶، °۴۸ شرقی در منطقه جاده آبادان- خرمشهر با ارتفاع ۶ تا ۱۲ متر از سطح دریا واقع شده‌اند. گیاهان جمع‌آوری شده بر اساس درصد ماده خشک مخلوط شده و تیمارهای ترکیبی تهیه شدند. نمونه‌های هر گیاه به‌مدت ۱۰ روز و به‌صورت روزانه و به تعداد چهار تکرار (هر تکرار شامل چهار بوته) در چهار نقطه از هر ناحیه چرایی در دو فصل چرای پاییزه و زمستانه (۳۶ نمونه) تهیه شده و سپس با یکدیگر مخلوط شدند.

تیمارهای مورد مطالعه در این آزمایش شامل: ۱- ۳۳/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید + ۶۶/۵ درصد اشنان (تیمار ۱)؛ ۲- ۱۰۰ درصد سلمکی ساقه‌سفید (تیمار ۲)؛ ۳- ۶۶/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید + ۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۳)؛ ۴- ۶۶/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید + ۳۳/۵ درصد اشنان (تیمار ۴)؛ ۵- ۱۰۰ درصد اشنان (تیمار ۵)؛ ۶- ۳۳/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید + ۶۶/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۶)؛ ۷- ۶۶/۵ درصد اشنان + ۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۷)؛ ۸- ۶۶/۵ درصد سیاه‌شور + ۳۳/۵ درصد اشنان (تیمار ۸)؛ ۹- ۱۰۰ درصد سیاه‌شور (تیمار ۹) بودند.

تجزیه شیمیایی: نمونه‌ها در آون (Memmert، آلمان) در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و با الک ۲ میلی‌متری آسیاب شدند. خاکستر نمونه‌ها به‌وسیله کوره الکتریکی (اکسایتون، ایران) در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت سه ساعت اندازه‌گیری شدند (۲). ماده آلی نمونه‌ها به روش تفاوت و با کسر خاکستر از ماده خشک محاسبه شد. الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) بدون به‌کار بردن سولفیت سدیم و آمیلاز اندازه‌گیری شدند و برای خاکستر باقیمانده تصحیح شدند (۲۶). الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) و لیگنین حاصل از شوینده اسیدی (ADL) اندازه گیری و نسبت به خاکستر نیز تصحیح شد (۱۲). عصاره اتری با روش سوکسله دستی و با استفاده از دی‌اتیل اتر به‌عنوان حلال تعیین شد (۲). پروتئین خام با استفاده از روش میکروکجلدال (کجلدال اتوماتیک، Foss 2033، سوئد). کربوهیدرات‌های غیرفیبری با رابطه (۱) محاسبه شد:

$$NFC = 100-(Ash+CP+NDF+EE) \quad \text{رابطه (۱)}$$

همی‌سلولز و سلولز به‌ترتیب با روابط (۲) و (۳) محاسبه شدند:

$$NDFom- ADFom \quad \text{رابطه (۲)}$$

1- *Suaeda fruticosa*
2- *Seidlitzia rosmarinus*
3- *Atriplex leucoclada*

رابطه (۳) $ADFom- ADL_{(ash\ free)}$

کربوهیدرات‌های محلول، نشاسته، مقدار اسیدهای آلی و فیبر محلول در شوینده خنثی اندازه‌گیری شدند (۱۵). به‌طور خلاصه، ۰/۲ گرم نمونه (۲ تکرار) در لوله‌های درپوش‌دار تفلونی با ۴۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد مخلوط شد، سپس به مدت ۴ ساعت در دمای ۱۷ تا ۲۴ درجه سلسیوس بر روی یک شیکر تکان داده شدند. با استفاده از کاغذ صافی واتمن و قیف بوخنر، محلول تحت خلاء فیلتر شد تا نشاسته در باقیمانده نامحلول حاصل از اتانول ۸۰ درصد (EIR) تعیین شود. باقیمانده حاصل از فیلتراسیون دو بار با اتانول ۸۰ درصد و دو بار نیز با استون شستشو شد. نمونه‌های مرطوب در یک آون تحت خلاء در دمای ۵۵ درجه سلسیوس خشک شدند تا جهت تعیین مقدار نشاسته به‌کار برده شوند. مراحل تعیین نشاسته به‌ترتیب شامل ژلاتینه کردن، هیدرولیز کردن با آنزیم‌های آلفا آمیلاز مقاوم به گرما و آمیلوگلوکوزیداز، سنجش گلوکز در نمونه‌های هیدرولیز شده و در نهایت محاسبه میزان نشاسته از روی گلوکز با رابطه (۴) بود:

رابطه (۴) نشاسته= مقدار گلوکز × ۰/۹

عصاره حاصل از اتانول ۸۰ درصد که در بالا به آن اشاره شد، در یک بالن حجمی برای تعیین کل کربوهیدرات‌های محلول در اتانول ۸۰ درصد (TESC) با استفاده از استاندارد سوکروز جمع‌آوری شد. ماده آلی باقیمانده نامحلول حاصل از اتانول ۸۰ درصد (EIROM) (۲) و پروتئین خام آن (EIRCP) به روش کجلدال تعیین شد. مقدار اسیدهای آلی (OA) و الیاف محلول در شوینده خنثی (NDSF) با روش تفاوت و طبق روابط (۵) و (۶) محاسبه شدند (۱۵):

رابطه (۵)

$$OA = OM - CP - EIROM + EIRCP - EE - TESC$$

رابطه (۶)

$$NDSF=OM-(CP+EE+TESC+Starch+NDF)-OA$$

مقدار تانن (۱۷) و اگزالات (۱۹) نمونه‌های گیاهی در مرکز تحقیقات علوم‌دامی کشور اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری مواد مغذی با کیسه‌های نایلونی

نایلونی: برای تعیین تجزیه‌پذیری، شترهای فیستوله‌گذاری شده به مدت ۱۴ روز با جیره‌ای که حاوی ۷۰ درصد کاه، ۲۰ درصد سلمکی ساقه‌سفید و ۱۰ درصد یونجه بود در حد نگهداری تغذیه شدند. برای نگهداری شترها روزانه در حدود ۸۵/۶ مگاکالری انرژی قابل متابولیسم احتیاج دارند (۱ و ۳). نمونه تهیه شده از تیمارهای آزمایشی را با آسیاب دارای غربال دو میلی‌متری آسیاب کرده و به منظور جلوگیری از خروج ذرات خیلی ریز از منافذ کیسه‌های نایلونی، نمونه آسیاب شده با استفاده از الک ۴۵ میکرومتر غربال شد (۳). مقدار پنج گرم از نمونه باقیمانده در روی الک، در هر کیسه نایلونی (به ابعاد ۱۰ × ۲۱ سانتی‌متر، با قطر منافذ بین ۴۵ تا ۵۰ میکرومتر) ریخته و درب کیسه‌ها بسته شدند. کیسه‌های نایلونی محتوی نمونه‌ها از طریق فیستوله شکمبه‌ای در داخل شکمبه، غوطه‌ور شدند، برای هر زمان در هر دام سه کیسه به‌عنوان تکرار و در مجموع شش تکرار، در نظر گرفته شد. کیسه‌های محتوی هر ماده خوراکی در فواصل زمانی صفر، دو، چهار، شش، هشت، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون از شکمبه خارج شدند و تا زمان خروج آب کاملاً زلال با آب سرد شستشو داده شدند. برای زمان صفر کیسه حاوی نمونه بدون شکمبه‌گذاری زیر شیر آب شسته شد. سپس کیسه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سلسیوس در آون خشک شدند. پس از توزین و تعیین میزان ماده خشک، مقدار ماده آلی، پروتئین خام و الیاف حاصل از شوینده خنثی، تعیین شدند. درصد تجزیه‌پذیری مواد مغذی در نمونه‌ها با استفاده از اختلاف ماده اولیه و باقیمانده محاسبه شدند.

در رابطه (۷) فراسنجه تجزیه‌پذیری بر اساس مدل نمایی (۱۸) محاسبه شدند:

رابطه (۷) $P= a + b\ (1- e^{-ct})$

در این معادله، P: پتانسیل تجزیه‌پذیری (درصد)، a: بخش سریع تجزیه (درصد)، b: بخش کند تجزیه یا دارای پتانسیل تجزیه در واحد زمان (درصد)، c: نرخ تجزیه (درصد در ساعت) را نشان می‌دهد.

از آنجایی‌که این رابطه سرعت عبور مواد از شکمبه را در نظر نمی‌گیرد، به همین جهت از رابطه (۸) برای بیان تجزیه‌پذیری با در نظر گرفتن نرخ عبور و نرخ تجزیه یا تجزیه‌پذیری موثر (ED) استفاده شد (۱۸):

رابطه (۸) $ED = a + [\ (b\times c)/\ (c+r)]$

در این مدل، a: بخش سریع تجزیه، b: بخش آهسته تجزیه، c: سرعت تجزیه، r: سرعت عبور مواد از شکمبه می‌باشد. مقدار r بر اساس سطوح مصرف خوراک توسط دام برآورد می‌شود و مقدار آن در سطح برابر نگهداری ۰/۰۲ می‌باشد (۳).

تجزیه آماری: روش مدل خطی عمومی (GLM) در نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۰) جهت تجزیه داده‌ها به‌کار برده شدند، که طبق مدل زیر تجزیه شدند:

رابطه (۹) $Y_{ik} = \mu + \tau_k + \varepsilon_{ik}$

در این مدل، Y_{ik}= متغیر مستقل، μ= میانگین کل، τ_k = تاثیر تیمار آزمایشی (نوع گیاه شورزی)، ε_{ik}= اثر اشتباه آزمایشی بود. مقایسه میانگین تیمارها در سطح احتمال خطای ۵ درصد و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی و ترکیبات ثانویه گیاهی: برخی از ترکیب شیمیایی و ترکیبات ثانویه گیاهی نظیر ترکیبات فنلی، تانن‌ها و اگزالات سه گونه گیاهان مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی و ترکیبات ثانویه گیاهی (درصد ماده خشک) در گونه‌های گیاهی مورد مطالعه

Table 1- Chemical composition and secondary metabolites (DM%) in evaluated plant species

	سلمکی ساقه‌سفید *Atriplex leucoclada*	اشنان *Seidlitzia rosmarinus*	سیاه‌شور *Suaeda fruticose*	
	Mean ± SD	**Mean ± SD**	**Mean ± SD**	**SEM**
تعداد نمونه Sample number	36	36	36	-
ماده خشک (علوفه‌تازه)[1] Dry matter (Fresh forage)	42.20	38.20	37.70	-
ماده خشک (علوفه هوا خشک شده)[1] Dry matter (As-fed forage)	94.64	94.23	94.33	0.219
ماده آلی Organic matter	86.00^{a}	68.8^{b}	70.3^{b}	1.85
پروتئین خام Crude Protein	5.79^{b}	11.72^{a}	12.00^{a}	0.529
عصاره اتری Ether extract	1.20^{b}	1.52^{ab}	1.78^{a}	0.15
خاکستر Ash	13.96^{b}	31.14^{a}	29.66^{a}	1.78
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	67.62^{a}	38.02^{b}	43.84^{b}	2.23
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF	42.69^{a}	20.24^{b}	25.6^{b}	1.99
لیگنین Lignin	8.55^{a}	5.22^{b}	7.2^{a}	0.51
همی‌سلولز Hemicellulose	25.53^{a}	15.98^{c}	18.62^{b}	0.605
سلولز Cellulose	31.96^{a}	13.97^{b}	15.07^{b}	1.46
NFC کربوهیدرات‌های غیر فیبری	11.43^{b}	17.61^{a}	12.72^{b}	1.10
NDSF الیاف محلول در شوینده خنثی	5.34^{b}	11.10^{a}	6.00^{b}	1.08
TESC کربوهیدرات‌های محلول در اتانول ۸۰ درصد	0.287^{c}	0.302^{b}	0.398^{a}	0.04
نشاسته Starch	0.45^{b}	0.42^{b}	0.69^{a}	0.085
اسیدهای آلی Organic acids	0.007	0.018	0.012	0.0038
ترکیبات ثانویه گیاهی Plant secondary metabolites				
تعداد نمونه Sample number	9	9	9	-
کل‌ترکیبات فنلی Total phenolic compounds	1.137^{c}	1.319^{b}	2.308^{a}	0.20
کل تانن Total Tannin	0.348^{a}	0.48^{a}	0.331^{b}	0.113
کل اگزالات Total Oxalate	2.6^{c}	3.8^{a}	3.2^{b}	0.16

[1]ماده خشک علوفه تازه: نمونه‌ها بلافاصله بعد از برداشت در آون خشک شدند، ماده خشک علوفه هوا خشک: نمونه‌ها در سایه خشک شدند بعد با آون ماده خشک آنها سنجش شد.
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها. میانگین‌ها داخل هر ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

NFC: Non-fibrous carbohydrates
NDSF: Neutral detergent soluble fiber
TESC: Total 80% Ethanol-Soluble Carbohydrate
[1]Dry matter of fresh forage: Samples were dried immediately after harvesting; Dry matter (As-fed forage): Samples were oven died, after air-drying.
SEM: Standard error of means
Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

تجزیه‌پذیری ماده خشک: داده‌های مربوط به درصد و روند تجزیه‌پذیری ماده خشک و همچنین روند تجزیه ماده خشک تیمارهای آزمایشی در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که گیاه اشنان بالاترین و سلمکی ساقه‌سفید پایین‌ترین درصد تجزیه پذیری و نیز پتانسیل تجزیه ماده خشک را در بین تیمارهای آزمایشی داشتند، با این وجود بین گیاه اشنان و مخلوط اشنان و سیاه‌شور (تیمار ۷ و ۸) از نظر تجزیه‌پذیری ماده خشک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P<0/05$). بین سیاه‌شور (تیمار ۹) و تیمار دارای ۶۶/۵ درصد سیاه‌شور + ۳۳/۵ درصد اشنان (تیمار ۸) نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما تیمار دارای ۶۶/۵ درصد اشنان + ۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۷) نسبت به سیاه‌شور به‌طور معنی‌داری دارای قابلیت هضم ماده خشک بالاتری است، این امر نشان‌دهنده آن است که جایگزینی درصد بالای اشنان به جای سیاه‌شور به‌طور موثرتری تجزیه‌پذیری ماده خشک را در مقایسه با درصد پایین آن بالا می‌برد.

با توجه به نتایج جدول ۲، همه تیمارهای حاوی سلمکی ساقه‌سفید نسبت به تیمارهای حاوی اشنان و سیاه‌شور خالص دارای تجزیه‌پذیری ماده خشک پایین‌تری بودند با این تفاوت که تیمارهای با درصد پایین سلمکی ساقه‌سفید تفاوت معنی‌داری با سیاه‌شور نداشتند. تیمارهای دارای ۶۶/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید به‌طور معنی‌داری دارای تجزیه‌پذیری ماده خشک پایین‌تری نسبت به تیمارهای حاوی ۳۳/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید بودند، به عبارت دیگر با افزایش جایگزینی سلمکی ساقه‌سفید میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک کاهش یافته است. گیاه سلمکی ساقه‌سفید در مقایسه با دو گیاه اشنان و سیاه‌شور در دوره چرای پاییزه و زمستانه در مرحله رسیدن دانه و مرحله خواب بود (۸ و ۱۱) و این بلوغ به احتمال زیاد روی مقدار الیاف و دیواره لیگنینی شده تاثیر گذاشته و از آنجا که گیاه سلمکی ساقه‌سفید حاوی NDF، ADF و لیگنین بالاتری (جدول ۱) نسبت به اشنان و سیاه‌شور بود، احتمالاً این مورد موجب کاهش تجزیه ماده خشک در گیاه سلمکی ساقه‌سفید نسبت به سایر تیمارها و یا تیمارهای حاوی درصد بالای سلمکی ساقه‌سفید نسبت به تیمارهای با درصد پایین سلمکی ساقه‌سفید و همچنین تیمارهای صرفاً حاوی اشنان و سیاه‌شور شده است، زیرا گزارش شده که بین قابلیت هضم ماده خشک و میزان لیگنین همبستگی منفی وجود دارد (۱۴ و ۲۲). نمونه‌های اشنان و سیاه‌شور به‌کاربرده شده در این آزمایش حاوی بلورهای بسیار ریز نمک بودند (خاکستر بالا در جدول ۱) و لذا این احتمال وجود دارد که درصدی از قابلیت هضم بالای ماده خشک تیمارهای حاوی سیاه‌شور و یا اشنان نسبت به سلمکی ساقه‌سفید ناشی از شسته شدن نمک گیاهان مذکور در کیسه‌های نایلونی شناور در مایع حجیم شکمبه باشد.

تجزیه‌پذیری ماده خشک در تیمار حاوی ۱۰۰ درصد اشنان (تیمار ۵) با تیمارحاوی ۶۶/۵ درصد اشنان+۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۷) مشابه بود، اما تجزیه‌پذیری ماده خشک هر دو نسبت به تیمار حاوی ۱۰۰ درصد سیاه‌شور (تیمار ۹) به‌طور معنی‌داری بیشتر بودند، تفاوت مذکور احتمالاً ناشی از تاثیرگذاری مقدار اندک خاکستر موجود در سیاه‌شور (۲۹/۷ درصد) نسبت به اشنان (۳۱ درصد) و مقدار بالای ترکیبات فنلی در سیاه‌شور (۲/۳ درصد) نسبت به اشنان (۱/۳۲ درصد) باشد (جدول ۱)، این احتمال نیز وجود دارد که اثر ترکیبات فنلی روی کاهش میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک در سیاه‌شور بالاتر از اثر اگزالات بالا در اشنان (۳/۸ درصد) نسبت به سیاه‌شور (۳/۲ درصد) بوده است. ترکیبات فنلی روی میکروارگانیسم‌های شکمبه تاثیر منفی گذاشته و از طریق مهار آنزیم‌های مترشحه از آنها هضم میکروبی را دچار اختلال می‌نماید (۲۷)، ولی اگزالات از طریق ایجاد کمپلکس معدنی موجب اختلال در هضم خاکستر و کاهش تجزیه‌پذیری ماده خشک می‌گردد (۱۰ و ۲۷).

ترتیب تجزیه‌پذیری موثر تیمارهای آزمایشی مشابه با مقادیر و پتانسیل تجزیه‌پذیری ماده خشک بود (جدول ۲)، یعنی سلمکی ساقه‌سفید پایین‌ترین و اشنان بالاترین مقدار تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک را داشتند. تیمارهای حاوی سلمکی ساقه‌سفید نسبت به تیمارهای دارای سیاه‌شور و اشنان از تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک پایین‌تری برخوردار بودند.

نرخ تجزیه‌پذیری ماده خشک در گیاه اشنان به طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود و با جایگزینی ۳۳/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید به جای اشنان تغییر معنی‌داری در نرخ تجزیه ماده خشک به‌وجود آمد (تیمار ۱ در مقابل تیمار ۵). سرعت تجزیه‌پذیری ماده خشک در سیاه‌شور و تیمار یک مشابه بود، اما تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها (به استثنای تیمار ۷) داشتند ($P<0/05$). سرعت تجزیه-پذیری بیشتر اشنان نسبت به سایر تیمارها ممکن است ناشی از پایین بودن مقدار NDF و بالا بودن مقدار کربوهیدرات‌های غیر فیبری در آن باشد، با این وجود محتمل است که شسته شدن نمک بالای آن در شکمبه در بالا بردن سرعت تجزیه ماده خشک تاثیر گذاشته باشد. الیاف طبیعی موجود در گیاه معمولاً به صورت مخلوطی از همی‌سلولز، سلولز و لیگنین است و این ترکیبات با سرعت‌های متفاوتی هضم می‌شوند. مقدار سلولز در سلمکی ساقه‌سفید بالاتر از اشنان و سیاه‌شور بود (جدول ۱) و این احتمال وجود دارد که این امر موجب کاهش معنی‌دار سرعت تجزیه‌پذیری ماده خشک در سلمکی ساقه‌سفید نسبت به اشنان و سیاه‌شور شده است.

جدول ۲- فراسنجه‌ها و روند تجزیه‌پذیری ماده خشک تیمارهای آزمایشی

Table 2- Degradation Parameters and kinetics of treatments dry matter

تیمارها Treatments	ساعت انکوباسیون Incubation time											فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری Degradation parameters				
	0	2	4	6	8	10	12	24	48	72	96	a	b	P	c	ED
1	22.0±0.9	28.1±0.7	30.0±0.5	37.3±1.3	44.7±1.3	46.2±2.5	49.6±2.1	55.4±0.5	60.4±0.9	61.2±0.6	61.6±0.7^{dc}	20.8±1.1	40.2±1.2	61.1±1.1	0.095±0.006	54.5
2	8.4±0.5	15.4±0.4	15.5±0.7	21.0±0.11	22.5±1.5	27.1±1.6	29.0±1.2	32.0±0.8	38.0±0.4	38.7±0.5	40.3±0.4^{f}	9.3±0.8	29.7±0.9	39.0±0.8	0.080±0.006	30.8
3	22.7±0.8	24.4±0.6	25.4±0.6	29.2±0.6	32.6±1.2	37.8±1.5	40.1±5.8	42.7±1.1	45.7±1.0	46.5±0.5	54.1±5.2^{e}	21.2±1.9	28.2±2.3	49.4±2.1	0.070±0.01	40.8
4	14.0±1.5	26.0±0.4	28.0±2.4	28.9±1.8	37.4±0.8	37.9±1.6	39.6±1.2	45.1±1.5	51.1±1.1	54.2±0.9	54.5±0.7^{e}	17.0±1.2	36.0±1.4	53.0±1.2	0.080±0.008	43.5
5	22.4±1.2	37.2±0.5	39.5±0.8	47.7±3.2	53.9±1.6	59.6±2.2	60.1±0.9	61.5±4.7	70.4±0.4	72.5±1.2	75.3±0.2^{a}	24.1±1.9	47.2±2.1	71.3±2.1	0.120±0.01	61.7
6	29.7±0.6	31.0±0.2	31.3±0.8	38.8±1.3	42.9±1.6	44.0± 1.5	45.5±1.0	51.0±0.5	54.1±1.3	57.3±0.7	59.7±2de	28.2±1	29.4±1.2	57.6±1.1	0.070±0.007	48.7
7	34.9±0.5	38.4±0.4	38.7±0.8	44.5±2.7	51.4±1.2	52.8±3.0	57.3±2.2	58.6±9.2	63.8±1.4	73.3±0.7	74.0±0.6^{a}	34.8±2.3	36.7±2.8	71.5±2.6	0.090±0.01	58.9
8	35.6±0.7	38.4±0.5	38.8±0.3	46.5±1.5	52.9±3.7	54.8±0.9	60.0±1.8	61.0±1.4	65.7±1.0	67.9±1.8	71.2±1.6^{ab}	33.4±1.5	34.9±1.7	68.3±1.6	0.080±0.01	59.4
9	26.4±0.4	39.5±0.3	40.1±0.25	42.4±1.4	48.7±1	49.4±1.1	56.1±0.6	60.8±2.9	61.9±0.9	64.6±0.6	66.3±0.8^{bc}	28.6±1.1	35.7±1.3	64.3±1.1	0.100±0.008	56.2

۳۳/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۶۶/۵ درصد اشنان (تیمار ۱)، ۱۰۰ درصد سلمکی ساقه‌سفید (تیمار ۲)، ۶۶/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۳)، ۶۶/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۳۳/۵ درصد اشنان (تیمار ۴)، ۱۰۰ درصد اشنان (تیمار ۵)، ۳۳/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۶۶/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۶)، ۶۶/۵ درصد اشنان+ ۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۷)، ۶۶/۵ درصد سیاه‌شور + ۳۳/۵ درصد اشنان (تیمار ۸)، ۱۰۰ درصد سیاه‌شور (تیمار ۹).

a: بخش سریع التجزیه، b: بخش کند تجزیه، P: پتانسیل تجزیه‌پذیری، c: ثابت نرخ تجزیه، ED: تجزیه‌پذیری موثر

میانگین‌ها در داخل یک ستون با حروف مختلف اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵)

33.5% AL+ 66.5% SR (Treatment 1), 100% AL (Treatment2), 66.5% AL+ 33.5% SF (Treatment 3), 66.5% AL+ 33.5% SR (Treatment 4), 100% SR (Treatment 5), 33.5% AL+ 66.5% SF (Treatment 6), 66.5% SR+ 33.5% SF (Treatment 7), 66.5% SF+ 33.5% SR (Treatment 8), 100% SF (Treatment 9).

AL: *Atriplex leucoclada*, SR: *Seidlitzia rosmarinus,* SF: *Suaeda fruticose*.

a: Fast degradable fraction, b: Slowly degradable fraction, c: Degradation rate, ED: Effective degradability

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

جدول ۳- فراسنجه‌ها و روند تجزیه‌پذیری ماده آلی تیمارهای آزمایشی

Table 3- Degradation Parameters and kinetics of treatments organic matter

تیمارها Treatments	ساعت انکوباسیون Incubation time											فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری Degradation parameters				
	0	2	4	6	8	10	12	24	48	72	96	a	b	P	c	ED
1	1.7±3.0	0.9±9.1	1.0±11.0	2.4±23.1	1.2±28.1	4.9±29.2	1.2±42.2	0.7±48.5	2.8±48.6	2.7±50.3	1.7^{b}±51.3	0.36±0.56	1.5±51.1	6.3±51.2	0.010±0.10	39.3
2	0.5±2.4	1.2±7.6	0.07±8.5	2.5±14.7	2.8±17.5	1.4±24.4	0.9±24.9	2.4±30.5	0.1±30.8	0.7±32.5	0.7^{c}±33.8	1.3±1.1	1.5±31.7	1.4±32.8	0.010±0.10	25.6
3	0.7±7.0	1.5±11.5	0.8±13.6	1.6±15.3	0.2±15.6	1.1±20.6	0.9±28.7	0.6±34.3	1.5±34.9	2±38.3	2.1^{b}±47.3	1.5±7.0	1.9±35.1	1.7±42.1	0.080±0.08	29.6
4	1.3±4.5	2.6±13.3	0.3±14.4	1±16.1	3.4±25.5	1.2±29.7	2.1±33.8	1.2±40.5	3.5±42.0	1.0±44.4	2.8^{b}±46.6	1.9±4.1	2.2±40.8	2.1±44.9	0.010±0.09	34.6
5	1.9±6.8	1.8±22.4	1.3±28.8	3±30.1	2.0±40.8	0.25±50.7	1.7±56.9	0.3±61.4	0.8±63.0	2.2±66.2	0.8^{a}±68.7	2±7.0	2.3±59.2	2.2±66.3	0.009±0.10	54.1
6	0.6±11.7	0.3±14.2	1.3±15.8	0.9±21.1	3.0±28.2	1.9±30.3	0.4±36.8	1.3±41.1	1.1±42.9	0.8±45.1	3.5^{b}±48.2	1.6±9.0	1.8±37.1	1.6±46.1	0.010±0.08	36.3
7	1.1±13.5	0.3±20.3	0.3±20.6	0.6±21.6	0.6±38.9	4.6±41.3	2.4±52.7	1.5±56.2	0.9±56.8	0.8±63.5	1.2^{a}±66.9	2.6±10.3	3±53.2	2.7±63.5	0.010±0.08	49.5
8	0.7±15.0	0.6±17.4	1.1±19.0	2.5±29.0	3.4±30.1	2.8±41.4	3.2±45.6	1.7±51.9	2.0±57.5	1.0±58.3	4.7^{a}±62.8	2.2±11.4	2.5±48.9	2.6±60.3	0.009±0.07	46.6
9	0.3±7.0	0.7±16.8	0.5±19.7	2.0±21.6	2.8±29.7	1.3±30.1	1.2±39.5	1.8±48.9	0.6±52.8	3.0±56.7	4.7^{a}±60.5	1.7±7.9	2±49.9	1.6±57.8	0.007±0.07	42.6

۳۳/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۶۶/۵ درصد اشنان (تیمار ۱)، ۱۰۰ درصد سلمکی ساقه‌سفید (تیمار ۲)، ۶۶/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۳)، ۶۶/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۳۳/۵ درصد اشنان (تیمار ۴)، ۱۰۰ درصد اشنان (تیمار ۵)، ۳۳/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۶۶/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۶)، ۶۶/۵ درصد اشنان+ ۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۷)، ۶۶/۵ درصد سیاه‌شور + ۳۳/۵ درصد اشنان (تیمار ۸)، ۱۰۰ درصد سیاه‌شور (تیمار ۹).

a: بخش سریع التجزیه، b: بخش کند تجزیه، P: پتانسیل تجزیه‌پذیری، c: ثابت نرخ تجزیه، ED: تجزیه‌پذیری موثر

میانگین‌ها در داخل یک ستون با حروف مختلف اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵)

33.5% AL+ 66.5% SR (Treatment 1), 100% AL (Treatment2), 66.5% AL+ 33.5% SF (Treatment 3), 66.5% AL+ 33.5% SR (Treatment 4), 100% SR (Treatment 5), 33.5% AL+ 66.5% SF (Treatment 6), 66.5% SR+ 33.5% SF (Treatment 7), 66.5% SF+ 33.5% SR (Treatment 8), 100% SF (Treatment 9).

AL: *Atriplex leucoclada*, SR: *Seidlitzia rosmarinus,* SF: *Suaeda fruticose*.

a: Fast degradable fraction, b: Slowly degradable fraction, c: Degradation rate, ED: Effective degradability

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

نتایج جدول ۳ نشان داد که گیاه اشنان (تیمار ۵) بالاترین و سلمکی ساقه‌سفید (تیمار ۵) پایین‌ترین درصد تجزیه‌پذیری و نیز پتانسیل تجزیه ماده آلی را در بین تیمارهای آزمایشی داشتند. با این وجود بین گیاه اشنان، سیاه‌شور و تیمارهای ترکیبی حاصل از اشنان و سیاه‌شور (تیمار ۷ و ۸) از نظر تجزیه‌پذیری ماده آلی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). ترتیب درصد تجزیه‌پذیری ماده آلی در تیمارهای آزمایشی مشابه با تجزیه‌پذیری ماده خشک آنها بود. نتیجه دیگر آن بود که بین همه تیمارهای حاوی سلمکی ساقه‌سفید به استثنای تیمار ۲ (۱۰۰ درصد سلمکی ساقه‌سفید) نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، با این وجود، کلیه تیمارهای حاوی اشنان و سیاه‌شور به طور معنی‌داری از مقدار تجزیه‌پذیری ماده آلی بالاتری نسبت به کلیه تیمارهای حاوی سلمکی ساقه‌سفید برخوردار بودند (P<۰/۰۵).

گیاه اشنان، سلمکی ساقه‌سفید و تیمار یک نرخ تجزیه ماده آلی بالاتری را نسبت به سایر تیمارها داشتند. در کل، تیمارهای حاوی مخلوط گیاه اشنان–سلمکی ساقه‌سفید نرخ تجزیه ماده آلی بالاتری از سیاه‌شور داشت (جدول ۳).

نتایج جدول ۴ نشان داد که تیمار ۷ بالاترین و سلمکی ساقه‌سفید پایین‌ترین درصد تجزیه‌پذیری NDF را داشتند. تیمار۷ فقط با سلمکی ساقه‌سفید (تیمار ۲)، تیمار ۱ و ۴ تفاوت معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵)، یعنی با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. لذا به‌طور کلی در مورد تجزیه‌پذیری ماده آلی و NDF می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که سلمکی ساقه‌سفید (تیمار ۲) نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری تجزیه‌پذیری پایین‌تری داشت که احتمالاً ناشی از مقدار بالای NDF در این گیاه نسبت به سایر تیمارها می‌باشد (جدول ۱). با این وجود تاثیر منفی پروتئین پایین این گیاه بر کاهش تجزیه‌پذیری ماده خشک و یا ماده آلی (جدول ۱) نیز مهم است؛ زیرا نفوذ میکروارگانیسم‌ها به ذرات غذایی در شکمبه، به‌طور قابل توجهی به‌ویژه در علوفه دارای مقدار کم نیتروژن، ممکن است تحت تاثیر مقدار و سرعت تجزیه‌پذیری نیتروژن قرار گیرد (۵ و ۲۸).

تیمارهای صرفاً دارای اشنان و سیاه‌شور نسبت به مخلوط‌های حاصل از این دو گیاه با سلمکی ساقه‌سفید، به‌طور معنی‌داری از تجزیه‌پذیری ماده آلی بالاتر ولی دارای تجزیه‌پذیری NDF مشابهی بودند. این امر احتمالاً نشان‌دهنده آن است که این تفاوت در تجزیه پذیری ماده آلی ناشی از تفاوت در هضم NDF آنها نبوده و شاید مربوط به تفاوت در مقدار تجزیه‌پذیری بخش محتویات سلولی و فیبر محلول در آنها و در نتیجه اثر مثبت بر هضم میکروبی ماده آلی باشد. گیاهان سیاه‌شور، اشنان و سلمکی ساقه‌سفید به‌ترتیب دارای ۷/۱، ۱۱/۸۳ و ۶/۰۷ درصد کربوهیدرات غیر فیبری بودند (جدول ۱). بالا بودن بخش محتویات سلولی موجب بالا رفتن میزان مواد سهل‌الهضم و رشد میکروارگانیسم‌ها و در نهایت بهبود شرایط تخمیر ماده خوراکی می‌گردد (۲۷).

دلیل اینکه تیمارهای صرفاً حاوی اشنان و سیاه‌شور نسبت به تیمارهای ترکیبی حاصل از این دو گیاه با سلمکی ساقه‌سفید دارای تجزیه‌پذیری NDF مشابهی بودند، احتمالاً مربوط به اثرات تجمعی عوامل مختلف باشد. اولاً، از آنجا که با افزودن اشنان و یا سیاه‌شور به سلمکی ساقه‌سفید سهم بخش محتویات سلولی در تیمارهای ترکیبی بیشتر شده است (جدول ۱)، لذا شرایط تخمیر بهبود یافته و به تبع آن هضم NDF نیز بالا رفته است، ثانیاً، سلمکی ساقه‌سفید باعث رقیق شدن اثرات ضدتغذیه‌ای ترکیبات ثانویه گیاهی و خاکستر در تیمارهای ترکیبی شده و احتمالاً از این طریق شرایط تخمیر بهبود یافته است. طبق جدول ۱ مقدار کل ترکیبات فنلی و اگزالات در سلمکی ساقه‌سفید کم‌تر از اشنان و سیاه‌شور می‌باشد. ثالثاً طبق جدول ۱ ساختار الیاف (همی‌سلولز، سلولز و لیگنین) در سلمکی ساقه‌سفید به گونه‌ای است که علاوه بر بالا بودن میزان همی‌سلولز در آن حاوی نسبت لیگنین به NDF پایینی (۰/۱۳ در مقابل ۰/۱۶ و ۰/۱۴ برای سیاه‌شور و اشنان) نیز می‌باشد و لذا این احتمال وجود دارد که این ساختار مناسب‌تر دیواره سلولی در سلمکی ساقه‌سفید توانسته است تا حدودی بر تاثیر منفی NDF بالای این گیاه در تجزیه‌پذیری تیمارهای مخلوط فائق آمده و به همراه بخش بالاتر محتویات سلولی سهل‌الهضم در سیاه‌شور و اشنان شرایط تخمیر NDF را بهبود بخشیده است. تجزیه‌پذیری دیواره کمتر لیگنینی شده و همچنین هضم همی‌سلولز نسبت به سلولز در شکمبه بالاتر می‌باشد و اتصال کمتر همی‌سلولز به حلقه‌های فنلی مانند لیگنین موجب بالاتر رفتن هضم دیواره سلولی توسط باکتری‌های سلولتیک و همی‌سلولتیک در شکمبه می‌گردد (۲۷). نتایج دیگران نیز نشان داد که NDF گیاه سلمکی ساقه‌سفید از قابلیت هضم بالایی نسبت به تیمارهای دیگر برخوردار است (۱).

روند تجزیه‌پذیری ماده خشک: روند تجزیه‌پذیری ماده خشک نشان داد که بین ۷۹ تا ۹۲ درصد ماده خشک قابل تجزیه تیمارهای آزمایشی در ۲۴ ساعت اول بعد از انکوباسیون تجزیه شد و حداکثر تجزیه‌پذیری تیمارها در ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون اتفاق افتاد (جدول ۲).

روند تجزیه‌پذیری ماده آلی: نشان داد که بین ۷۲ تا ۹۵ درصد ماده آلی قابل تجزیه تیمارهای آزمایشی در ۲۴ ساعت اول بعد از انکوباسیون تجزیه می‌شود و حداکثر تجزیه‌پذیری ماده آلی تیمارها در ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون می‌باشد (جدول ۳). تیمار سلمکی ساقه‌سفید آهسته‌ترین و اشنان سریع‌ترین روند تجزیه ماده آلی را همانند روند تجزیه ماده خشک نشان داد.

با نگاهی به روند تجزیه‌پذیری NDF تیمارهای آزمایشی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تجزیه NDF با گذشت زمان انکوباسیون، دارای

یک روند افزایشی بود ولی بین فواصل زمانی ۴ تا ۸ ساعت انکوباسیون تندتر شده، سپس کاهش پیدا کرده و دوباره در فواصل زمانی ۱۲ تا ۴۸ ساعت تجزیه افزایش می‌یابد و سپس تا پایان زمان انکوباسیون روند ملایم‌تری پیدا می‌کنند (جدول ۴).

جدول ٤- درصد و روند تجزیه‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) تیمارهای آزمایشی در زمان‌های انکوباسیون

Table 4- Degradation kinetics of treatments NDF at incubation times

تیمارها Treatments	ساعت انکوباسیون Incubation time									
	2	4	6	8	10	12	24	48	72	96
1	3.7±1.8	8.9±0.9	11.7±3.0	20.1±1.7	25.6±1.9	31.4±4.8	34.4±1.8	36.3±1.3	38.9±3.7	48.3±3.2^{bc}
2	4.2±0.4	7.6±2.2	13.2±2.7	16.1±3.7	18.5±0.8	19.5±6.2	23±4.8	27.4±3.9	30.1±2.1	34.3±3.0^{c}
3	2.5±0.26	4.2±1.9	11.2±2.1	18.7±2.6	21.6±2.7	24.3±1.8	24.8±3.5	25.5±4.2	31.1±1.9	50.7±6.6^{ab}
4	3.4±0.7	5.2±0.5	14.2±1.4	21.2±2.3	21.5±6.3	23.2±1.4	26.1±20	41.6±3.2	41.6±5.1	44.9±2.3^{bc}
5	4.7±0.4	7.3±0.5	27.1±3.8	35.0±1.5	45.6±1.5	46±1.6	47.8±1.1	51.6±3.6	52.7±4.1	60.4±4.6^{a}
6	2.2±1.0	4.2±1.3	10.7±3.2	15.0±3.1	17.6±3.1	23.4±0.6	29.9±10	34.1±3.3	38.3±1.4	50.1±3.5^{ab}
7	4.2±1.4	4.9±1.5	22.4±4.3	24.6±5.1	26.8±7.1	33.3±5.8	35.6±3.6	47.0±1.5	57.9±0.8	62.4±1.0^{a}
8	1.3±0.6	4.7±1.2	14.5±2.9	29.0± 1.7	32.0±3.7	32.7±7.8	33.3±2.4	44.1±5.8	49.9±1.7	53.0±1.7^{ab}
9	4.3±1.5	5.7±0.7	8.4±0.9	18.1±0.3	22.1±1	24.7±20	37.4±3.1	45.3±2.4	52.8±0.7	54.0±1.0^{ab}

۳۳/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۶۶/۵ درصد اشنان (تیمار ۱)، ۱۰۰ درصد سلمکی ساقه‌سفید (تیمار ۲)، ۶۶/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۳)، ۶۶/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۳۳/۵ درصد اشنان (تیمار ۴)، ۱۰۰ درصد اشنان (تیمار ۵)، ۳۳/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۶۶/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۶)، ۶۶/۵ درصد اشنان+ ۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۷)، ۶۶/۵ درصد سیاه‌شور + ۳۳/۵ درصد اشنان (تیمار ۸)، ۱۰۰ درصد سیاه‌شور (تیمار ۹).

میانگین‌ها در داخل یک ستون با حروف مختلف اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵)

33.5% AL+ 66.5% SR (Treatment 1), 100% AL (Treatment2), 66.5% AL+ 33.5% SF (Treatment 3), 66.5% AL+ 33.5% SR (Treatment 4), 100% SR (Treatment 5), 33.5% AL+ 66.5% SF (Treatment 6), 66.5% SR+ 33.5% SF (Treatment 7), 66.5% SF+ 33.5% SR (Treatment 8), 100% SF (Treatment 9).

AL: *Atriplex leucoclada*, SR: *Seidlitzia rosmarinus*, SF: *Suaeda fruticose*.

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

تجزیه‌پذیری پروتئین خام: طبق نتایج جدول ۵، درصد تجزیه‌پذیری و نیز پتانسیل تجزیه پروتئین خام در تیمارهای آزمایشی متفاوت از تجزیه ماده خشک، ماده آلی و الیاف بود، به طوری که تیمار ۳ یعنی تیماری که در آن ۳۳/۵ درصد گیاه سیاه‌شور جایگزین سلمکی ساقه‌سفید شده بود، بالاترین مقدار تجزیه‌پذیری را نسبت به دیگر تیمارها (به‌جز تیمار یک) داشت (P<۰/۰۵)، تیمار حاوی سلمکی ساقه‌سفید (تیمار ۲) پایین‌ترین مقدار را داشت که این تفاوت احتمالاً مرتبط با تراکم NDF و ADF تیمارهای مذکور می‌باشد. پژوهشگران (۲۹) نشان دادند که بین تجزیه‌پذیری پروتئین خام و تراکم NDF و ADF عاری از خاکستر ارتباط منفی وجود دارد. تجزیه‌پذیری پروتئین خام چند گونه گیاه شورزی و از جمله *آتریپلکس دایمورفوستجیا* و *سویدا آرکوتا* با استفاده از کیسه‌های نایلونی مطالعه شد (۲۱)، نتایج نشان داد که آتریپلکس و سویدا به‌ترتیب از ۷۳ و ۷۲ درصد پتانسیل تجزیه‌پذیری پروتئین خام برخوردار بوده و دارای بخش سریع‌التجزیه بالایی می‌باشند (۵۰ و ۵۵ درصد به‌ترتیب برای آتریپلکس و سویدا). پتانسیل تجزیه‌پذیری پروتئین خام سلمکی ساقه‌سفید و سیاه‌شور در مطالعه حاضر به‌ترتیب برابر ۳۸/۹ و ۴۹/۷ درصد و بخش سریع التجزیه آنها به‌ترتیب ۶/۲ و ۱/۶ درصد بود که این یافته‌ها با مقادیر گزارش شده دیگران (۱۶ و ۲۱) منطبق نبود. بخش سریع‌التجزیه پروتئین خام در آتریپلکس را ۵۰۰ گرم بر کیلوگرم گزارش کرده‌اند (۱۶). پژوهشگران دیگر (۶) حتی مقادیر بالاتری را برای تجزیه‌پذیری بخش سریع‌الهضم پروتئین خام در گونه‌ای از آتریپلکس گزارش کردند (۷۰۰ گرم برکیلوگرم). تفاوت در مطالعات ممکن است مربوط به گونه گیاهی، مرحله رشد و سن گیاه در هنگام برداشت و تفاوت های فیزیولوژیکی و میکروبی محیط شکمبه‌ای گونه دامی باشد (۹ و ۲۷).

در کل، اشنان نسبت به سیاه‌شور به‌طور موثر و معنی‌داری تجزیه پروتئین خام را در تیمارها بالا برد. در این باره اگر به مقدار تجزیه پذیری پروتئین خام تیمارهای ۷ و ۸ توجه شود، تیمار۷ به‌طور معنی-داری از مقدار تجزیه‌پذیری پروتئین بالاتری برخوردار است که این تجزیه بالاتر اشنان نسبت به سیاه‌شور را تأیید می‌کند. به‌علاوه، مقدار تجزیه‌پذیری پروتئین خام در هر دو گیاه اشنان و سیاه‌شور نسبت به تیمارهای ترکیبی آنها با سلمکی ساقه‌سفید پایین‌تر می‌باشد، شاید این موضوع نشان‌دهنده آن باشد که جایگزینی سلمکی ساقه‌سفید به جای گیاهان مذکور شرایط هضم پروتئین خام را بهبود می‌بخشد. تفاوت در ناپدید شدن ماده خشک و پروتئین خام در شکمبه می‌تواند ناشی از تفاوت‌ها در مقادیر NDF، ADF و لیگنین (۲۷ و ۲۹) و خاکستر (۸) باشد.

جدول ۵- فراسنجه‌ها و روند تجزیه‌پذیری پروتئین خام تیمارهای آزمایشی در زمان‌های انکوباسیون

Table 5- Degradation parameters and kinetics of treatments crude protein at incubation times

تیمارها Treatments	ساعت انکوباسیون Incubation time							فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری Degradation parameters				
	0	4	6	12	24	48	96	a	B	a+b	c	ED
1	0.5±5.7	1.9±23.1	3.2±26.3	3.7±29.2	1.2±51.3	4.8±58.6	1.8^{a}±60.7	2.7±7.8	3.4±53.4	3.1±61.2	0.010^{bc}±0.06	43.5
2	0.5±5.6	3.2±12.0	2.5±14.2	1.5±14.5	0.6±30.3	2.0±31.1	1.2^{d}±39.1	1.8±6.2	2.7±32.7	2.3±38.9	0.009^{b}±0.04	24.7
3	0.3±9.2	1.3±36.9	1.7±41.0	0.9±42.8	1.6±54.3	0.5±61.2	1.1^{a}±62.6	2.6±12.1	3±47.4	2.8±59.5	0.020^{a}±0.13	50.7
4	0.5±8.2	1.1±30.4	2.0±33.5	0.8±40.1	0.6±47.7	3.3±54.5	0.7^{b}±55.6	2±10.2	2.3±43.2	2.1±53.4	0.010^{a}±0.12	44.7
5	0.9±5.7	1.9±11.9	2.0±15.6	1.2±28.4	0.3±40.2	0.2±49.0	1.8^{c}±49.1	1.3±3.6	1.7±46.9	1.4±50.6	0.006^{bc}±0.06	34.8
6	0.6±7.5	2.1±17.5	1.7±22.5	0.4±34.5	3.8±47.0	0.2±48.3	0.5^{bc}±52	1.6±6.4	1.9±44.9	1.7±51.3	0.009^{b}±0.08	39.1
7	0.3±6.7	0.6±16.8	0.8±25.7	0.3±35.9	1.8±41.6	0.1±47.1	0.4^{c}±50.7	1.17±6.5	1.4±42.3	1.3±48.8	0.007^{b}±0.09	38.1
8	1.2±7.1	3.6±16.8	0.3±20.7	1.7±24.7	7.3±38.3	1.7±39.7	1.8^{d}±42.1	2.7±7.4	3.3±34.5	2.9±41.9	0.002^{bc}±0.07	31.9
9	0.5±4.3	0.9±8.8	1.5±12.5	0.7±31.6	0.7±39.1	0.22±44.4	0.7^{c}±50.8	1.6±7.1	2.2±48.1	1.9±49.7	0.008^{bc}±0.06	33.8

۳۳/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۶۶/۵ درصد اشنان (تیمار ۱)، ۱۰۰ درصد سلمکی ساقه‌سفید (تیمار ۲)، ۶۶/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۳)، ۶۶/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۳۳/۵ درصد اشنان (تیمار ۴)، ۱۰۰ درصد اشنان (تیمار ۵)، ۳۳/۵ درصد سلمکی ساقه‌سفید+ ۶۶/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۶)، ۶۶/۵ درصد اشنان+ ۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۷)، ۶۶/۵ درصد سیاه‌شور + ۳۳/۵ درصد اشنان (تیمار ۸)، ۱۰۰ درصد سیاه‌شور (تیمار ۹).

a: بخش سریع التجزیه، b: بخش کند تجزیه، P: پتانسیل تجزیه‌پذیری، c: ثابت نرخ تجزیه، ED: تجزیه‌پذیری موثر

میانگین‌ها در داخل یک ستون با حروف مختلف اختلاف معنی‌دار دارند ($P<0.05$)

33.5% AL+ 66.5% SR (Treatment 1), 100% AL (Treatment2), 66.5% AL+ 33.5% SF (Treatment 3), 66.5% AL+ 33.5% SR (Treatment 4), 100% SR (Treatment 5), 33.5% AL+ 66.5% SF (Treatment 6), 66.5% SR+ 33.5% SF (Treatment 7), 66.5% SF+ 33.5% SR (Treatment 8), 100% SF (Treatment 9).

AL: *Atriplex leucoclada*, SR: *Seidlitzia rosmarinus*, SF: *Suaeda fruticose*.

a: Fast degradable fraction, b: Slowly degradable fraction, c: Degradation rate, ED: Effective degradability

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

بهبود تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری موثر پروتئین خام در زمان ترکیب سلمکی ساقه‌سفید با گیاهان اشنان و سیاه‌شور در مقایسه با تیمارهای خالص اشنان و سیاه‌شور و یا تیمارهای ترکیبی حاصل از این دو گیاه را می‌توان با توجه به چند مسئله مورد تفسیر قرار داد، اول اینکه سلمکی ساقه‌سفید اثرات ممانعت‌کننده‌ای را که باعث کاهش تجزیه پروتئین خام می‌گردد را یا کاهش داده و یا به‌طور کلی مرتفع می‌کنند، زیرا با حضور سلمکی ساقه‌سفید مقدار مواد ضدتغذیه‌ای و خاکستر کمتر می‌شود (جدول ۴-۲)، دوم اینکه این احتمال وجود دارد که سلمکی ساقه‌سفید نسبت به دو گیاه دیگر از ساختار پروتئینی مناسب و محلولیت پروتئینی بالاتری برخوردار باشد (جدول ۵) و در نهایت احتمالاً مجموعه این عوامل تاثیر منفی مقدار بالای الیاف سلمکی ساقه‌سفید بر تجزیه پروتئین خام را خنثی کرده و یا به مقدار قابل توجهی کاهش می‌دهد.

با در نظر گرفتن سرعت عبور ۰/۰۲ در ساعت، مقدار تجزیه پذیری موثر پروتئین خام نسبت به پتانسیل تجزیه‌پذیری آن کاهش پیدا کرد و مقدار این کاهش بسته به نوع تیمار آزمایشی متفاوت بود. تیمارهای حاوی درصد بالای سلمکی ساقه‌سفید (تیمار ۳ و ۴) کمترین مقدار کاهش را داشتند، به عبارت دیگر جایگزینی درصد پایینی هرکدام از گیاهان سیاه‌شور و یا اشنان به جای سلمکی ساقه‌سفید تجزیه موثر پروتئین را بالا می‌برد ولی جایگزینی درصد بالای آنها تاثیر اندکی داشت (تیمار ۱ و ۶). ترکیب سیاه‌شور و اشنان با یکدیگر موجب بالا رفتن تجزیه‌پذیری موثر پروتئین خام نسبت به تیمارهای خالص هر دو گیاه مذکور شد (جدول ۵).

نرخ تجزیه‌پذیری پروتئین خام در تیمارهای ترکیبی حاصل از گیاه اشنان و سیاه‌شور با سلمکی ساقه‌سفید (تیمار ۳ و ۴) به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود، سرعت تجزیه‌پذیری پروتئین خام در سیاه‌شور، اشنان، تیمار یک و ۸ مشابه بود. تیمار ۷ به‌طور غیرمعنی‌داری از سرعت تجزیه پروتئین خام بالاتری نسبت به تیمار ۸ برخوردار بود. بالاتر بودن سرعت تجزیه‌پذیری پروتئین در تیمارهای ۳ و ۴ نسبت به دیگر تیمارها ممکن است ناشی از بالاتر بودن بخش سریع‌الهضم پروتئین خام آنها باشد که به‌ترتیب ۱۲/۱ و ۱۰/۲ درصد بود (جدول ۵). تفاوت در مقدار نیتروژن غیرپروتئینی تیمارها نیز می تواند موجب تفاوت در سرعت تجزیه‌پذیری پروتئین خام گردد (۲۱).

تجزیه‌پذیری پروتئین خام در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد که تجزیه پروتئین خام با گذشت زمان انکوباسیون، دارای روند افزایشی بود ولی شدت آن بین فواصل زمانی صفر تا ۴ ساعت انکوباسیون تندتر شده، سپس کاهش پیدا کرده و دوباره در فواصل زمانی ۱۲ تا ۲۴ ساعت افزایش می‌یابد و سپس تا پایان زمان انکوباسیون شیب

ملایم‌تری پیدا می‌کند. بین ۷۷ تا ۹۱ درصد پروتئین خام تیمارهای آزمایشی قبل از زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون تجزیه شده و مقدار اندکی از پروتئین خام تیمارها (۹ تا ۲۳ درصد) بعد از زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون تجزیه شده است. این نشان‌دهنده آن است که سرعت تجزیه پروتئین در ساعات اولیه انکوباسیون بیشتر از سرعت تجزیه ماده خشک، ماده آلی و NDF تیمارهای آزمایشی بود. لذا این احتمال وجود دارد که آزادسازی منابع کربوهیدراتی و نیتروژنی در ساعات پایانی انکوباسیون تا حدودی هم‌زمان نبوده و سنتز پروتئین میکروبی و یا استفاده از منابع کربوهیدراتی دچار اختلال شود.

پژوهش‌ها (۴) نشان داده که عوامل بسیار مهمی روی تجزیه میکروبی پروتئین در شکمبه اثر می‌گذارند که شامل نوع پروتئین، اثرات متقابل با دیگر مواد مغذی (عمدتاً کربوهیدرات در داخل همان ماده غذایی و درون محتویات شکمبه‌ای) و جمعیت میکروبی غالب (بسته به نوع تیمار، سرعت عبور شکمبه‌ای و pH شکمبه) می‌باشند. در این مطالعه سرعت عبور شکمبه‌ای به لحاظ تغذیه شترها در حد نیاز نگهداری معادل ۰/۰۲ درصد در ساعت در نظر گرفته شده بود، به علاوه اینکه شترها در طول مدت انکوباسیون کیسه‌های نایلونی با یک تیمار ثابت تغذیه می‌شدند و لذا احتمال تغییر در سرعت عبور شکمبه‌ای، pH شکمبه، تغییرات جمعیت میکروبی شکمبه و یا تغییر نوع تیمار تغذیه شده به شترها و در نهایت تاثیر عوامل مذکور بر تجزیه‌پذیری پروتئین بسیار اندک است، همچنین عوامل مربوط به کیسه‌های نایلونی مانند ابعاد و منافذ کیسه‌ها، طرز قرار دادن کیسه‌ها در شکمبه، اندازه ذرات مواد خوراکی ریخته شده در درون کیسه‌ها در طول مدت آزمایش ثابت بودند. لذا تنها عامل متغیر در این آزمایش نوع تیمارهای مورد مطالعه بود و به احتمال زیاد دلیل تفاوت معنی داری تجزیه‌پذیری پروتئین برخی از تیمارهای مورد مطالعه را بایستی در نوع تیمار انکوباسیون شده، نوع پروتئین تیمارها و اثرات متقابل مواد مغذی در تیمارها و یا تاثیر ضد تغذیه‌ای ترکیبات ثانویه گیاهی بر هضم پروتئین جستجو کرد که قبلاً در تفسیر علت تفاوت تجزیه-پذیری پروتئین خام تیمارهای مورد مطالعه اشاره شد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به داده‌های حاصل از تجزیه‌پذیری ماه خشک، آلی و NDF، بهترین تیمارها از نقطه نظر ارزش تغذیه‌ای، تیمارهایی با ترکیب ۶۶/۵ درصد اشنان+ ۳۳/۵ درصد سیاه‌شور (تیمار ۷) و یا تیمار حاوی ۱۰۰ درصد اشنان (تیمار ۵) بود. از طرفی بر اساس داده‌های تجزیه‌پذیری پروتئین تیمار یک و سه (تیمار ۱ و ۳) بالاترین پتانسیل تجزیه‌پذیری را داشتند. بنابراین به نظر می‌رسد برای بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای گیاهان شورزی تیماری که مرکب از دو یا سه گونه باشد نسبت به یک گونه به تنهایی ارجحیت دارد.

منابع

1. Abarghani, A., M. Chaji, H. Mansouri, M. Mamouei, Kh. Mirzadeh, and H. Roshanfekr. 2015. Chemical composition, metabolizable energy and *in vitro* digestibility of three camel browsed halophyte species. Animal Science, 28 (106): 29-42. (In Persian).
2. AOAC International. 2012. Official Methods of Analysis. 19th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
3. Agricultural and Food Research Council. 1992. Nutrient requirement of ruminant animals. Protein. Technical committee on response to nutrients. Report No.9. Nutrition Abstracts and Reviews. Series B 62: 787-835.
4. Bach, A., S. Calsamiglia, and M. D. Stern. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. Journal of Dairy Science, 88 (E. Suppl.): E9-E21.
5. Beckers, Y., A. Thewis, B. Maudoux, and E. Francois. 1995. Studies on the *in situ* nitrogen degradability corrected for bacterial contamination of concentrate feeds in steers. Journal of Animal Science, 73: 220-227.
6. Ben Salem, H., H. C. Norman, A. Nefzaoui, D. E. Mayberry, K. L. Pearce, and D. K. Revell. 2010. Potential use of oldman saltbush (*Atriplex nummularia* Lind L.) in sheep and goat feeding. A review. Small Ruminant Research, 91: 13-28.
7. Ben Salem, H., H. P. S. Makkar, A. Nefzaoui, H. Hassayoum, and S. Abidi. 2005. Benefit from association of small amounts of tannin–rich shrub foliage (*Acacia cyanophylla* Lind L.) with soya bean meal given as supplements to Barbarine sheep fed on oaten hay. Animal Feed Science and Technology, 122: 173-186.
8. Benjamin, R. W., Y. Lavie, M. Forti, D. Barkai, R. Yonatan, and Y. Hefetz. 1995. Annual regrowth and edible biomass of two species of *Atriplex* and *Cassia sturtii* after browsing. Journal of Arid Environments, 29: 63-84.
9. Danesh Mesgaran, M., and M. D. Stern. 2005. Ruminal and post-ruminal protein disappearance of various feeds originating from Iranian plants varieties determined by the *in situ* mobile bag technique and alternative methods. Animal Feed Science and Technology, 118: 31-46.
10. El Shaer, H. M. 2010. Halophytes and salt-tolerant plants as potential forage for ruminants in the Near East region. A Review. Small Ruminant Research, 91: 3-12.
11. El Shatnawi, M. K. J., and A. Y. Abdullah. 2003. Composition changes of *Atriplex nummularia* L. under Mediterranean arid environment. African Journal of Range and Forage Science, 20: 253-257.

12. Georing, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis: apparatus, reagents, procedures, and some applications. Agriculture Handbook No. 379, USDA.
13. Gihad, E. A., and H. M. El Shaer. 1992. Pages 77-96 in Proc. Halophytes as a source of livestock and for rehabilitation of degraded lands, Utilization of halophytes by livestock on rangelands. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
14. Haddi, M. L., S. Filacorda, K. Meniai, F. Rollin, and P. Susmel, 2003. *In vitro* fermentation kinetics of some halophyte shrubs sampled at three stages of maturity. Animal Feed Science and Technology, 104: 215-225.
15. Hall, M. B. 2000. Neutral detergent soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis, A Laboratory Manual. University of Florida. Bulletin. 339.
16. Kaitho, R. J., I. V. Nsahlai, B. A. Williams, N. N. Umunna, S. Tamminga, and J. Van Bruchem. 1998. Nitrogen in browse species: ruminal degradability and post-ruminal digestibility measured by mobile nylon bag and *in vitro* techniques. Journal of the Science of Food and Agriculture, 76: 488-498.
17. Martindale, M. 1995. The extra pharmacopeia. 23th ed. Council of Pharmaceutical Society of Great Britain. Pharmaceutical press, London.
18. Ørskov, E. R., and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 92: 499-503.
19. Pathak, N. N., D. N. Kamra, N. Agarwal, and R. C. Jakhmola. 1996. Analytical Techniques in Animal Nutrition Research. 1st ed.
20. Rezvani Moghadam, P., and A. R. Koocheki. 2003. A comprehensive survey of halophytes in Khorasan province of Iran. Proceeding Cash Crop Halophytes: Recent studies. Academic Publishers/Kluwer, Dordrecht, Netherlands/Boston, MA, USA. 189-195.
21. Riasi, A., M. Danesh Mesgaran, M. D. Stern, and M. J. Ruiz Moreno. 2008. Chemical composition, *in situ* ruminal degradability and post-ruminal disappearance of dry matter and crude protein from the halophytic plants *Kochia scoparia*, *Atriplex dimorp Hostegia*, *Suaeda arcuata* and *Gamanthus gamacarpus.* Animal Feed Science and Technology, 141: 209-219.
22. Riasi, A., M. Danesh Mesgaran, M. D. Stern, and M. J. Ruiz Moreno. 2012. Effects of two halophytic plants (*Kochia and Atriplex*) on digestibility, fermentation and protein synthesis by ruminal microbes maintained in continuous culture. Asian-Australian Journal of Animal Science, 25(5): 642-647.
23. Sherrod, L. B. 1973. Nutritive value of *Kochia scoparia* III. Digestibility of Kochia hay compared with alfalfa hay. Journal of Dairy Science, 56: 923-926.
24. Swingle, R. S., E. P. Glenn, and Squires, V. R. 1996. Growth performance of lambs fed mixed diets containing halophyte ingredients. Animal Feed Science and Technology 63: 137-148.
25. Towhidi, A., T. Saberifar, and E. Dirandeh. 2011. Nutritive value of some herbage for dromedary camels in the central arid zone of Iran. Tropical Animal Health and Production, 43: 617-622.
26. 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.
27. Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant, second edition, Comstock Publishing Associates/Cornell University Press, Ithaca/NY, USA.
28. Wanderley, R. C., J. T. Huber, Z. Wu, M. Pessarakli, and Jr. C. Fontes. 1993. Influence of microbial colonization of feed particles on determination of nitrogen degradability by *in situ* incubation. Journal of Animal Science, 71: 3073–3077.
29. Yan, T., and R. E. Agnew. 2004 Prediction of nutritive values in grass silages: II. Degradability of nitrogen and dry matter using digestibility, chemical composition, and fermentation data. Journal of Animal Science, 82: 1380-1391.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 3, Fall 2018, p. 339-352

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۳۵۲-۳۳۹

In Situ Rumen Degradability of Halophyte Plants *Atriplex leucoclada, Suaeda fruticosa* and *Seidlitzia rosmarinusas* Individually or Mixed in Dromedary Camels

A. Abarghani[1]- M. Chaji[2*]- H. Mansori[3]- M. Mamouei[4]- K. Mirzadeh[2]- H. Roshanfekr[4]

Received: 11-04-2017
Accepted: 23-12-2017

Introduction: Halophytic plants constitute a significant part of the local flora in arid and semiarid regions. Native sheep, goats and camels graze these forages. The *Suaeda fruticosa*, *Seidlitzia rosmarinus* and *Atriplex leucoclada* that are belonging to the chenopodiaceae family, have considerable forage potential in the arid and semiarid rangelands. Overall, these plants are tolerant to drought, and used to reclaim degraded rangeland. In addition, they reduce ground water salinity and improve condition and structure of soil. Meanwhile, there are some secondary metabolites in halophytic plants like condense tannin that effect on consume and performance of the animals. Characteristic of a pasture, climatic conditions the pasture, range management, time of grazing in the pasture, animal characteristics and method of study are factors that all or some can influence yield, chemical compositions and rumen degradability of Halophytic plants. There are a few reports about the nutrition value of *Atriplex* spp., *Seidlitzia* spp. and *suaeda* spp. Therefore, the objective of this study was to evaluate of chemical composition and nutrients degradability of these halophyte plants for dromedary camels.

Material and Methods: This study was conducted in Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. Two female camels (about four years old) with rumen fistula were used in present experiment. The plants sampling were conducted from three regions of Jofer, Howayzeh and road of Abadan-Khorramshahr on the Khuzestan province in southwest of Iran, an area of approximately 60 Km in diameter. All ranges in term of topography have plain shape, without stone and deep canyons, and with high levels of underground water. The soil of these ranges has salinity characteristic and clay constitution. The study regions climate typified that of south Khuzestan. Annual mean temperature is 24.9°C with average minimum and maximum temperatures ranging from 2.6°C in January to 42°C in August. Precipitation averaged 224 mm per day. The study area had a fair diversity of vegetation types. Four types of these plants named *Atriplex leucoclada* (AL), *Suaeda fruticosa* (SF), *Seidlitzia rosmarinus* (SR) were evaluated individually or in different mixture in completely randomized design. Treatments were, T1, 33.5% AL + 66.5% SR; T2, 100% AL; T3, 66.5% AL + 33.5% SF; T4, 66.5% AL + 33.5% SR; T5, 100% SR; T6, 33.5% AL + 66.5% SF; T7, 66.5% SR + 33.5% SF; T8, 66.5% SF + 33.5% SR; T9, 100% SF. Dry matter (DM), crude protein CP, ether extract (EE), ash, NDF, ADF, lignin, hemicellulose, cellulose, non-fibrous carbohydrates (NFC), neutral detergent soluble fiber (NDSF), total 80% ethanol-soluble carbohydrate (TESC), organic acids, starch and *in situ* degradability of DM, OM, NDF, CP of each plants were measured.

Results and Discussion: *Atriplex leucoclada* had the highest hemicellulose, NDF and organic matter among three halophyte plants. The highest concentrations of tannin and oxalate and organic acids were related to *Seidlitzia rosmarinus*. The SR and AL had respectively highest and lowest dry matter (DM) degradability and effective degradability (ED) ($P<0.05$). There was not any difference between *Seidlitzia rosmarinus* and mixture of *Seidlitzia rosmarinus* + *Suaeda fruticose* (Treat 7 and 8). Briefly, according to the results of this section, replacement the high levels of *Seidlitzia rosmarinus* instead of *Suaeda fruticose*, increase the dry matter degradability more effectiveness than low levels of that. Organic matter degradability of the SR and SF was significantly higher than the AL ($P<0.05$). The T_7 and T_2 treatments had the highest and lowest NDF degradability among others, respectively ($P<0.05$). Crude protein degradability was highest in the treat containing 66.5% SR+33.5% AL (T_1), and AL treat had lowest *in situ* CP degradability percentage. The results were shown that CP degradation rate was faster than DM, OM and NDF in the initial incubation times.

1, 2, 4- Formerly Ph.D. Student of Animal Nutrition, Associated professors, Professors, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran
3- Animal Science Research Institute, Iran
(*- Corresponding author Email: chaji@ramin.ac.ir)

Conclusion: It was concluded that according to DM, OM and NDF degradability, the best plant mix for better feeding of grazing camels are treatments T_5, T_7 and T_8 (without AL); but as protein degradability and chemical composition data, the treatments containing AL (T_1, T_3, T_4 andT_6, excepted T_2) were the best mix. Therefore, it seems that one of the strategies for improving the digestibility of halophyte plants in camels is mixing these plants with each other, which according to the results of the present experiment, a combination of AL with SR or SF may be caused to more ruminal degradability in feeding of grazing camel and rehabilitation of rangelands.

Keywords: Nylon bags, Organic acids, Oxalate, Phenolic components, Tannin