

ترکیب شیمیایی، تجزیه پذیری و تولید گاز گیاهان شورزیست سلمکی سفید (*Atriplex canescens*)، علف شور (*Salsola rigida*) و چمن شور (*Aeluropus littoralis*)

علی رزاقی^{۱*} - رضا ولی زاده^۲ - محمد ترحمی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۹/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۳/۰۶

چکیده

ارزش غذایی گیاهان شورزیست آتریپلکس (گونه کانسنس)، سالسولا (گونه ریجیدا) و آلوروپوس (گونه لیتولاریس) با تعیین ترکیب شیمیایی، تولید گاز به صورت آزمایشگاهی و تجزیه پذیری شکمبه‌ای با استفاده از سه رأس گاو نر فیستولادار ارزیابی شد. نمونه‌های آزمایشی در مرحله دانه‌بندی از ایستگاه تحقیقات بیابان واقع در استان سمنان جمع‌آوری و ترکیب شیمیایی آن‌ها شامل پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز، کلسیم، فسفر، سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلر و گوگرد اندازه‌گیری شد. تمامی این گیاهان شورزیست حاوی غلظت‌های بالای خاکستر به‌ویژه عناصر سدیم، پتاسیم و کلر بودند ولی میزان کلسیم، فسفر و منیزیم آنها پایین بود. فراسنجه‌های تولید تجمعی گاز (A) و فاز تأخیر (L) در گیاه آلوروپوس بیش‌ترین مقدار بود. هم‌چنین، قابلیت هضم ماده آلی، انرژی متابولیسمی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر گیاه آلوروپوس بیش‌تر از آتریپلکس و سالسولا بود. بخش‌های سریع تجزیه ماده خشک و پروتئین خام سالسولا (۲۸/۴۲ و ۵۵/۶۸ درصد) از آتریپلکس (۲۳/۲۴ و ۴۸/۷۴ درصد) و آلوروپوس (۲۱/۵۰ و ۵۱/۲۸ درصد) بیش‌تر بود. پتانسیل تجزیه‌پذیری ماده خشک و دیواره سلولی آلوروپوس بالاتر از آتریپلکس و سالسولا به‌دست آمد. سالسولا کم‌ترین تجزیه‌پذیری مؤثر دیواره سلولی را در نرخ‌های مختلف جریان مواد داشت. نتایج این آزمایش نشان داد که این گیاهان می‌توانند به‌عنوان منابع خوراکی برای نشخوارکنندگان در مناطق بیابانی ایران مورد توجه و استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه‌پذیری، ترکیب شیمیایی، تولید گاز، گیاهان شورزیست

مقدمه

برخی از گیاهان قادر به رشد بوده و می‌توانند با مصرف توسط دام‌ها تبدیل به گوشت و شیر و دیگر محصولات دامی شوند (۱۱ و ۱۷). بر طبق پژوهش لی هوئرو (۲۹) حدود ۹۰ درصد ایران دارای اقلیم نیمه خشک، خشک و بسیار خشک است. گیاهان شورزیست موجود در کشور بیش از ۳۵۴ گونه می‌باشد و ۷۰ درصد آن‌ها متعلق به خانواده اسفناجیان (*Chenopodiaceae*) است (۴۲). این گیاهان قادر به رشد در خاک‌های شور و قلیایی بوده و مقاوم به خشکی می‌باشند. دامنه تغییرات پروتئین خام، فیبر و مواد معدنی در این گیاهان نیز زیاد است و میزان خاکستر در برخی از این گونه‌ها به بیش از ۳۰ درصد ماده خشک می‌رسد (۴ و ۲۸). این گیاهان در تمام فصول سال سبز هستند و می‌توانند به‌عنوان منابع علوفه به‌ویژه در زمان کمبود مواد غذایی متعارف در کشورهای شرق نزدیک (مصر، تونس، ایران، فلسطین، سوریه و امارات) مورد استفاده واقع شوند (۱۲ و ۱۷).

تعداد زیادی از گونه‌های آتریپلکس به‌عنوان منابع با ارزش

جمعیت کشورهای در حال توسعه رو به رشد است و زمین‌های قابل کشت و منابع آب قادر به تأمین نیاز غذایی این جمعیت نمی‌باشد. فقر پوشش گیاهی مراتع و افزایش تعداد دام‌های چراکننده همراه با مدیریت ضعیف چرا در مناطق خشک خاورمیانه موجب وارد آمدن صدمات جدی به پوشش طبیعی این نواحی شده است. علوفه مناطق خشک اغلب فیبری بوده و کیفیت پایینی دارد و تلفات دام‌ها به خاطر کمبود مواد غذایی قابل توجه است (۹ و ۱۰). با افزایش شوری خاک و آب در بسیاری از مناطق جهان، چالش‌های جدی در تولید محصولات کشاورزی ایجاد شده است. اما در زمین‌های شور

^۱ دانشجوی دکتری و استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

^۲ کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان

^۳ نویسنده مسئول (Email: arazzaghi88@gmail.com)

اندازه‌گیری تولید گاز و کشت بسته

برای آزمون تولید گاز، مایع شکمبه ۲ ساعت پیش از مصرف خوراک وعده صبح از دو گاو نر فیستولدار تغذیه شده در سطح نگهداری جمع‌آوری شد. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک از هر نمونه گیاه علف شور، سلمکی سفید و چمن شور (با ۳ تکرار) با ۳۰ میلی‌لیتر مخلوط بافر مطابق با روش منک و استینگاس (۳۷) و مایع شکمبه (نسبت ۲ به ۱) در بطری‌های شیشه‌ای ریخته شد و درب آن‌ها با استفاده از درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی کاملاً بسته و در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹۶ ساعت انکوباسیون شدند. فشار گاز در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت با استفاده از دستگاه فشارسنج اندازه‌گیری و حجم گاز تولیدی در هر زمان از رابطه تئودورو و همکاران (۴۵) به دست آمد. فراسنجه‌های A و C با روش حداقل مربعات تکراری با استفاده از رویه NLIN سیستم آنالیز آماری (۴۴) بدست آمد. برای تخمین قابلیت هضم ماده آلی (OMD)، انرژی متابولیسمی (ME) و انرژی خالص (NE_L) از فرمول‌های پیشنهادی منک و استینگاس (۳۷) به شرح زیر:

$$ME \text{ (MJ/kg DM)} = 2.2 + 0.1357 GP + 0.0057 CP + 0.00002859 CP^2$$

$$OMD \text{ (g/100 g DM)} = 14.88 + 0.889 \times GP + 0.45 \times CP + 0.0651 \times XA$$

استفاده شد و میزان اسیدهای چرب کوتاه زنجیر نیز با استفاده از رابطه $(SCFA \text{ (mmol)}) = 0.00425 GP - 0.00222 GP$ (۳۶) در این معادلات GP تولید گاز مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه خوراک پس از ۲۴ ساعت، CP مقدار پروتئین خام (گرم به ازای ۱۰۰ گرم ماده خشک) و XA مقدار خاکستر (گرم به ازای ۱۰۰ گرم ماده خشک) بود. متوسط نرخ تخمیر طبق معادله پیشنهادی فرانس و همکاران (۱۸) $(AFR = A.c / (2 \cdot \ln 2))$ محاسبه گردید و در آن A تولید تجمعی گاز و C نرخ جزئی تولید گاز بود. برای محاسبه ناپدید شدن ماده خشک (IVDMD)، محتوی بطری‌ها با پارچه با منافذ ۴۲ میکرومتر صاف شد و باقیمانده آن در دمای ۶۰ درجه آن به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. ویژگی‌های تخمیری شکمبه در شرایط برون تنی و بازدهی تخمیر خوراک محاسبه شد (۳۱). در مرحله بعد، آزمایش تخمیرپذیری *in vitro* گیاهان شورزیست در قالب سیستم کشت بسته^۱ انجام شد (۱۳). یک روز پیش از آزمایش، ۲۰۰ میلی‌گرم از ماده خشک هر نمونه گیاه داخل بطری‌های ۶۰ میلی‌لیتری ریخته شد و در روز آزمایش مایع شکمبه پیش از مصرف خوراک از دو راس گاو نر فیستولدار تغذیه شده در حد نگهداری جمع‌آوری گردید. مایع شکمبه پس از صاف کردن با پارچه ۴ لایه‌ای تحت شرایط بی‌هوازی به آزمایشگاه منتقل و pH آن با بافر (۳۵) به ۶/۸ رسانده شد. مقدار ۲۰

غذایی برای دام بخاطر میزان پروتئین نسبتاً بالای آن محسوب می‌شوند (۳۲ و ۴۲). با این حال اختلاف زیادی در میزان مواد مغذی آن‌تریپلکس‌ها با توجه به نوع گونه، موقعیت جغرافیایی و فصل برداشت وجود دارد (۱۶). توحیدی و همکاران (۴۶) بیش‌ترین خوشخوراکی و قابلیت هضم انواع گیاهان شورزیست را گیاه *Atriplex lentiformis* در جیره شتر گزارش کردند. در ایران بیش از ۴۰ گونه سالسولا شناسایی شده است. الشاعر (۱۵) نشان داد که سالسولا دارای قابلیت هضم ماده خشک بالای ۶۰ درصد در شرایط برون تنی است. الشاعر (۱۷) گزارش کرد که *Salsola tetrandra* ارزش غذایی متوسط (۴۵) درصد ماده خشک، ۹/۷ درصد پروتئین خام، ۳۰ درصد خاکستر و ۱۲/۴ درصد فیبر خام) و خوشخوراکی مطلوبی برای تمام گونه‌های حیوانی در فصول مرطوب سال دارد. در ایران گیاه آلوروپوس سه گونه گیاه گندمی چند ساله شورزیست دارد که در باتلاق‌های شور و شورزارها می‌رویند. پژوهش‌های اندکی در رابطه با ارزش غذایی این گیاه نیز صورت گرفته است. وجود مناطق وسیع خشک در ایران با شاخصه مهم شوری از یک طرف و عدم وجود اطلاعات مورد نیاز در خصوص ارزش غذایی گیاهان شورزیست از سوی دیگر موجب شده تا ترکیب شیمیایی و سایر ویژگی‌های تغذیه‌ای سه گیاه شورزیست *Salsola rigida*، *Aeluropus littoralis* و *Atriplex canescens* به عنوان پوشش گیاهی غالب استان سمنان مورد آزمایش قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تعیین ترکیب شیمیایی

گیاهان مورد مطالعه شامل سلمکی سفید (*Atriplex canescens*) و علف شور (*Salsola rigida*) از خانواده اسفناجیان و چمن شور (*Aeluropus littoralis*) از خانواده گرامینه از ایستگاه تحقیقات بیابان گرمسار در شهریور ماه ۱۳۹۰ در مرحله دانه بندی جمع‌آوری شد. نمونه‌های آن‌تریپلکس، آلوروپوس و سالسولا شامل برگ و ساقه بوده و ساقه‌ها با ضخامت کم‌تر از ۷ میلی‌متر از گیاه قطع شد. نمونه‌های مربوط به هر گیاه خرد و با هم مخلوط و نمونه تصادفی برای انجام آزمایش‌های برون تنی و کیسه‌های نایلونی مورد استفاده قرار گرفت (۴۳ و ۴۶). میزان ماده خشک (DM)، پروتئین خام (CP)، چربی خام (EE) و خاکستر (Ash) به روش AOAC (۵) و دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز طبق روش ون سوست و همکاران (۴۸) تعیین شد. برای اندازه‌گیری مواد معدنی، نمونه‌های خوراک با اسید نیتریک و کلریدریک هضم شد و عناصر کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم توسط دستگاه جذب اتمی و فسفر و گوگرد با دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین شد. جهت اندازه‌گیری کلر از روش تیتراسیون (۲۱) استفاده گردید.

آلوروپوس) بیشتر بود. ریاسی و همکاران (۴۳) مقادیر پروتئین خام، دیواره سلولی و خاکستر گونه‌ای از آتریپلکس (*Atriplex dimorphostegia*) را به ترتیب ۶/۲۲، ۵۳ و ۱۶/۹ درصد گزارش کردند. لودادیو و همکاران (۲۸) مقادیر پروتئین خام و خاکستر آلوروپوس لیتولاریس مناطق بیابانی تونس را به ترتیب ۸/۵ و ۱۴/۲ درصد گزارش نمودند. میزان دیواره سلولی در گونه‌های مورد مطالعه از ۴۹/۴ تا ۵۴/۶ درصد و دیواره سلولی بدون همی سلولز از ۲۷/۶ تا ۳۳/۲ در تغییر بود (جدول ۱). مقادیر NDF و ADF آلوروپوس لیتولاریس در پژوهش لودادیو و همکاران (۲۸) و گونه‌ای از آتریپلکس در بررسی ریاسی و همکاران (۴۳) تقریباً نزدیک به مقادیر بدست آمده در مطالعه حاضر است.

الشاعر (۱۵، ۱۶ و ۱۷) میزان الیاف برگ‌های گیاهان شورزیست در مناطق بیابانی مصر را در دامنه بین ۳۰ تا ۴۵ درصد برای NDF، ۱۵ تا ۲۹ درصد برای ADF و ۶ تا ۱۴ درصد برای ADL گزارش کرد. بر اساس گزارش باشتینی و توکلی (۶) میزان فیبر خام پنج گونه گیاه شورپسند بین ۸/۶ تا ۲۰/۵ درصد متغیر بود. مواد فیبری و خاکستر گیاهان شورزیست بالا است و با کاهش پروتئین و انرژی خام این ترکیبات افزایش یافته و همچنین با پیشرفت در بلوغ گیاهان میزان ترکیبات فیبری آن افزایش می‌یابد (۱۷). اختلاف در مواد مغذی گیاهان شورزیست را می‌توان به مرحله برداشت گیاه، شرایط محیطی و آب و هوایی منطقه و توانایی آن‌ها برای دریافت مواد غذایی از خاک نسبت داد (۱۱ و ۳۹).

بن سالم و همکاران (۱۱) نشان دادند که گونه‌های مختلف آتریپلکس میزان پروتئین خام در دامنه بین ۱۰ تا ۲۵ درصد دارند، به گونه‌ای که بیش‌ترین میزان پروتئین خام را در فصل بهار و کم‌ترین را در فصل تابستان دارند. اما در کل میزان پروتئین خام آتریپلکس بالای ۱۰ درصد است و قادر به تأمین نیاز نیتروژن میکروارگانیزم‌های شکمبه می‌باشد (۱۵ و ۱۶). الشاعر (۱۷) گزارش نمود که میزان پروتئین خام گیاهان شورزیست در صحرای سینا مصر در دامنه ۳/۳۸ (خارشر) تا ۱۵/۱ درصد (آتریپلکس) بر حسب درصد ماده خشک متغیر است و باشتینی و توکلی (۶) درصد پروتئین خام پنج گونه گیاه شورزیست مناطق کویری خراسان را در دامنه ۶/۲ تا ۹/۱ درصد گزارش کردند. بخش اعظم پروتئین خام گیاهان شورزیست بصورت ترکیبات غیرپروتئینی همانند نیترات، گلایسین بتائین و پرولین است. گلایسین، بتائین و پرولین در برگ این گیاهان وجود داشته و به گیاه در زمان استرس‌های کم‌آبی کمک می‌کنند (۳۰ و ۳۳).

میلی‌لیتر از مخلوط بافر و مایع شکمبه با نسبت ۲ به ۱ وارد بطری‌های شیشه‌ای حاوی نمونه (سه تکرار) گردید. پس از پر کردن بطری‌ها تحت شرایط بی‌هوازی درب شیشه‌ها بسته و در حمام بن ماری ۳۹ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت (۱۴ و ۲۶). فشار گاز با استفاده از فشارسنج در ساعت‌های ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۲۴ انکوباسیون ثبت شد و گاز تجمع یافته آزاد گردید. در پایان انکوباسیون یک نمونه ۱ میلی‌لیتری از محیط کشت با مقدار ۰/۲ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ مولار اسیدی گردید (۱۴) و به روش فنلی با دستگاه اسپکتروفتومتر مقدار نیتروژن آمونیاکی اندازه گیری شد.

تجزیه پذیری شکمبه‌ای

برای اندازه‌گیری تجزیه پذیری از کیسه‌هایی از جنس ابریشم مصنوعی با منافذ ۵۰ میکرومتر استفاده شده مقدار ۵ گرم نمونه آسیاب شده در کیسه‌ها ریخته شد و پس از خیس کردن در آب معمولی (زمان صفر)، در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت در شکمبه سه راس گاو نر فیستولدار قرار داده شد. کیسه‌های خارج شده از شکمبه پس از شستشو به مدت ۴۸ ساعت در آون با درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و خشک گردید. باقیمانده داخل کیسه‌ها جهت محاسبه بخش ناپدید شده، دیواره سلولی و پروتئین خام مورد استفاده قرار گرفت. فراسنجه‌های تجزیه پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی در نمونه‌های مورد بررسی با استفاده از معادله پیشنهادی ارسکوف و همکاران (۴۱) $P = a + b(1 - e^{-ct})$ تعیین و تجزیه‌پذیری مؤثر نمونه‌ها با استفاده از معادله $ED = a + (bc/c + k)$ با در نظر گرفتن نرخ خروجی ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ در ساعت محاسبه شد (۴۹).

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی گیاهان

ترکیب شیمیایی آتریپلکس، سالسولا و آلوروپوس در جدول ۱ نشان داده شده است. میزان پروتئین خام (۱۳/۲۹ درصد)، چربی خام (۱/۲ درصد) و خاکستر (۲۵/۵۵ درصد) آلوروپوس بیش‌تر از دو گونه دیگر بود. تمامی گیاهان شورزیست مورد مطالعه دارای میزان خاکستر (۱۷/۲۰ تا ۲۵/۵۵ درصد) بالایی بودند و در این بین آتریپلکس کم‌ترین و آلوروپوس بیشترین میزان خاکستر را داشت. شوری بالای خاک و جذب کاتیون‌ها و تجمع عناصر معدنی می‌تواند علت بالا بودن خاکستر گیاهان شورزیست باشد (۳۲ و ۳۳). دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز آتریپلکس از دو گونه دیگر (سالسولا و

جدول ۱- ترکیب شیمیایی گیاهان شورزیست (بر اساس درصد ماده خشک)

Table 1- Chemical composition of halophyte plants (% DM)

ترکیب شیمیایی Chemical composition	آلوروپوس لیتورالیس <i>Aeluropus litoralis</i>	سالسولا ریجیدا <i>Salsola rigida</i>	آتربلکس کانسنس <i>Atriplex canescens</i>
ماده خشک DM	95.08	95.48	95.26
پروتئین خام CP	13.29	10.23	10.04
چربی خام EE	1.20	0.90	0.70
دیواره سلولی NDF	54.50	49.40	54.60
دیواره سلولی بدون همی سلولز ADF	27.60	29.40	33.20
خاکستر Ash	25.55	20.25	17.20
کلسیم Ca	0.58	0.78	1.00
فسفر P	0.16	0.07	0.11
منیزیم Mg	0.45	0.99	0.36
سدیم Na	4.55	4.17	4.71
پتاسیم K	0.56	1.29	1.06
کلر Cl	7.10	4.12	2.29
گوگرد S	1.69	2.42	1.45

استفاده برای محاسبه آن، در برخی نمونه‌های جمع آوری شده در استرالیا بین ۶۰ تا ۹۰ میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم ماده خشک تخمین زده شده است (۱۱). مسترز و همکاران (۳۲) گزارش کردند که پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌توانند در مقادیر حداکثر سطوح قابل تحمل ۲، ۱/۵ و ۰/۶ درصد برای نشخوارکنندگان در گیاهان شورزیست تجمع یابند. تجمع گوگرد نیز در گیاهان شورزیست چشمگیر است. مصرف گوگرد در گوسفند نباید از ۴ گرم در روز تجاوز کند (معادل ۰/۴ درصد در گوسفند مصرف کننده ۱ کیلوگرم ماده خشک). غلظت‌های گوگرد در شورزیست‌ها و دیگر گیاهان علوفه‌ای که در شرایط شوری خاک رشد می‌کنند، معمولاً بالای ۱ درصد است در این پژوهش غلظت گوگرد بین ۱/۴۵ تا ۲/۴۹ درصد بود. از سویی بن سالم و همکاران (۱۱) سطح گوگرد گونه غالب آتربلکس (*Oldman saltbush*) را ۹/۳ درصد ماده خشک گزارش کردند. بطور کلی بیشتر گیاهان شورزیست، خوشخوراکی پایینی دارند و چهار عامل بالا بودن سدیم، پتاسیم، کلسیم و سیلیسیم، بالا بودن مقادیر NDF و ADF وجود متابولیت‌های ثانویه گیاهی (تانن، ساپونین، ترکیبات آلی سولفور) و کمبود انرژی دلیل این نقصان معرفی شده‌اند (۴ و ۸).

در مجموع می‌توان گفت که اختلاف زیادی در ترکیب شیمیایی بین گونه‌های مختلف گیاهان شورزیست از یک جنس خاص در زمان معینی از برداشت وجود دارد که می‌تواند مربوط به تغییرات فصل و شرایط متفاوت محیطی باشد (۱۷). همان‌طور که در جدول ۱ آورده شده است، مقادیر سدیم، کلر و گوگرد گیاهان شورزیست مورد بررسی بالا است. ترکیب مواد معدنی گیاهان شورزیست ممکن است بطور قابل توجهی تحت تأثیر نمک‌های موجود در آب و خاک تغییر یابد. غلظت مواد معدنی گیاهان شورزیست وابسته به میزان مواد معدنی تجمع یافته در برگ این گیاهان است. اغلب نمک گیاهان شورزیست بصورت کلرور سدیم و کلرور پتاسیم است، با این حال این گیاهان دارای غلظت‌های بالایی از گوگرد، کلسیم و فسفر نیز هستند که می‌تواند باعث عدم تعادل در متابولیسم مواد معدنی دام‌های مصرف کننده شود (۱۰ و ۳۴). پژوهشگران میزان سدیم گونه غالب آتربلکس (*Oldman saltbush*) را بین ۴/۱ تا ۷/۹ درصد ماده خشک و کلر را حتی ۱۱ درصد ماده خشک نیز گزارش کردند (۱۰، ۱۱ و ۲۶). سطح اختلاف کاتیون- آنیون گونه‌های مختلف آتربلکس وابسته به معادله مورد

بقیه بود ($P < 0.05$). نورمن و همکاران (۴۰) برای تخمین صحت و میزان همبستگی برآورد قابلیت هضم ماده آلی از طریق حیوانی با روش‌های *in sacco*، تولید گاز و هضم پیسین-سلولاز و دیزی (*Daisy*) مشاهده نمودند که در تعیین OMD بیشترین همبستگی بین روش تولید گاز و استفاده از حیوان زنده در زمان استفاده از گیاهان مرتعی بعنوان سوپسترا وجود دارد. درصد گوارش پذیری ماده آلی گیاهان شورزیست بین ۶۰ تا ۷۴ درصد گزارش شده است و بیشترین مقدار آن مربوط به گیاه آلورپوس می‌باشد. ریاسی و همکاران (۴۳) نشان دادند که قابلیت هضم مواد مغذی کوشیا و آتریپلکس در شرایط درون تنی در دامنه ۴۰۰ تا ۵۰۰ گرم در کیلوگرم است. این اختلاف می‌تواند به روش برآورد قابلیت هضم و مرحله رشد و فصل برداشت گیاه مربوط شود. البته با توجه به همبستگی بالا و مثبت بین میزان پروتئین ماده غذایی و قابلیت هضم ماده آلی، می‌توان بیان داشت که مقادیر پروتئین خام آتریپلکس در پژوهش ریاسی و همکاران (۴۳)، الشاعر (۱۷) و توحیدی و همکاران (۴۶) کم‌تر از مقدار پروتئین خام آتریپلکس در این پژوهش بود که می‌تواند دلیلی برای مقدار بالاتر ماده آلی قابل هضم به دست آمده باشد. قابلیت هضم ماده آلی در شرایط حیوان زنده برای آتریپلکس در دامنه ۳۴/۲ تا ۶۶/۳ درصد گزارش شده است (۱۱). بنجامین و همکاران (۷ و ۸) نیز گزارش کردند که در شرایط درون تنی قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و ماده آلی یک گونه آتریپلکس به ترتیب ۵۹ و ۵۶ درصد بود. از سوی دیگر الشاعر (۱۷) بیان داشت که قابلیت هضم علوفه شورزیست بر پایه ماده خشک یا ماده آلی تنوع زیادی بین گونه‌های مختلف دارد و می‌تواند بین ۴۰ تا ۷۰ درصد در شرایط مختلف در نوسان باشد. این تنوع ممکن است ناشی از اختلاف‌ها در سن و وضعیت فیزیولوژیک گیاه زمان برداشت باشد (۱۰ و ۳۹).

تولید گاز و کشت بسته

مؤلفه‌های تولید گاز (A، c)، فاز تأخیر و میانگین نرخ تخمیر در جدول ۲ نشان داده شده است. مقادیر تولید تجمعی گاز در سالسولا، آتریپلکس و آلورپوس به ترتیب ۴۱/۸۴، ۴۷/۴۸ و ۶۳/۰۳ میلی لیتر در گرم ماده آلی بود و بیشترین مقدار تولید گاز مربوط به آلورپوس بود. فاز تأخیر و میانگین نرخ تخمیر این گیاه نیز بیش‌تر از دو گیاه دیگر بود. میزان تولید گاز در ۹۶ ساعت گیاهان شورزیست مورد بررسی دامنه‌ای بین ۴۲/۲۲ تا ۶۴/۰۵ میلی لیتر را نشان داد (جدول ۳)، بطوری که بیشترین تولید گاز را گیاه آلورپوس داشت ولی با این همه پایین‌تر از میزان تولید گاز علوفه‌های رایج همانند یونجه است. میزان تولید گاز به‌طور عمده تحت تأثیر ترکیب شیمیایی گیاه قرار دارد. اگر چه تولید گاز ناشی از تخمیر پروتئین در مقایسه با کربوهیدرات اندک است اما نورتون (۳۸) بیان داشت که وجود حداقل ۱۰ درصد پروتئین خام در مواد خوراکی برای فعالیت مطلوب میکروبی شکمبه لازم است که دیواره سلولی بدون همی سلولز پایین‌تر و پروتئین نسبتاً بالای آلورپوس می‌تواند توجه کننده تولید گاز بیشتر آن باشد (۱۹). از سوی دیگر لاری و همکاران (۲۷) نیز رابطه مثبت بین میزان پروتئین خام و تولید گاز را نشان دادند. لودادیو و همکاران (۲۸) رابطه منفی بین کربوهیدرات ساختاری و پروتئین خام گیاهان شورزیست را گزارش نمودند.

در جدول ۳ مقادیر تولید گاز در ۹۶ ساعت، قابلیت هضم ماده آلی (OMD)، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFA) و انرژی قابل متابولیسم (ME) ارائه گردیده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود گیاه آلورپوس در کلیه فراسنجه‌های مورد بررسی افزایش معنی‌داری نشان داد و برعکس میزان ناپدید شدن ماده خشک این گیاه کم‌تر از

جدول ۲- فراسنجه‌های تولید گاز و متوسط نرخ تخمیر گیاهان شورزیست

فراسنجه	آتریپلکس کانینسنس	سالسولا ریجیدا	آلورپوس لیتورالیس	SEM
Parametrs	<i>Atriplex canescens</i>	<i>Salsola rigida</i>	<i>Aeluropus littoralis</i>	
A ¹	47.48 ^b	41.84 ^b	64.03 ^a	1.84
C ²	0.06 ^{ab}	0.07 ^a	0.05 ^b	0.005
L ³	0.44 ^b	0.24 ^c	1.24 ^a	0.03
AFR ⁴	1.98	2.06	2.09	0.02

در تمامی جداول میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

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

¹ Asymptotic gas production (mL/g OM)

² Fractional rate of gas production (/h)

³ Lag time (h)

⁴ Average fermentation rate (mL/h).

به گیاه سالسولا ریجیدا بود. حسینی‌نژاد و همکاران (۲۳) رابطه معکوس بین خاکستر و انرژی قابل متابولیسم را نشان دادند به

انرژی قابل متابولیسم بین ۰/۳ تا ۷/۱۹ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک گونه‌های مورد مطالعه برآورد شد و کم‌ترین آن نیز متعلق

ارزیابی کردند و نشان دادند که گونه‌های مختلف آتریپلکس سبب کاهش غلظت آمونیاک محیط کشت نسبت به شاهد شده و آن‌ها علت آنرا مربوط به تغییر جمعیت میکروبی یا متابولیت‌های ثانویه گیاهی (تان‌ها) بیان کردند (۱۴ و ۴۷).

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری

نتایج مربوط به فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی گیاهان شورزیست در جدول ۴ ارائه گردیده است. بخش سریع تجزیه ماده خشک در گیاه سالسولا بیش‌ترین و در آلوروپوس کمترین مقدار را داشت ($P < 0.05$). بالاترین میزان ثابت نرخ تجزیه‌پذیری به آتریپلکس و آلوروپوس و بیشترین بخش کند تجزیه متعلق به گیاه آلوروپوس بود.

طوری که در پژوهش آن‌ها کمترین انرژی متابولیسمی مربوط به گیاه علف شور (*Salsola griffithii*) بخاطر خاکستر بالای آن بود (۴۶/۸۷ درصد) ولی چنین رابطه‌ای در پژوهش حاضر صدق نکرد. بیش‌ترین بازدهی تخمیر خوراک (FFE) متعلق به گیاه سالسولا بود (جدول ۳). بازدهی تخمیر خوراک برای ارزیابی فرآیند تخمیر خوراک با توجه به نیاز و محدودیت حیوان، شاخص مناسبی می‌باشد. گاز تولید شده از تخمیر بی‌هوازی یک محصول فرعی اتلاف انرژی است و بدین ترتیب بازدهی تخمیر کاهش می‌یابد. در واقع با کاهش تولید گاز متان بازدهی تخمیر خوراک نیز افزایش پیدا می‌کند (۳۱). میزان ناپدید شدن ماده خشک و غلظت نیتروژن آمونیاکی محیط کشت آلوروپوس کم‌تر از دو گیاه دیگر بود (جدول ۳). کاهش در ناپدید شدن ماده خشک از شکمبه می‌تواند اثرات نامطلوب تغذیه‌ای برای حیوان داشته باشد. دورمیک و همکاران (۱۴) ویژگی‌های تخمیری ۱۲۸ گونه مرتعی در استرالیا را با استفاده از کشت بسته

جدول ۳- فراسنجه‌های برآورد شده در روش تولید گاز و کشت تخمیری بسته

Table 3- The estimated parameters of *in vitro* gas production and batch culture methods

فراسنجه Parameters	آتریپلکس کانسنس <i>Atriplex canescens</i>	سالسولا ریجیدا <i>Salsola rigida</i>	آلوروپوس لیتورالیس <i>Aeluropus litoralis</i>	SEM
تولید گاز در ۹۶ ساعت انکوباسیون Gas produced after 96 h incubation (ml)	47.36 ^b	42.22 ^b	64.05 ^a	1.73
ناپدید شدن ماده خشک IVDMD ¹ (%)	54.95 ^a	54.25 ^a	41.91 ^b	0.33
قابلیت هضم ماده آلی OMD ² (%)	60.93 ^b	60.97 ^b	74.08 ^a	0.39
اسیدهای چرب کوتاه زنجیر SCFA ³ (mmol)	0.60 ^{ab}	0.52 ^b	0.68 ^a	0.03
انرژی متابولیسمی ME ⁴ (mj/kg DM)	6.49 ^{ab}	6.03 ^b	7.19 ^a	0.26
انرژی خالص NE _L ⁵	2.75	2.34	3.17	0.36
بازدهی تخمیر خوراک FFE ⁶ (mg DM disappeared /ml gas produced after 24h)	3.39 ^{ab}	3.97 ^a	2.45 ^b	0.34
pH*	6.62	6.64	6.62	0.14
نیتروژن آمونیاکی N-NH ₃ * (mg/g CP)	135 ^a	138 ^a	121 ^b	2.22

¹ *In vitro* dry matter disappearance

² Organic matter disappeared

³ Short chain fatty acid

⁴ Metabolizable energy

⁵ Net energy

⁶ Feed fermentation efficiency

* Estimated from batch culture system

بخش سریع تجزیه ماده خشک گیاه *Atriplex dimorphostegia* را ۳۹ درصد گزارش کردند. با این‌که بخش دیواره سلولی گیاه

بخش سریع تجزیه آتریپلکس در این پژوهش (۲۳/۲۴ درصد) کمتر از تخمین‌های ریاسی و همکاران (۴۳) بود. این محققان مقدار

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می شود، بخش سریع تجزیه پروتئین خام سالسولا (۵۵/۶۸ درصد) به طور معنی داری بیش تر از دو گیاه دیگر بود. بنابراین انتظار می رود که پروتئین حقیقی و پروتئین عبوری آتریپلکس و آلوروپوس بیشتر از سالسولا باشد و در صورت استفاده از سالسولا باید منبعی از کربوهیدرات سریع تخمیر برای جلوگیری از اتلاف انرژی در جیره تأمین نمود.

ابوزنات (۲) مقدار تانن کل در گونه های مختلف آتریپلکس را ۱/۸ درصد گزارش نمود که این ترکیبات در برخی علوفه ها از تجزیه سریع پروتئین در شکمبه جلوگیری می کنند و بدین ترتیب بازدهی مصرف پروتئین در حیوان افزایش خواهد یافت (۲۰). کایتو و همکاران (۲۴) بخش سریع تجزیه پروتئین خام آتریپلکس را معادل ۵۰ درصد بدست آوردند، در حالی که بن سالم و همکاران (۱۱) بخش سریع تجزیه پروتئین آتریپلکس را ۷۰ درصد گزارش کردند. بخش سریع تجزیه پروتئین خام گونه های مختلف آتریپلکس در پژوهش عابدو و همکاران (۱) ۴۴/۳ درصد و در گزارش کاشکی (۲۵) در محدوده ۴۰/۶ تا ۴۷/۸ درصد گزارش شده است. سرعت تجزیه شدن پروتئین در شکمبه به ساختمان آن وابسته است. به طوری که پروتئین عمده در علوفه تازه دارای نیمه عمر کوتاه بوده و مصرف آن افزایش آمونیاک شکمبه را در پی دارد. تجزیه پذیری مؤثر پروتئین خام گیاهان شورزیست مورد مطالعه اختلاف معنی داری را نشان نداد. گیاه سالسولا دارای کم ترین بخش سریع تجزیه (۱۰/۹۴ درصد) و بخش کند تجزیه (۳۰/۱۱ درصد) دیواره سلولی با کم ترین پتانسیل تجزیه پذیری بود. بخش سریع تجزیه، کند تجزیه و سرعت تجزیه پذیری برگ های آتریپلکس در مطالعه عابدو و همکاران (۱) به ترتیب ۱۲/۲، ۵۷ و ۰/۰۸ به دست آمد. تجزیه پذیری مؤثر دیواره سلولی گیاه سالسولا در نرخ های عبور مختلف به طور معنی داری کم تر از دو گیاه شورزیست دیگر بود. هر چند که مقادیر دیواره سلولی سالسولا نسبت به دو گیاه دیگر کم تر بود، ولی تجزیه پذیری مؤثر کم تری داشت (جدول ۱). هافمن و همکاران (۲۲) گزارش کردند که با افزایش بلوغ گیاه مقادیر تجزیه پذیری مؤثر کاهش می یابد؛ چرا که با افزایش غلظت دیواره سلولی، قابلیت هضم و محتویات سلولی کاهش می یابد و نیز غلظت بالای دیواره سلولی مانع از شکسته شدن فیبر و در نتیجه سبب کاهش فعالیت میکروبی می شود.

سالسولا کم تر از دو گیاه دیگر است ولی بالا بودن بخش سریع تجزیه ماده خشک (۲۸/۴۲ درصد) آنرا می توان به خاکستر نسبتاً زیاد این گیاه مربوط دانست. ارتباط بین بالا بودن بخش سریع تجزیه و خاکستر بالاتر و مقادیر کم تر دیواره سلولی را می توان در گیاه سالسولا مشاهده کرد. پایین بودن بخش سریع تجزیه در گیاه آلوروپوس (۲۱/۵۰ درصد) می تواند مصرف اختیاری آن را کاهش دهد. همان طور که پیش از این گفته شد هر چند که میزان خاکستر آلوروپوس بیش تر از بقیه گیاهان بود ولی بالا بودن بخش سریع تجزیه در علوفه سالسولا را می توان به خاکستر بالای آن مرتبط دانست. بخش کند تجزیه آلوروپوس بطور معنی داری بیش تر از آتریپلکس و سالسولا بود. از سوی دیگر بیش ترین پتانسیل تجزیه پذیری را آلوروپوس (۵۲/۴۲ درصد) داشت که می تواند بخاطر خاکستر بالای آن باشد و نشانگر پتانسیل تجزیه پذیری بیشتر آن است. حسینی نژاد و همکاران (۲۳) بخش سریع تجزیه و کند تجزیه گونه ای از آلوروپوس را به ترتیب ۲۷/۲۷ و ۲۸/۹۳ درصد گزارش نمودند. ریاسی و همکاران (۴۳) بخش کند تجزیه ماده خشک آتریپلکس را ۲۷ درصد برآورد کرد. ولی زاده و همکاران (۴۷) تجزیه پذیری بخش سریع و کند تجزیه ماده خشک گونه ای از گیاهان مقاوم به خشکی (اروشیا) را به ترتیب ۲۳ و ۳۰ درصد گزارش نمودند.

فراسنجه های به دست آمده از تجزیه پذیری با روش کیسه نیلونی (بخش های ثابت تجزیه، کند تجزیه و تجزیه پذیری مؤثر) بجز بخش سریع تجزیه، همبستگی معنی داری با دیواره سلولی دارد (۲۷). دیواره سلولی و لیگنین ارتباط منفی با تجزیه پذیری و قابلیت هضم علوفه ها دارند. در این پژوهش میانگین تجزیه پذیری مؤثر برای نرخ های عبور ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ اختلاف معنی داری را نشان ندادند. فراسنجه های تجزیه پذیری علوفه ها تحت تأثیر ترکیب شیمیایی، سهم بافت های مختلف گیاهی، ساختار دیواره سلولی و نوع ارتباط سلولز و همی سلولز قرار دارد. تجزیه پذیری ماده خشک هم چنین تحت تأثیر عوامل حیوانی (کاهش اندازه ذرات در مراحل نشخوار، فعالیت میکروبی و شرایط محیط شکمبه) قرار می گیرد (۲۰). هافمن و همکاران (۲۲) نیز رابطه منفی بین تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک با لیگنین، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز را گزارش کردند. توان تجزیه پذیری بالقوه آلوروپوس به طور معنی داری بیش تر از دو گیاه دیگر بود.

جدول ۴- فراسنجه‌های تجزیه پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی گیاهان شورزیست (درصد)

Table 4- In sacco degradation parameters of DM, CP and NDF of halophyte plants (%)

فراسنجه‌ها Parameters	آتریپلکس کانسنس <i>Atriplex canescens</i>	سالسولا ریجیدا <i>Salsola rigida</i>	آلوروپوس لیتولاریس <i>Aeluropus litoralis</i>	SEM
ماده خشک				
DM				
بخش سریع تجزیه	23.24 ^b	28.42 ^a	21.50 ^c	0.49
a				
بخش کند تجزیه	23.30 ^b	20.71 ^b	30.92 ^a	0.75
b				
نرخ تجزیه بخش نامحلول	0.033 ^a	0.024 ^b	0.031 ^a	0.002
c				
پتانسیل تجزیه پذیری	46.54 ^c	49.13 ^b	52.42 ^a	0.55
d=a+b				
تجزیه پذیری مؤثر				
ED				
0.02	37.75	39.72	40.29	1.73
0.04	33.77	36.19	35.00	1.94
0.06	31.51	34.34	32.03	1.94
پروتئین خام				
CP				
بخش سریع تجزیه	48.74 ^b	55.68 ^a	51.28 ^b	0.73
a				
بخش کند تجزیه	34.24 ^a	28.76 ^b	26.93 ^b	0.72
b				
نرخ تجزیه بخش نامحلول	0.03	0.03	0.02	0.003
c				
پتانسیل تجزیه پذیری	82.98	84.44	78.21	2.88
d=a+b				
تجزیه پذیری مؤثر				
ED				
0.02	69.29	72.94	64.75	2.31
0.04	63.41	68.01	60.26	2.14
0.06	60.15	65.27	58.01	2.31
دیواره سلولی				
NDF				
بخش سریع تجزیه	29.71 ^b	10.94 ^c	34.35 ^a	0.87
a				
بخش کند تجزیه	37.26 ^b	30.11 ^c	41.47 ^a	0.79
b				
نرخ تجزیه بخش نامحلول	0.04 ^b	0.05 ^a	0.02 ^c	0.002
c				
پتانسیل تجزیه پذیری	66.97 ^a	41.05 ^b	75.82 ^a	2.61
d=a+b				
تجزیه پذیری مؤثر				
ED				
0.02	54.55 ^a	32.45 ^b	55.08 ^a	2.41
0.04	48.34 ^a	27.67 ^b	48.17 ^a	2.31
0.06	44.61 ^a	24.63 ^b	44.72 ^a	2.32

a, soluble fraction (%); b, degradable but insoluble fraction (%); c, rate constant (per h) of degradation of fraction b; d=a+b, the potential degradable fraction (%); and ED, effective degradability calculated with a passage rates (k) of 0.02, 0.04, and 0.06 per h.

نتیجه گیری کلی

گیاهان شورزیست آتریپلکس کانینسنس، آلوروپوس لیتولاریس و سالسولا ریجیدا دارای مقادیر قابل توجهی از مواد مغذی بویژه پروتئین خام بود و از این روی می‌تواند بخشی از مواد مغذی مورد نیاز دام را تأمین نمایند. بطور کلی تمامی این گونه‌های شورزیست حاوی غلظت‌های بالایی از سدیم، کلر و گوگرد و غلظت فسفر پایینی بودند. مقادیر بالاتر بخش سریع تجزیه ماده خشک و پروتئین خام گیاه سالسولا نسبت به آلوروپوس و آتریپلکس احتمالاً مصرف بهتر این گیاه توسط دام را باعث می‌شود. اما برای رسیدن به همبستگی مناسب بین مقادیر تولید گاز و تجزیه پذیری ماده خشک و مشاهده

اثرات این یافته بر نشخوارکنندگان در شرایط منطقه نیاز به پژوهش‌های بیش‌تری با استفاده مستقیم از دام‌ها است.

سپاسگزاری

از مدیریت ایستگاه تحقیقات بیابان گرمسار، مهندس رسول میراخوری بخاطر جمع‌آوری گیاهان آتریپلکس کانینسنس و آلوروپوس لیتولاریس و از مهندس نجاتعلی سالار عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان سمنان برای در اختیار گذاشتن گیاه سالسولا ریجیدا تشکر می‌شود.

منابع

- 1- Abbeddou, S., S. Rihawi, H. D. Hess, L. Iniguez, A. C. Mayar, and M. Kreuzer. 2011. Nutritional composition of lentil straw, vetch hay, olive leaves, and saltbush leaves and their digestibility as measured in fat-tailed sheep. *Small Ruminant Research*, 96:126-135.
- 2- Abu-Zanat, M. M. W. 2005. Voluntary intake and digestibility of saltbush by sheep. *Asia-Australian Journal of Animal Science*, Vol 18. NO.2: 214-1220.
- 3- Abu-Zanat, M. M. W., and M. J. Tabbaa. 2006. Effect of feeding *Atriplex* browse to lactating ewes on milk yield and growth rate of their lambs. *Small Ruminant Research*, 64:152-161.
- 4- Al-Shorepy, S.A., G. A. Alhadrami, and A. I. El-Awad. 2010. Development of sheep and goat production system based on the use of salt-tolerant plants and marginal resources in the United Arab Emirates. *Small Ruminant Research*, 91:39-46.
- 5- AOAC. 1997. Official Methods of Analysis. Association on Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- 6- Bashtini, J., and H. Tavakoli. 2002. Determination of nutritive value of five dominant species of halophyte plants in salt desert lands of Khorasan province. *Journal of Pajouhesh and Sazandegi*, 55:2-5. (In Persian).
- 7- 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 of *Cassia sturtii* after browsing. *Journal of Arid Environment*, 29:63-84.
- 8- Benjamin, R.W., W. E. Oren, E. Katz, and K. Becker. 1992. The apparent digestibility of *Atriplex barclayana* and its effect on nitrogen balance in sheep. *Animal Production*, 54:259-264.
- 9- Ben Salem, H., H. Abdouli, A. Nefzaoui, A. El-Mastouri, and L. Ben Salem. 2008. Nutritive value, behaviour, and growth of Barbarine lambs on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and supplemented or notwith barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) pads. *Small Ruminant Research*, 59:229-237.
- 10- Ben Salem, H., A. Nefzaoui, and L. Ben Salem. 2004. Spineless cactus and oldman saltbush as alternative supplements for growing Barbarine lambs given straw-based diets. *Small Ruminant Research*, 51:65-73.
- 11- 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* Lindl.) in sheep and goat feeding. *Small Ruminant Research*, 91:13-28.
- 12- Ben Salem, H., and T. Smith. 2008. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. *Small Ruminant Research*, 77:174-194.
- 13- Busquet, M., S. Calsamiglia, A. Ferret, and Kamel. 2006. Plant extracts affect *in vitro* rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 89:761-771.
- 14- Durmic, Z., P. Hutton, D.K. Revell, J. Emms, S. Hughes, and P.E. Vercoe. 2010. *In vitro* fermentative traits of Australian woody perennial plant species that may be considered as potential sources of feed for grazing ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 160:98-109.
- 15- El Shaer, H.M. 1981. A comparative nutrition study on sheep and goats grazing Southern Sinai desert range with supplements. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt.
- 16- El Shaer, H.M. 1999. Potentiality of animal production in the Egyptian desert region. In: Proceeding of the conference on animal production in the 21st century challenges and prospects, 18-20 April, Egypt, Pp. 93.
- 17- El Shaer, H.M. 2010. Halophytes and salt-tolerant plants as potential forage for ruminants in near east region. *Small Ruminant Research*, 91:3-12.
- 18- France, J., J. Dijkstra, M. S. Dhanoa, S. Lopez, and A. Bannink. 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed *in vitro*: derivation of models and other

- mathematical considerations. *British Journal of Nutrition*, 83:143-150.
- 19- Getachew, G., M. Blummel, H. P. S. Makkar, and K. Becker. 1998. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 72:261-281.
 - 20- Givens, D. I., E. Owen, R. F. E. Axford, and H. M. Omed. 2000. Forage evaluation in ruminant nutrition. CABI Press.
 - 21- Harris, E. L. 1970. Nutrition research techniques for domestic and wild animals. Vol 1. Utah State University.
 - 22- Hoffman, P. C., S. J. Seivert, R. D. Shaver, D. A. Welch, and D. K. Combs. 1993. In situ dry matter, protein and fiber degradation of perennial forage. *Journal of Dairy Science*, 76:2632-2643.
 - 23- Hosseini-Nezhad, Z., M. Yousef Elahi., and H. Fazaeli. 2012. Determination of nutritive value of five halophyte plants in Sistan zone. *Iranian Journal of Animal Science*, 43(1):1-10. (In Persian).
 - 24- Kaitho, R. J., I. V. Nsahlai, B. A. Williams, N. N. Ummunna, S. Tamminga, and Van Bruchem. 1998. Relationships between preference, rumen degradability, gas production and chemical composition of browsers. *Agroforestry System*, 39:129-144.
 - 25- Kashki, V. 2011. Determination of nutritive value of several *Atriples spp.* by *in vivo* and *in situ* methods. Unpublished Report. Research Center of Natural Resources and Agriculture of Khorasan-e-Razavi, Mashhad. (In Persian).
 - 26- Kumara Mahipala, M.B.P., G. L. Krebs, P. McCafferty, and L. H. P. Gunaratne. 2009. Chemical composition, biological effects of tannin and *in vitro* nutritive value of selected browse species grown in the West Australian Mediterranean environment. *Animal Feed Science and Technology*, 153:203-215.
 - 27- Larbi, A., J. W. Smith, I. O. Kurdi, I. O. Adekunle, A. M. Rajj, and D. O. Ladipo. 1998. Chemical composition, rumen degradation and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in the humid tropics. *Animal Feed Science and Technology*, 72:81- 96.
 - 28- Laudadio, V., V. Tufarelli, M. Dario, M. Hammadi, M. M. Seddik, G. M. Lacalandra, and C. Dario. 2009. A survey of chemical and nutritional characteristics of halophytes plants used by camels in Southern Tunisia. *Tropical Animal Health and Production*, 41:209-215.
 - 29- Le Houerou, H. N. 1990. Eco-climate and bio-geographic comparison between the rangelands of the iso-climate Mediterranean arid zones of northern Africa and near East. In: S.A.S. Omar, M.A. Razzaque and F. Alsdarawi (eds): *Range management in Arid Zones*, pp.25-40. Kegan Paul international, London.
 - 30- Le Houérou, H. N. 1992. The role of saltbushes (*Atriplex spp.*) in arid land rehabilitation in the Mediterranean basin: a review. *Agroforestry Systems*, 18:107-148.
 - 31- Jahani-Azizabadi, H., M. Danesh-Mesgaran, A. R. Vakili, K. Rezayazdi, and M. Hashemi. 2011. Effect of various medicinal plant essential oils obtained from semi-arid climate on rumen fermentation characteristics of a high forage diet using *in vitro* batch culture. *African Journal of Microbiology Research*, 5(27): 4812-4819.
 - 32- Masters, D.G., S. E. Bennes, and H. C. Norman. 2007. Biosaline agriculture for forage and livestock production. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119: 234-248.
 - 33- Masters, D.G., H. C. Norman, and R. A. Dynes. 2001. Opportunities and limitations for animal production from saline land. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 14:199-211.
 - 34- Mayberry, D., D. Masters, and P. Verco. 2010. Mineral metabolism of sheep fed saltbush or a formulated high-salt diet. *Small Ruminant Research*, 91:81-86.
 - 35- McDougall, E. I. 1948. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. *Biochemical Journal*, 43:99-109.
 - 36- Menke, K. H., L. Rabb, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz, and W. Schinder. 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 Agriculture Science*, 93:217-222.
 - 37- Menke, K. H., and H. Staingass. 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28:7-55.
 - 38- Norton, B. W. 2003. The nutritive value of tree legumes. Pages 1-10 in *Forage tree legumes in tropical agriculture*. R.C. Gutteridge, and H.M. Shelton, ed. Available in website: <http://www.fao.org/ag/agP/agpc/doc/Publicat/Guttshel/x5556e0j.htm>.
 - 39- Norman, H.C., C. Friend, D. G. Masters, A. J. Rintoul, R. A. Dynes, and I. H. Williams. 2004. Variation within and between two saltbush species in plant composition and subsequent selection by sheep. *Australian Journal of Agriculture Research*, 55:999-1007.
 - 40- Norman, H.C., D. K. Revel, D. E. Mayberry, A. J. Rintoul, M. G. Wilmot, and D. G. Masters. 2010. Comparison of *in vivo* organic matter digestion of native Australian shrubs by sheep to *in vitro* and *in sacco* predictions. *Small Ruminant Research*, 91:69-80.
 - 41- Ørskov, E. R., F. D. DebHovell, and F. L. Mould. 1980. The use of the nylon bag technique for evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Health and Production*, 5:195-213.
 - 42- Rezvani Moghaddam, P., and A. Koocheki. 2004. History of research on salt-affected lands of Iran. Pages 83-95 in *Prospects of Saline Agriculture in the Arabian Peninsula*.

- 43- 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 *Kochiascoparia*, *Atriplexdimorphostegia*, *Suaedaarcuata* and *Gamanthusgamacarpus*. *Animal Feed Science and Technology*, 141:209-219.
- 44- SAS Institute Inc. 2001. SAS/STAT User's Guide: Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- 45- Theodorou, M. K, B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan, and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 48:185-197.
- 46- Towhidi, A., T. Saberifar., and E. Dirandeh. 2011. Nutritive value of some herbage for dromedary camels in the central arid zone of Iranian Tropical Animal Health Production, 43:617-622.
- 47- Valizadeh, R., M. Ghadami Kohestani., and F. Mellati. 2011. Determination of chemical composition and nutritive value of *Eurotia ceratoides* by *in situ* and gas production methods. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 3(2): 159-165. (In Persian).
- 48- 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.
- 49- Vanzant, E. S., R. C. Cochran, and E. C. Titgemeyer. 1998. Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation. *Journal of Animal Science*, 76:2717-2729.