مقاله علمی پژوهشی/نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۳۲ شماره ۳/ سال۱۴۰۱/ صفحات ۳۵ تا ۴۷

DOI: 10.22034/AS.2021.43898.1599

اثر جایگزینی سیلاژ ذرت با کاکتوس بی‌خار بر مصرف خوراک، قابلیت هضم مواد مغذی، متابولیت‌های خونی و رفتارهای تغذیه‌ای میش

فاطمه دالوند[۱]، محسن ساری[۲*]، مرتضی چاجی[۳] و محمدرضا صالحی سلمی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲۷

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

[۲] دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

[۳] استاد گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

[۴] دانشیار گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

[*] مسئول مکاتبه: Email: m.sari@asnrukh.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: اقلیم خشک ایران، استفاده از گیاهان آب‌کارآمد در تغذیه نشخوارکنندگان را به یک ضرورت تبدیل نموده است. کاکتوس بی‌خار که به‌عنوان کاکتوس علوفه‌ای نیز شناخته می‌شود، ازجمله گیاهانی است که در این راستا می‌تواند موردتوجه قرار گیرد. **هدف:** این آزمایش به‌منظور بررسی تأثیر جایگزینی سیلاژ ذرت با کاکتوس علوفه‌ای بر قابلیت هضم، تخمیر شکمبه‌ای و برخی فراسنجه‌های خونی و رفتاری میش‌های نژاد عربی انجام گرفت. **روش کار:** تعداد ۲۱ رأس میش عربی با وزن زنده ۱± ۳۷ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار به مدت ۳۰ روز مورداستفاده قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل کنترل و جیره‌های حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد کاکتوس علوفه‌ای جایگزین شده با سیلاژ ذرت بودند. **نتایج:** مقدار مصرف ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در تیمار حاوی ۲۰ درصد کاکتوس نسبت به شاهد کمتر بود (P<۰/۰۵). در جیره حاوی ۲۰ درصد کاکتوس، قابلیت هضم ظاهری ماده آلی در مقایسه با شاهد افزایش یافت. غلظت نیتروژن آمونیاکی، pH شکمبه و جمعیت پروتوزوآ در تیمار حاوی ۲۰ درصد کاکتوس نسبت به شاهد افزایش یافت (P<۰/۰۵). مدت‌زمان مصرف خوراک به ازای گرم ماده خشک مصرفی در گوسفندان تغذیه‌شده با کاکتوس در مقایسه با کنترل بالاتر بود. در جیره‌های حاوی کاکتوس، سرعت مصرف غذا و مقدار غذای مصرفی در هر بار در مقایسه با کنترل کاهش یافت (P<۰/۰۵). گوسفندان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۲۰ درصد کاکتوس مدت‌زمان کوتاه‌تری را در مقایسه با گروه کنترل، صرف نشخوار کردن نمودند. **نتیجه‌گیری نهایی:** استفاده از ۲۰ درصد کاکتوس موجب کاهش ماده خشک مصرفی شد ولی در سطح ۱۰ درصد جایگزینی سیلاژ ذرت با کاکتوس بی‌خار، تاثیر منفی مشاهده نشد. بر اساس نتایج پژوهش حاضر می‌توان سیلاژ ذرت را تا سطح ۱۰ درصد ماده خشک جیره با کاکتوس علوفه‌ای جایگزین نمود.

واژگان کلیدی: تخمیر شکمبه‌ای، رفتار جویدن، کاکتوس، گوسفند، مصرف ماده خشک

مقدمه

خشک‌سالی و کمبود مواد خوراکی برای تغذیه دام یکی از مسائل مهم کشورهای خشک و نیمه‌خشک است. در

این شرایط، استفاده از گیاهان سازگار با اقلیم به‌عنوان خوراک دام اهمیت بسزایی دارد (بن سالم و همکاران ۲۰۰٤). کاکتوس *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill که به کاکتوس علوفه‌ای معروف می‌باشد، یکی از گیاهان بسیار مهم، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (بن سالم و همکاران ۲۰۰٤). در حال حاضر به دلیل کاهش چشم‌گیر تولید علوفه در اثر بروز خشک‌سالی‌های طولانی‌مدت، قابلیت‌های این گیاه در تولید علوفه و احیای مراتع کشور موردتوجه قرارگرفته است. کاکتوس به دلیل کارایی آن در تبدیل آب به ماده خشک و نیز به همین ترتیب انرژی قابل‌هضم، به‌عنوان منبع خوراکی ویژه‌ای موردتوجه است (باربرا و همکاران ۱۹۹۵). گونه‌های جنس اپونتیا می‌توانند به‌عنوان جزئی از علوفه زراعی برای کشاورزان محسوب شوند. باوجود پروتئین کم موجود در این گیاهان، علوفه آن‌ها دارای کربوهیدرات، آب و مواد معدنی قابل‌توجهی می‌باشد که در شرایط دشوار تولید علوفه در مناطق با خاک‌های شور و اقلیم خشک، برای تغذیه نشخوارکنندگان می‌تواند بسیار ارزشمند باشد (ریز آگورو و همکاران ۲۰۰٦). کاکتوس به‌تنهایی نمی‌تواند غذایی متعادل برای مصرف باشد و می‌باید در جیره غذایی همراه با سایر مواد خوراکی مصرف شود. برخی مطالعات نشان می‌دهند که یک کیلوگرم ماده خشک کاکتوس ارزش انرژی‌زایی برابر ٦٥ تا ۷۰ درصد ماده خشک دانه جو را دارد (INRA ۱۹۷۸). پژوهش‌های صورت گرفته در مناطق با خاک‌های شور نشان می‌دهد که استفاده از کاکتوس به همراه برخی گیاهان شور زیست مانند آتریپلکس، اثر تکمیل‌کنندگی داشته و عملکرد گوسفندان در شرایط محدودیت عرضه غلات را بهبود بخشیده است (بن سالم و همکاران، ۲۰۰٤). همچنین در مناطق با خشکسالی‌های طولانی مدت که موجب محدودیت دسترسی به آب می‌شود، استفاده از کاکتوس برای تامین آب به عنوان راهکاری برای ادامه امکان پرورش نشخوارکنندگان کوچک در این مناطق پیشنهاد شده است (آلبوکرک و همکاران ۲۰۲۰).

مطالعه رفتار مصرف خوراک، ابزاری مهم برای ارزیابی اثرات جیره‌های غذایی است. الگوهای رفتاری مصرف غذا تحت تأثیر عوامل مرتبط با ویژگی‌های خوراک مانند خوش‌خوراکی، بافت و ظاهر خوراک و نیز عوامل مرتبط با گونه حیوانی قرار می‌گیرد. ارتباط موجود بین رفتار مصرف غذا از یک‌سو و مصرف اختیاری خوراک از سوی دیگر، بستری برای بهبود عملکرد حیوان فراهم می‌سازد (آلبرایت ۱۹۹۳). رفتار تغذیه‌ای در قالب متغیرهایی مانند زمان صرف‌شده برای مصرف غذا، مدت‌زمان نشخوار، جویدن و سرعت مصرف خوراک اطلاعات ارزشمندی در مورد ویژگی‌های خوراک و ارتباط آن با ویژگی‌های حیوان فراهم می‌کند (نیلسن و همکاران ۲۰۱٦). مقدار ماده خشک مصرفی به مقدار خوراک مصرف‌شده در وعده‌های خوراکی توسط حیوان و نیز تعداد این وعده‌ها طی شبانه‌روز بستگی دارد (آلن ۲۰۰۰). از سوی دیگر، الگوی تخمیر شکمبه‌ای می‌تواند مصرف خوراک حیوان را با اثرگذاری بر الگوی مصرف خوراک، تحت تأثیر قرار دهد. بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، واکنش رفتاری گوسفند به استفاده از کاکتوس علوفه‌ای که به مقدار قابل‌توجهی موسیلاژ تولید می‌کند و بافتی متفاوت از منابع خوراکی معمول دارد موردمطالعه قرار نگرفته است.

نظر به اینکه در ایران طی سال‌های اخیر موضوع کاشت کاکتوس علوفه‌ای در زمین‌های باکیفیت نامناسب به‌عنوان راهبردی برای حفاظت از خاک و نیز تأمین خوراک دام موردتوجه قرارگرفته است، هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر استفاده از کاکتوس علوفه‌ای بر قابلیت هضم مواد مغذی، رفتارهای تغذیه‌ای و غیر تغذیه‌ای گوسفندان تغذیه‌شده با جیره‌های پر علوفه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام گرفت. در این پژوهش ۲۱ رأس میش عربی با میانگین وزن ۱± ۳۷

کیلوگرم استفاده شد. میش‌ها به‌صورت تصادفی به سه گروه با ۷ تکرار تقسیم شدند و در جایگاه‌های انفرادی با ابعاد ۰/۷ × ۱/۵ متر قرار گرفتند. قبل از شروع آزمایش واکسن آنتروتوکسمی به گوسفندان تزریق و داروی ضد انگل آلبندازول به آن‌ها خورانده شد. طی ۱۰ روز آغازین آزمایش، عادت‌پذیری به جایگاه و جیره انجام شد. طول مدت آزمایش ۳۰ روز بود و جیره‌های آزمایشی شامل ۱- شاهد (فاقد کاکتوس علوفه‌ای)، ۲- جیره حاوی ۱۰ درصد کاکتوس علوفه‌ای و ۳- جیره حاوی ۲۰ درصد کاکتوس علوفه‌ای بودند (جدول ۱). کاکتوس علوفه‌ای، هم‌زمان با انجام آزمایش هر دو روز یک‌بار، از مزرعه‌ای واقع در منطقه باوی (۳۵ کیلومتری اهواز) با استفاده از قیچی‌های مخصوص جمع‌آوری شد و بلافاصله برای مصرف دام به ایستگاه تحقیقاتی منتقل شد. کاکتوس‌ها جهت از بین بردن خار، پیش از استفاده به مدتی بسیار کوتاه با دستگاه شعله‌پخش‌کن در معرض شعله قرار گرفتند تا تیغ‌های ریزی که وجود داشت حذف شود. سپس کاکتوس‌ها در دستگاه خردکن صنعتی ریخته شد و پس از خرد شدن، توزین و مخلوط شدن با سایر اقلام، جیره به‌صورت کاملاً مخلوط در اختیار میش‌ها قرار گرفت. نسبت علوفه به کنسانتره در تمام تیمارها ثابت و به‌صورت ۶۰ درصد علوفه و ۴۰ درصد کنسانتره بود. خوراک روزانه در دو وعده غذایی صبح (ساعت۸) و بعدازظهر (ساعت ۱۶) توزین و به‌صورت یکنواخت در اختیار میش‌ها قرار داده شد. میش‌ها در طول دوره آزمایش دسترسی آزاد به آب داشتند و در حد اشتها با جیره کاملاً مخلوط، به مقداری که صبح روز بعد ۱۰ درصد باقیمانده خوراک داشته باشند، تغذیه شدند.

Table 1. Chemical composition of Spineless cactus (% DM unless otherwise noted)

Dry matter (%)	8.5
Crude protein	11.4
Neutral-detergent fiber (NDF)	25.2
Acid-detergent fiber (ADF)	15.0
Ash	31.1
Crude fat	1.32

Analysis was done using two replicates.

Table 2. Ingredients and chemical composition of experimental diets (% DM)

	Replacing levels (%)		
Item	0	10	20
Feed Ingredient			
Wheat straw	20	20	20
Corn silage	40	30	20
Spineless cactus	0	10	20
Barley grain, ground	15	15	15
Wheat bran	22	21.8	21.6
Salt	0.7	0.7	0.7
Urea	0.8	1.0	1.2
Limestone	0.7	0.7	0.7
Vitamin-mineral supplement[1]	0.8	0.8	0.8
Chemical composition			
NDF	49.0	45.0	43.0
ADF	28.0	25.8	23.6
Organic matter	93.7	91.1	88.5
Crude protein	12.5	13.2	13.3

[1]Content per kg of supplement: vitamin A 1,500,000 IU/kg; vitamin D_3 250,000 IU/kg; vitamin E 10,000 IU/kg; Mn 6,277 mg/kg; Fe 1250 mg/kg; Cu 1040 mg/kg; Co 46 mg/kg; Zn 1030 mg/kg; I 200 mg/kg; Se 80 mg/kg.

نمونه‌گیری‌ها و تجزیه‌های شیمیایی

باقیمانده خوراک، هرروز جمع‌آوری و توزین شده و میزان خوراک مصرفی به‌صورت روزانه ثبت می‌شد. برای تعیین قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی خوراک به روش جمع‌آوری کل مدفوع، طی ۵ روز متوالی روزانه قبل از خوراک‌دهی صبح، کل مدفوع روز قبل، از طریق سینی تعبیه‌شده در قسمت پایین قفس‌های انفرادی جمع‌آوری، توزین و جهت تعیین ترکیبات شیمیایی، نمونه‌های ۱۰۰ گرمی از مدفوع هر دام گرفته شد. نمونه‌های گرفته‌شده بلافاصله به آون منتقل و در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۲٤ ساعت خشک شدند. در پایان مرحله نمونه‌برداری (روز پنجم) نمونه‌های گرفته‌شده و خشک‌شده از هر دام باهم مخلوط و یک نمونه ۵۰ گرمی اخذ شده و تا هنگام انجام تجزیه‌های شیمیایی، در فریزر ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. نمونه‌گیری از خون جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی، در انتهای دوره آزمایش از ناحیه سیاهرگ گردن با استفاده از سرنگ‌های ونوجکت سه ساعت پس از خوراک‌دهی صبح، درون لوله‌های ۱۰ میلی‌لیتری حاوی EDTA جمع‌آوری و برای جداسازی پلاسما، سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور) شدند و تا زمان آنالیز، در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. فراسنجه‌های پلاسمای خون شامل گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید و نیتروژن اوره‌ای خون با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون و بر اساس روش‌های آنزیمی و نورسنجی توسط دستگاه اسپکتوفتومتری (Biochrom مدل Libra s22) اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری pH، نیتروژن آمونیاکی شکمبه و شمارش پروتوزوآ، سه ساعت پس از خوراک‌دهی صبح، نمونه‌گیری از مایع شکمبه با استفاده از سوند دهانی و پمپ خلأ انجام شد. نمونه‌ها توسط پارچه متقال چهار لایه صاف‌شده و بلافاصله اسیدیته نمونه‌ها با استفاده از pH متر (مدل 315i/SET,WTW ساخت کشور آلمان) اندازه‌گیری شد. برای شمارش پروتوزوآ یک میلی‌لیتر از مایع شکمبه صاف‌شده برداشته و نه میلی‌لیتر فرمالدئید چهار درصد به آن افزوده و به‌خوبی مخلوط شد. شمارش پروتوزوآ در هر میلی‌لیتر از مایع شکمبه با استفاده از میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ٤۰ و لام نئوبار صورت پذیرفت (اوگیموتو و ایمای ۱۹۸۱). جهت اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی، ۱۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه صاف‌شده با ۱۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط شد و تا هنگام اندازه‌گیری در دمای ۲۵- درجه سلسیوس نگهداری شد. غلظت آمونیاک مایع شکمبه با استفاده از روش فنل هیپوکلریت (برودریک و کانگ ۱۹۸۰) و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر (بیوراد، انگلستان) تعیین شد. بررسی رفتار گوسفندان مورد آزمایش در پایان دوره به مدت یک شبانه‌روز (۲٤ساعت) به‌صورت چشمی انجام گرفت، به این صورت که در هر بازه زمانی ۵ دقیقه رفتار ۲۱ گوسفند مشاهده و ثبت گردید (ایراایرا و همکاران ۲۰۱۲).

تعیین ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) و ماده آلی از روش‌های AOAC (۲۰۰۰) استفاده شد و اندازه‌گیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) بدون استفاده از آنزیم آلفا آمیلاز و با حذف خاکستر انجام شد (ون‌سوست و همکاران ۱۹۹۱).

آنالیز آماری

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. مدل آماری طرح به‌صورت زیر می‌باشد:

$$Y_{ij}= \mu + T_j + \varepsilon_{ij}$$ (رابطه ۱)

که Y_{ij} : مقدار مشاهده‌شده، μ: میانگین جامعه، T_j: اثر تیمار i، ε_{ij}: اثر باقیمانده می‌باشند.

داده‌ها با رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای توکی و با سطح اطمینان ۹۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی کاکتوس علوفه‌ای در جدول ۱ آورده شده است. آنچه در ترکیب شیمیایی مشخص است، سطح بالای خاکستر (۳۱/۱ درصد) در این گیاه می‌باشد. پژوهشگران محتوای خاکستر متفاوتی برای این گیاه گزارش نموده‌اند که از ۸ درصد (رودریگز و همکاران ۲۰۱۶) تا ۳۳ درصد (ریک و همکاران ۲۰۱۰) متغیر می‌باشد. به نظر می‌رسد مقدار خاکستر کاکتوس بی‌خار به میزان قابل‌توجهی تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (موندراگون جاکوب و پرز گنزالز ۲۰۰۱). این گیاه چندساله است و با افزایش سن گیاه، تجمع خاکستر در آن افزایش می‌یابد (باربرا و همکاران ۱۹۹۵). به نظر می‌رسد سن بالای گیاهان کاکتوس مورد استفاده در آزمایش حاضر، تا اندازه‌ای توضیح دهنده خاکستر بالای آن باشد.

داده‌های مصرف مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در جدول ۳ آورده شده است. بیشترین مقدار مصرف ماده خشک (**P** = ۰/۰۳)، ماده آلی (**P** = ۰/۰٤) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (**P** = ۰/۰۳) در تیمار شاهد و کمترین مقدار در تیمار ۲۰ درصد کاکتوس مشاهده شد. تیمار حاوی ۱۰ درصد کاکتوس در جیره کاهش غیر معنی‌داری را در مصرف ماده خشک نشان داد ولی با افزایش کاکتوس جیره به ۲۰ درصد، کاهش قابل‌توجهی (۳۵/۳ درصد) در ماده خشک مصرفی در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده شد. روند مشابهی نیز در مورد ماده آلی مصرفی مشاهده شد. موافق با نتایج این آزمایش آراندا اوسوریو و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که افزودن ۳۰ درصد کاکتوس در جیره بره‌ها می‌تواند مصرف خوراک را کاهش دهد. در مطالعه‌ای دیگر بررسی نسبت‌های مختلف محتوای کاکتوس علوفه‌ای به گونه‌ای از آتریپلکس (***Atriplex nummularia* L.**) در تغذیه بز، کمترین مصرف خوراک در بالاترین سطح استفاده از کاکتوس در جیره (۷٤/۹ درصد ماده خشک جیره) مشاهده شد و کاهش محتوای کاکتوس علوفه‌ای تا سطح ۳۷ درصد ماده خشک جیره، افزایش مصرف ماده خشک را به دنبال داشت (توسو و همکاران ۲۰۲۱).

Table 3. Intake of nutrients (g per day) by sheep fed with Spineless cactus replacing corn silage

Item	Replacing levels (%)			SEM	P value
	0	10	20		
Dry matter	1310.0[a]	1134.2[ab]	1004.8[b]	76.9	0.03
Organic matter	1227.4[a]	1033.2[ab]	899.2[b]	86.6	0.04
Crude protein	163.7	149.7	133.6	43.4	0.80
NDF	366.8[a]	292.6[ab]	237.1[b]	49.3	0.20
ADF	641.9	518.3	432.1	52.4	0.03

[a,b]Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05)

Table 4. Nutrients digestibility by sheep fed with Spineless cactus replacing corn silage

Item (%)	Replacing levels (%)			SEM	P value
	0	10	20		
Dry matter	68.3	65.6	63.4	5.81	0.81
Organic matter	73.9[b]	80.8[a]	81.9[a]	1.2	0.03
Crude protein	82.9	82.7	80.2	5.6	0.91
NDF	51.2	44.4	43.8	5.7	0.60
ADF	36.2	34.0	32.5	6.5	0.90

[a,b]Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05)

جبرماریام و همکاران (۲۰۰٦) گزارش نمودند که اضافه کردن کاکتوس بدون خار به جیره می‌تواند به دلیل رطوبت بالا موجب پر شدن سریع شکمبه شود. همچنین، در پژوهشی دیگر استفاده از سطوح افزایشی کاکتوس علوفه‌ای از ۱۱/۲ تا ٤٥ درصد ماده خشک جیره، بجای علوفه گراس مومباسا (***Panicum maximum***)، کاهش خطی مصرف ماده خشک و دیگر مواد مغذی را در بره‌های نر در پی‌داشت (بلتراو و همکاران ۲۰۲۱). این محققین رطوبت بالای کاکتوس و افزایش کربوهیدرات‌های غیر الیافی جیره در سطوح بالای کاکتوس را به عنوان دلایل اصلی کاهش مصرف خوراک مطرح نمودند (بلتراو و همکاران ۲۰۲۱). در این پژوهش‌ها، کل ماده خشک مصرفی با افزایش سطح کاکتوس در جیره کاهش یافت که در تطابق با یافته‌های آزمایش حاضر می‌باشد. ازجمله دلایل کاهش مصرف مادهٔ آلی، بالا بودن مقدار خاکستر کاکتوس است (بن سالم و همکاران ۱۹۹٦). نکته مهمی که در رابطه با کاهش مصرف خوراک باید موردتوجه قرار گیرد، ناآشنا بودن گوسفند با طعم و نیز بافت کاکتوس علوفه‌ای می‌باشد. مطالعات نشان داده‌اند که گوسفندان از مصرف خوراک‌های ناآشنا به دلیل نو هراسی اجتناب می‌کنند (صادقی و همکاران ۲۰۱۹) که این خود می‌تواند بخشی از کاهش مشاهده‌شده در مصرف خوراک را توضیح دهد. قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ولی افزایش قابلیت هضم ماده آلی در جیره‌های حاوی کاکتوس مشاهده شد (جدول ٤). مخالف با یافته‌های آزمایش حاضر در مطالعه‌ای که جبرماریام و همکاران (۲۰۰٦) روی گوسفندان تغذیه‌شده با کاه و کاکتوس بی‌خار انجام دادند، با افزایش مقدار کاکتوس در جیره قابلیت هضم پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی کاهش یافت. در رابطه با کاهش قابلیت هضم پروتئین خام، تانن موجود در کاکتوس به‌عنوان عامل باند شونده با پروتئین و مؤثر در کاهش قابلیت هضم آن مطرح‌شده است (جبرماریام و همکاران ۲۰۰٦). در مورد تأثیر منفی کاکتوس بر قابلیت هضم قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی، محتوای بالای کربوهیدرات‌های محلول موجود در کاکتوس علوفه‌ای و اختلال در فعالیت باکتری‌های تجزیه کننده سلولز به‌عنوان سازوکار مؤثر بر این کاهش مورد اشاره قرارگرفته است. لازم به ذکر است که در آزمایش جبرماریام و همکاران (۲۰۰٦)، کاکتوس علوفه‌ای در سطوح ۱۹/٦، ٤۲/٦ و ٥۹/۹ درصد ماده خشک، مصرف‌شده بود که به‌جز تیمار یک، بقیه تیمارها مقادیر بالاتری نسبت به مقدار مورداستفاده در آزمایش حاضر داشته‌اند و این موضوع می‌تواند دلیلی بر متفاوت بودن پاسخ مشاهده‌شده باشد.

مقادیر **pH** مایع شکمبه میش‌های تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی در جدول ٥ آورده شده است. **pH** شکمبه با افزایش محتوای کاکتوس جیره افزایش یافت (**P** = ۰/۰۳). مصرف حجم زیادی از کاکتوس بی¬خار می‌تواند با افزایش ترشح بزاق که درنتیجهٔ بالا بودن میزان نمک‌های معدنی و وفور لعاب در کاکتوس است (موندراگون جاکوب و پرز گنزالز ۲۰۰۱)، **pH** شکمبه را افزایش دهد. یکی دیگر از دلایل روند افزایشی **pH** شکمبه با افزایش مقدار کاکتوس در جیره، مقدار ماده خشک مصرف شده توسط دام می‌باشد (بن سالم و همکاران ۱۹۹٦). کاهش مقدار ماده خشک مصرفی در تیمار حاوی ۲۰ درصد کاکتوس، با کاهش پیش ماده‌های در دسترس برای تخمیر، می‌تواند زمینه‌ساز افزایش **pH** شکمبه شده باشد. توجه به این نکته لازم است که در آزمایش حاضر فعالیت نشخوار گوسفندان با افزایش سطح کاکتوس به ۲۰ درصد ماده خشک جیره به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است (داده‌ها در ادامه بحث). با توجه به اینکه این کاهش، می‌تواند زمینه‌ساز افت **pH** شکمبه از طریق کاهش جریان بزاق شود، مشاهده بالاترین **pH** شکمبه در تیمار با ۲۰

درصد کاکتوس، می‌تواند نشان‌دهنده خاصیت بالای بافری این ماده خوراکی باشد. لازم به ذکر است که ظرفیت بافری کاکتوس علوفه‌ای در آزمایش حاضر اندازه‌گیری نشده و این دیدگاه باید با احتیاط مورد توجه قرار گیرد.

Table 5. Ruminal pH, ammonia concentration and protozoa count in sheep fed with Spineless cactus replacing corn silage

Item	Replacing levels (%)			SEM	P value
	0	10	20		
Rumen pH	7.17^{b}	7.38^{ab}	7.45^{a}	0.072	0.03
Ammonai nitrogen (mg/dl)	5.9^{b}	6.04^{b}	10.2^{a}	1.05	0.001
Protozoa count	$6.36 \times 10^{4\,b}$	$7.47 \times 10^{4\,ab}$	$10.25 \times 10^{4\,a}$	1.03	0.04

[a,b]Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05)

مقدار نیتروژن آمونیاکی در تیمار شاهد، تیمار ۱۰ درصد کاکتوس و ۲۰ درصد کاکتوس به ترتیب ۵/۹، ٦/۰٤، ۱۰/۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه بود (جدول ۵). غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه در تیمار حاوی ۲۰ درصد کاکتوس، در مقایسه با شاهد، افزایش معنی‌داری نشان داد (۱۰/۲ در برابر ۵/۹ میلی‌گرم در دسی لیتر؛ **P** = ۰/۰۰۱). هماهنگ با این یافته، افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه، با افزایش سطح کاکتوس در جیره تا ٦۰۰ گرم در روز در جیره بر پایه علوفه در گوسفند (بن سالم و همکاران ۱۹۹٦) نشان داده‌شده است. به نظر می‌رسد افزایش نیتروژن آمونیاکی شکمبه در جیره‌های حاوی کاکتوس نتیجه‌ای از تجزیه‌پذیری بالای پروتئین موجود در کاکتوس باشد. نشان داده‌شده است که بخش عمده پروتئین موجود در کاکتوس، نیتروژن غیر پروتئینی است (موندراگون جاکوب و پرز گنزالز ۲۰۰۱). جمعیت پروتوزوآی شکمبه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و بیشترین مقدار پروتوزوآ در تیمار حاوی ۲۰ درصد کاکتوس و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد (**P** = ۰/۰٤۳). برخی مطالعات نشان داده‌اند که با افزایش جمعیت پروتوزوئرهای شکمبه، غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه نیز افزایش می‌یابد که دلیل آن، افزایش تجزیه پروتئین باکتریایی و پروتئین خوراک در حضور جمعیت بالاتر پروتوزوئرهای شکمبه‌ای است (ویلیامز و کولمن ۱۹۹۲). هماهنگ با یافته‌های آزمایش حاضر، افزایش جمعیت پروتوزوآیی شکمبه با افزایش در **pH** شکمبه نشان داده‌شده است (سانترا و همکاران ۲۰۰۳).

غلظت گلوکز خون در محدوده طبیعی (۵۰ تا ۸۰ میلی‌گرم در دسی لیتر) قرار داشت (عبیدی و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به کاهش مصرف ماده خشک در تیمار حاوی ۲۰ درصد کاکتوس انتظار می‌رفت گلوکز خون در این تیمار کاهش یابد یا روند رو به کاهشی داشته باشد که چنین یافته‌ای مشاهده نشد. موافق با آزمایش حاضر عبیدی و همکاران (۲۰۰۹) با جایگزینی جو با کاکتوس بدون خار در گوسفند و بز، تفاوتی در غلظت گلوکز خون مشاهده نکردند؛ این محققین عدم تفاوت در مصرف علوفه، قابلیت هضم مواد مغذی و توازن نیتروژن جیره را در رخداد این نتیجه مؤثر دانستند. در مطالعه¬ای دیگر، ریک و همکاران (۲۰۱۰) با جایگزینی جو با کاکتوس در انتهای آبستنی و پس از زایش، افزایش غلظت گلوکز خون را در میش‌های دریافت‌کننده‌ی کاکتوس را در دو هفته قبل از زایش مشاهده نمودند. دو هفته پس از زایش این میش¬ها در مقایسه با حیوانات دریافت‌کننده جو غلظت گلوکز خون پایین‌تری داشتند. در پژوهش مذکور، سازوکاری که توجیه‌کننده‌ی یافته‌های مورداشاره باشد ارائه نشده است. در آزمایش حاضر الگوی اسیدهای چرب فرار

شکمبه اندازه‌گیری نشد به نظر می‌رسد این داده‌ها بتوانند امکان تحلیل دقیق‌تر این یافته‌ها را فراهم نمایند.

Table 6. Blood metabolites (mg/dL) in sheep fed with Spineless cactus replacing corn silage

Item	Replacing levels (%)			SEM	P value
	0	10	20		
Glucose	49.4	45.5	50.8	3.47	0.54
Blood urea nitrogen	16.03	16.40	15.9	2.19	0.98
Cholestrol	56.0[a]	40.7[b]	47.7[ab]	3.68	0.02
Triglycerides	15.0[ab]	13.5[b]	18.7[a]	1.38	0.04

[a,b]Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05)

بیشترین مقدار تری¬گلیسرید به میزان ۱۸/۷ میلی¬گرم در دسی لیتر در تیمار ۲۰ درصد کاکتوس و کمترین مقدار آن به میزان ۱۳/۵ میلی¬گرم در دسی لیتر در تیمار ۱۰ درصد کاکتوس مشاهده شد (جدول ٦). کاهش کلسترول خون در تیمارهای حاوی کاکتوس می‌تواند وجود ساپونین باشد (پارک و همکاران ۱۹۹۸). در اثر تماس ساپونین با اسیدهای صفراوی میسل‌هایی مخلوط بزرگی تشکیل می‌شود که باعث افزایش دفع اسیدهای صفراوی خواهد شد که درنتیجه متابولیسم کلسترول در کبد سرعت گرفته و باعث کاهش کلسترول سرم خون می شود (چیک ۲۰۰۰).

Table 7. Chewing behavior in sheep fed with Spineless cactus replacing corn silage

Item	Replacing levels (%)			SEM	P value
	0	10	20		
Time budget (on 24-h period)					
Eating					
min/d	213.2	264.8	255.8	18.1	0.10
min/g DM intake	0.162[b]	0.233[a]	0.254[a]	0.019	0.01
min/g NDF intake	0.332	0.510	0.592	0.10	0.20
intake per visit (g DM)	28.9[a]	20.4[b]	18.7[b]	1.40	<0.001
time spent eating per visit (min)	4.71	4.75	4.66	0.163	0.92
Eating rate (g DM/min)	6.14[a]	4.28[b]	3.92[b]	0.30	<0.001
Drinking					
(min/d)	2.56	2.32	2.00	0.19	0.14
Ruminating					
min/d	364.3	342.0	300.6	17.5	0.003
min/g DM intake	0.278	0.301	0.299	0.03	0.90
min/g NDF intake	0.567[b]	0.659[a]	0.695[a]	0.01	<0.001
Chewing					
min/d	577.5	606.8	556.4	37.6	0.60
min/g DM intake	0.440[b]	0.535[a]	0.553[a]	0.01	<0.001
min/g NDF intake	0.899[c]	1.17[b]	1.28[a]	0.01	<0.001

[a,b,c]Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05)

در جدول ۷ اثر تیمارهای آزمایشی بر رفتار جویدن و نیز مدت‌زمان نوشیدن آب آورده شده است. مدت‌زمان مصرف غذا تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفت. بااین‌حال با افزایش کاکتوس در جیره، مدت‌زمان مصرف غذا به ازای گرم ماده خشک مصرفی افزایش یافت (**P**<۰/۰۵). در مقابل، مقدار مصرف در هر بار و سرعت

مصرف غذا در جیره‌های حاوی کاکتوس، روند کاهشی نشان داد (P<۰/۰۵). موافق با آزمایش حاضر، جایگزینی بخشی از علوفه جیره با سطوح افزایشی کاکتوس علوفه‌ای در بره‌های نر، کاهش مدت زمان نشخوار و نیز کاهش مقدار NDF مصرفی در ساعت را به دنبال داشت (بلتراو و همکاران ۲۰۲۱) که این نتایج به کمتر بودن NDF مصرفی نسبت داده شده است. همچنین لازم به ذکر است که کاهش سرعت مصرف ماده خشک خوراک ممکن است به دلیل میزان بالای آب در کاکتوس (جبرماریام و همکاران ۲۰۰۶) و یا بافت نامتعارف آن (صادقی و همکاران ۲۰۱۹) باشد.

مدت‌زمان نشخوار کردن در روز در تیمارهای ۲۰ درصد کاکتوس، در مقایسه با شاهد کاهش یافت (۳۰۰/٦ در برابر ۳٦٤/۳ دقیقه در روز ، P= ۰/۰۰۳). در مقابل، مدت‌زمان نشخوار به ازای گرم NDF مصرفی در تیمارهای حاوی کاکتوس، در مقایسه با شاهد بیشتر بود (P < ۰/۰۰۱). موافق با آزمایش حاضر، استفاده از سیلاژ کاکتوس علوفه‌ای تا سطح ٤۲ درصد ماده خشک جیره بزها کاهش مدت زمان نشخوار را درپی داشت (آلبوکرک و همکاران ۲۰۲۰). به نظر می‌رسد کمتر بودن مقدار ماده خشک مصرفی در تیمارهای حاوی کاکتوس دلیل اصلی کمتر بودن مدت‌زمان نشخوار کردن در این گروه باشد. افزایش مشاهده‌شده در مدت‌زمان نشخوار به ازای گرم NDF مصرفی در تطابق با مفهوم جبران نشخوار با جیره‌های با NDF کمتر است که بیان می‌کند با کاهش محتوای دیواره سلولی، نشخوار به ازای یک واحد از آن افزایش می‌یابد (بوشمن ۱۹۹۱).

در جدول ۸ نتایج مربوط به رفتارهای غیر تغذیه‌ای آورده شده است. کل مدت‌زمان خود تیماری، دگر تیماری، مدت‌زمان هر بار دگر تیماری، لیسیدن و گاز گرفتن اشیاء ثابت، تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). خود تیماری به‌عنوان رفتار لیس زدن بدن و یا خاراندن بدن یا اندام عقبی تعریف‌شده است. رفتار اجتماعی به‌عنوان زمانی که حیوان در حال لیسیدن و بوئیدن یا سر زدن به حیوان مجاور است ثبت می¬گردد (ایرا ایرا و همکاران ۲۰۱۲). بروز رفتارهای اجتماعی به‌عنوان نشانه‌ای از شرایط معمول و قابل‌قبول دام در نظر گرفته می‌شود. در مقابل افزایش رفتارهای دهانی، شامل عمل لیسیدن یا گاز گرفتن اشیاء ثابت نشانه‌ای از شرایط نامناسب و تنش‌زا در دام است (نیلسون و همکاران ۲۰۱٦). تحت تأثیر قرار نگرفتن این رفتارها در حیوان نشان از پذیرش این خوراک توسط حیوانات می‌باشد. درعین‌حال، اطلاعات محدودی در رابطه با رفتارهای غیر تغذیه‌ای در گوسفند و دیگر نشخوارکنندگان در دست می‌باشد و مطالعه‌ای که رفتار غیر تغذیه‌ای را در شرایط تغذیه کاکتوس مورد بررسی قرار داشته باشد در دسترس نیست.

Table 8. Nonagonistic interactions (min/day) in sheep fed with Spineless cactus replacing corn silage

Item	Replacing levels (%)			SEM	P value
	0	10	20		
Self-grooming	12.8	11.2	9.7	3.2	0.30
Allogrooming	2.17	3.17	2.50	1.28	0.75
Licking and biting fixed objects	5.33	4.17	4.00	1.91	0.45
Lying	560.3	548.6	635.2	43.3	0.30
Standing	260.4	239.9	251.5	59.1	0.86

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد که جایگزینی سیلاژ ذرت با کاکتوس بدون خار در سطح ۲۰ درصد ماده

خشک جیره میش‌ها، موجب کاهش ماده خشک مصرفی و کل مدت‌زمان نشخوار در روز و افزایش **pH** شکمبه شد. استفاده از کاکتوس در جیره افزایش قابلیت هضم ماده آلی و کاهش مقدار مصرف خوراک در هر وعده و سرعت مصرف غذا را در پی داشت. بر اساس نتایج پژوهش حاضر در جیره میش‌های عربی تا سطح ۱۰ درصد می‌توان از کاکتوس استفاده کرد. همچنین در شرایط خشک‌سالی، کاکتوس علوفه‌ای می‌تواند بخشی از جیره گوسفندان داشتی را تشکیل دهد. به دلیل محدودیت اطلاعات در دسترس در رابطه با استفاده از کاکتوس علوفه‌ای بر عملکرد نشخوارکنندگان در شرایط مختلف پرورشی در ایران، پژوهش‌های بیشتری مورد نیاز است.

تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر فراهم نمودن امکان انجام آزمایش و حمایت مالی از این پژوهش تشکر به عمل می‌آید.

منابع مورداستفاده

Abidi S, Ben Salem H, Martín-García AI and Molina-Alcaide E, 2009. Ruminal fermentation of spiny (*Opuntia amyclae*) and spineless (*Opuntia ficus indica f. inermis*) cactus cladodes and diets including cactus. Animal Feed Science and Technology 149(3-4):333-340.

Albright JL, 1993. Feeding behavior of dairy cattle. Journal of Dairy Science 76(2): 485-498.

Albuquerque I, Araujo G, Santos F, Carvalho G, Santos E, Nobre I, Bezerra L, Silva-Junior J, Silva-Filho E and Oliveira R, 2020. Performance, body water balance, ingestive behavior and blood metabolites in goats fed with cactus pear (*Opuntia ficus-indica L.* Miller) silage subjected to an intermittent water supply. Sustainability 12(7):2881.

Allen MS, 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. Journal of Dairy Science 83(7): 1598-1624.

AOAC International. 2000. Official Methods of Analysis of the AOAC International. 17th ed. Published by AOAC. Int., Gaithersburg, MD.

Aranda-Osorio G, Flores-Valdez CA and Cruz-Miranda FM, 2008. Inclusion of cactus pear cladodes in diets for finishing lambs in Mexico. Journal of the Professional Association for Cactus Development 1 (10):49-55.

Barbera G, Inglese P and Pimienta-Barrios E, editors, 1995. Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. Italy: FAO.

Beauchemin KA, 1991. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and alfalfa hay quality on chewing, rumen function, and milk production of dairy cows. Journal of Dairy Science 74(9):3140-3151.

Beltrão ES, de Azevedo Silva AM, Pereira Filho JM, de Moura JF, de Oliveira JP, Oliveira RL, Dias-Silva TP and Bezerra LR, 2021. Effect of different blend levels of spineless cactus and Mombasa hay as roughage on intake, digestibility, ingestive behavior, and performance of lambs. Tropical Animal Health and Production 53(1):1-7.

Ben Salem H, Nefzaoui A, Abdouli H and Ørskov ER, 1996. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus indica var. inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. Animal Science 62(2):293-299.

Ben Salem, H, Nefzaoui A, and Ben Salem L, 2004. Spineless cactus (Opuntia ficus indica f. inermis) and oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) as alternative supplements for growing Barbarine lambs given straw-based diets. Small Ruminant Research 51(1): 65-73.

Broderick GA and Kang JH, 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. Journal of Dairy Science 63(1): 64-75.

Cheeke PR, 2000. Actual and potential applications of Yucca schidigera and Quillaja saponaria saponins in human and animal nutrition. In Saponins in food, feedstuffs and medicinal plants 241-254. Springer, Dordrecht.

Gebremariam T, Melaku S and Yami A, 2006. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (Eragrostis tef) straw-based feeding of sheep. Animal Feed Science and Technology 131(1-2):43-52.

INRA (Ed.), 1978. Alimentation des Ruminants. INRA Publications, Versailles, p. 597.

Iraira SP, de la Torre JR, Rodríguez-Prado M, Manteca X, Calsamiglia S and Ferret A, 2012. Effect of feeding method on intake and behaviour of individually reared beef heifers fed a concentrate diet from 115 to 185 kg of body weight. Animal 6(9):1483-1490.

Mondragón-Jacobo C and Pérez-González S, editors, 2001. Cactus (*Opuntia spp*.) as forage. Food & Agriculture Org.; 2001.

Nielsen BL, de Jong IC and De Vries TJ, 2016. The use of feeding behaviour in the assessment of animal welfare. In Nutrition and the welfare of farm animals (59-84). Springer, Cham.

Ogimoto K and Imai S, 1981. Atlas of rumen microbiology. Japan Sientific Societies Press, Tokyo.

Park EH, Kahng JH and Paek EA, 1998. Studies on the pharmacological actions of cactus: identification of its anti-inflammatory effect. Archives of Pharmacal Research. 21(1):30-4.

Rekik M, Ben Salem H, Lassoued N, Chalouati H and Ben Salem I, 2010. Supplementation of Barbarine ewes with spineless cactus (*Opuntia ficus-indica f. inermis*) cladodes during late gestation-early suckling: Effects on mammary secretions, blood metabolites, lamb growth and postpartum ovarian activity. Small Ruminant Research 90(1-3):53-57.

Reyes-Aguero JA, Aguirre JR and Valiente-Banue A, 2006. Reproductive biology of Opuntia: A review. Journal of Arid Environments 64(4), 549-585.

Rodrigues AM, Pitacas FI, Reis CM and Blasco M, 2016. Nutritional value of *Opuntia ficus-indica* cladodes from Portuguese ecotypes. Bulgarian Journal of Agricultural Sciences 22:40-45.

Sadeghi MH, Sari M and Rezai M, 2019. Effect of a short-term training on intake of Halocnemum strobilaceum forage by sheep. Applied Animal Behaviour Science 213:74-80.

Santra A, Chaturvedi OH, Tripathi MK, Kumar R and Karim SA, 2003. Effect of dietary sodium bicarbonate supplementation on fermentation characteristics and ciliate protozoal population in rumen of lambs. Small Ruminant Research 47(3):203-212.

Tosto MS, de Araújo GG, Pereira LG, de Carvalho GG, Ribeiro CV and Cirne LG, 2021. Intake, digestibility, nitrogen balance and performance of crossbreed Boer goats fed with diets containing saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and spineless cactus (*Opuntia ficus-indica*). Tropical Animal Health and Production 53(3):1-10.

Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA, 1991. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Journal of Dairy Science 74(10): 3583-3597.

Williams AG and Coleman GS, 1992. Role of protozoa in the rumen. In The Rumen Protozoa (317-347). Springer, New York.

Effects of corn silage replacement with spineless cactus on feed intake, nutrient digestibility, blood metabolites and nutritional behavior of ewes

F Dalvand[1], M Sari[*2], M Chaji[3] and M Salehi Salmi[4]

Received: January 7, 2021 Accepted: September 18, 2021

[1]MSc Graduated Student, Department of Animal Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran
[2]Associate Professor, Department of Animal Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran
[3]Professor, Department of Animal Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran
[4]Associate Professor, Department of Horticulture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran
[*]Corresponding author: m.sari@asnrukh.ac.ir

پژوهش‌های علوم دامی Animal Science Research
Journal of Animal Science/vol.32 No.3/ 2022/pp 35-47
https://animalscience.tabrizu.ac.ir
OPEN ACCESS

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
DOI: 10.22034/AS.2021.43898.1599

Introduction: There is an increasing interest in the use of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica*) as fodder for cows, goats, and sheep around the world especially in the arid and semi-arid regions. Cactus withstands water shortage, high temperature, and poor soil fertility, and thus adapted to the arid and semi-arid zones of the world. Cactus is useful not only because it can withstand drought, but also because its conversion efficiency is greater than C3 grasses and C4 broadleaves. Biomass generation per unit of water is on average about three times higher than for C4 plants and five times higher than for C3 plants. The spineless cactus has low crude protein content but it has high levels of non-fiber carbohydrates (Barbera et al 1995). High levels of fermentable energy could support rumen fermentation, thus increase microbial protein synthesis, production of volatile fatty acids, and the subsequent nutrients supply for the host animal. Data on spineless cactus nutritive value and digestibility is scarce. Furthermore, no data is available regarding the feeding behavior of individual ewes fed diets containing spineless cactus. The objective of this study was to investigate the effects of partial replacement of corn silage by spineless cactus on feed intake, nutrient digestibility, blood metabolite, and feeding behavior of ewes.

Material and methods: A total of 21 Arabian ewes (37.1±1 kg live weight) were used in a completely randomized design with three treatments for 30 days. Experimental diets included control, diets containing 10 and 20% spineless cactus. Ewes were housed individually in pens (1.3 m×1.5 m) in an open shed building and were allowed ad libitum access to feed and water throughout the trial. All diets contained 60% forage (wheat straw, corn silage, and spineless cactus) and 40% concentrate (60: 40; forage: concentrate). The chemical composition of the spineless cactus is presented in Table 1. The ingredients and chemical composition of the rations fed to ewes are shown in Table 2. The ewes were fed the total mixed rations ad libitum twice daily at 0800 h and 1600 h and had free access to fresh water at all times. Feed offered and refusal of each lamb were recorded daily. Digestibility was measured by the total collection of feces during a 5-d period. Samples of ruminal fluid were collected from each ewe 3 h post-feeding using a stomach tube attached to an Erlenmeyer flask and vacuum pump. The first 50 ml of collected rumen fluid was discarded to avoid saliva contamination. The

remaining was filtered through four layers of cheesecloth. Rumen fluid pH was measured using a portable pH meter. Blood samples were taken from each lamb at the same time as ruminal fluid sampling by venipuncture of the jugular vein in 10-mL tubes treated with sodium heparin. Samples were centrifuged in a refrigerated centrifuge at 850 × g for 30 min within 30 min of sampling, and the plasma was frozen at −20 °C until used. Behavioral parameters were monitored by direct observations of all ewes over the total time (min) devoted to each monitored behavior. Ewes were observed every 5 min by scan sampling, and the observer recorded the event of the behaviors. Chewing behavior was divided into eating and ruminating. An observation was defined as eating when the animal had its head in the feed bunk or was chewing or swallowing food with its head over it. Ruminating included regurgitation, mastication, and swallowing of the bolus. Activity was recorded as drinking when the lamb had his mouth in the water bowl or was swallowing the water. Self-grooming was defined as non-stereotyped licking of the body or scratching with a hind limb. Social behavior was registered when a lamb was licking or nosing a neighboring animal with the muzzle or horning. Oral behaviors included the act of licking or biting the fixtures. Resting was recorded as occurring when no chewing behavior and no apparent activity were being performed.

Data were analyzed using a GLM procedure of SAS 9.2 (SAS Institute, Inc., Cary, NC) based on the statistical model $Yij = \mu + Ti + eij$, where Yij was the observation, μ the general mean, Ti the effect of treatments and eij the residual effect. Comparisons between treatments were completed with Tukey's test. Treatment effects were declared significant at $P \leq 0.05$.

Results and discussion: The intake of dry matter, organic matter, and neutral detergent fiber were higher in the control group as compared with the 20% cactus group ($P < 0.05$). The decrease in total DMI with the increase in the proportion of cactus may be explained by the high moisture content of cactus occupying a considerable volume in the rumen, leading subsequently to limited DMI (Gebremariam et al 2006). Also, forages with high ash contents have poor DMI due to their mineral effect on rumen microbes (Ben salem et al 1996). In the diet containing 20% cactus, the apparent digestibility of organic matter was increased compared with the control ($P < 0.05$). Ammonia nitrogen concentration, rumen pH, and protozoa population in the rumen showed a significant increase in the treatment containing 20% cactus compared to the control ($P < 0.05$). The increase in ruminal pH with an increase in the proportion of cactus in the diet may be explained by its high content of minerals (Barbera et al 1995). An increase in rumen ammonia concentration with increasing cactus inclusion rate could be attributed to the higher degradability of protein content in spineless cactus (Mondragón-Jacobo and Pérez-González 2001). Blood cholesterol concentration was lower in the treatments containing 10% cactus ($P < 0.05$). Time spent eating per gram of dry matter consumed was higher in cactus-fed sheep than in control. In the cactus-containing diets, the rate of feed intake and amount of feed consumed decreased compared with the control group ($P < 0.05$). Sheep fed diet containing 20% cactus spent a shorter time ruminating compared with the control group.

Conclusion: The results of this study showed that using 20% spineless cactus in the diet, replacing corn silage could decrease dry matter intake and rumination time and increase rumen pH. Spineless cactus inclusion in the diet increased organic matter digestibility. Spineless cactus is thus recommended as part of the ewes' diet, up to 10 percent, in Iran's arid and semi-arid regions.

Keywords: Cactus, Chewing behavior, Dry matter intake, Rumen fermentation, Sheep