نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۴۵، زمستان ۱۴۰۳
ص‌ص: ۱۳۷~۱۵۲

ترکیب شیمیایی و مواد ضدتغذیه‌ای علوفهٔ سالیکورنیا بیگلوی (*Salicornia bigelovii*) و تأثیر گنجاندن آن در جیره بر مصرف خوراک، عملکرد رشد و قابلیت هضم مواد مغذی در بره‌های پرواری

* مهدی رجبی[۱]، یوسف روزبهان*[۲]، جواد رضایی[۳]

۱- دانشجو دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۲- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۳- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخ دریافت : فروردین ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش : خرداد ۱۴۰۳

شماره تماس نویسنده مسئول: ۲۱-۴۸۲۹۲۲۰۰
Email: rozbeh_y@modares.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/ ASJ.2024.365376.2382

چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی اثر تغذیهٔ علوفهٔ *سالیکورنیا بیگلوی* بر عملکرد رشد و لاشهٔ بره‌های پرواری بود. آزمایش با استفاده از ۶۳ رأس برهٔ نر افشاری در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار و نه تکرار طی ۱۰۰ روز انجام شد. تیمارها عبارت بودند از: جیرهٔ بدون سالیکورنیا (شاهد) و جیره‌های حاوی ۴۵، ۹۰، ۱۳۵، ۱۸۰، ۲۲۵ و ۲۷۰ گرم سالیکورنیا به جای یونجه در کیلوگرم مادهٔ خشک جیره. سالیکورنیا نسبت به یونجه حاوی مقادیر کمتری پروتئین، نیترات و فیبر شوینده خنثی (NDF) بود، اما مقادیر بیشتری خاکستر، سدیم، اگزالات و ترکیبات فنولی داشت. تغذیهٔ سطوح افزایشی سالیکورنیا موجب افزایش خطی مصرف روزانهٔ آب شد (P<۰/۰۵). مصرف روزانهٔ ماده خشک با افزایش سالیکورنیا بیشتر شد (P=۰/۰۵)، اما مصرف ماده آلی و پروتئین خام تغییر نکرد. تغذیهٔ سالیکورنیا اثر معنی‌داری بر رشد روزانه و ضریب تبدیل بر اساس مادهٔ آلی جیره نداشت، اما در سطوح ۱۳۵ گرم و بیشتر، موجب افزایش ضریب تبدیل بر اساس مادهٔ خشک جیره شد. ضرایب هضم ماده خشک (P=۰/۰۷۲) و خاکستر (P=۰/۰۱۲) با افزایش مصرف سالیکورنیا روند افزایشی، و قابلیت هضم NDF روند کاهشی (P=۰/۰۴۸) نشان داد، اما قابلیت هضم مادهٔ آلی، پروتئین خام و عصارهٔ اتری و بازدهٔ لاشه تغییری نداشت. درمجموع، تغذیهٔ علوفهٔ سالیکورنیا تا ۲۷۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره (با نسبت علوفه به کنسانتره ۳۰ به ۷۰) موجب افزایش مصرف آب حیوانات شد، اما اثر منفی بر عملکرد بره‌های پرواری نداشت و می‌توان آن را به‌عنوان جایگزین بخشی از علوفهٔ جیره در گوسفندان نر افشاری توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: پروار، گوسفند، گیاه سالیکورنیا، گیاهان شورزی، عملکرد رشد.

Copyright: © 2024 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by **Research Journal of Livestock Science** (https://asj.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited

Research Journal of Livestock Science No 145 pp: 137-152

Chemical composition and anti-nutrients of *Salicornia bigelovii* and the effect of its dietary inclusion on feed intake, growth performance, and nutrient digestibility in fattening lambs

By: Mehdi Rajabi[1], Yousef Rouzbehan[*1], Javad Rezaei[1]
1-Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University

Received: April 2024 **Accepted: June 2024**

This research aimed to assess the effect of feeding *Salicornia bigelovii* fodder on the growth and carcass performance of fattening lambs. The experiment was conducted using 63 male Afshari lambs in a completely randomized design with seven treatments and nine replications for 100 days. The treatments were diet without *Salicornia* (control) and diets containing levels of 45, 90, 135, 180, 225, and 270 g *Salicornia*, instead of alfalfa/kg DM. Compared to alfalfa, *Salicornia* contained lower amounts of protein, nitrate, and neutral detergent fiber (NDF), but higher content of ash, sodium, oxalate, and phenolic compounds. Feeding increasing levels of *Salicornia* caused a linear increase in daily water consumption (P<0.05). Daily intake of DM increased with increasing *Salicornia* levels (P=0.05), but consumption of organic matter (OM) and crude protein did not differ. *Salicornia* feeding had no significant effect on daily growth and feed conversion based on diet OM, but at levels of 135 g and more, it caused a decrease in feed conversion based on diet DM. Digestibility of DM (P=0.072) and ash (P=0.012) increased and NDF digestibility decreased (P=0.048) with increasing *Salicornia* consumption, but the digestibility of OM, crude protein and ether extract, and carcass yield did not change. Overall, feeding *Salicornia* up to 270 g/kg diet DM (with a forage-to-concentrate ratio of 40:60) increased the water consumption of animals, but it did not have a negative effect on the performance of fattening lambs, and it can be recommended to replace a portion of the diet forage in male Afshari sheep.

Key words: Fattening, Growth performance, Halophytes, *Salicornia* plant, Sheep.

مقدمه

با افزایش جمعیت جهان، توسعهٔ شهرنشینی و افزایش درآمد افراد، انتظار می‌رود مصرف محصولات حیوانی تا سال ۲۰۵۰ تا ۷۰ درصد افزایش یابد (FAO، ۲۰۱۷). این افزایش تقاضا مستلزم تولید مقادیر بیشتری از خوراک دام است، اما تغییرات اقلیمی باعث کمبود منابع آب شیرین و افزایش شوری خاک و آب‌های زیرزمینی شده است (Singh و همکاران، ۲۰۱۴) که منجر به کمبود علوفهٔ مورد نیاز نشخوارکنندگان در برخی کشورها می‌شود (Orskov، ۱۹۹۸). هم‌چنین، شوری یک تهدید برای کشاورزی پایدار در سراسر جهان محسوب می‌شود. با این حال، زمین‌ها و منابع آبی شور این قابلیت را دارند که با شیوهٔ مدیریتِ کشت محصولات خاص، تبدیل به فرصت‌های اقتصادی شوند (Khanum و همکاران، ۲۰۱۰)؛ بدین مفهوم که با پرورش گیاهان زراعی مقاوم به شوری در این مناطق، می‌توان به یک بازدهٔ اقتصادی دست یافت. لذا، ضروری است گیاهان نامرسومی که با شرایط محیطی سازگاری خوبی دارند و دارای ارزش غذایی مناسب برای مصرف دام هستند، شناسایی و مورد استفاده قرار گیرند (Mahmoud و همکاران، ۲۰۱۶). در این راستا، گیاهان شورزی (هالوفیت) که با شوری خاک و آب و نیز با دماهای بالا سازگاری دارند، ممکن است بتوانند علوفهٔ مناسبی را در این شرایط سخت فراهم کنند (Abdal، ۲۰۰۹).

ازجملهٔ این گیاهان می‌توان گونه‌های سالیکورنیا (*Salicornia*) از خانواده *Amaranthaceae* را نام برد که گیاهانی آب‌دار

هستند و دارای پتانسیل اقتصادی قابل‌توجهی به عنوان محصولات جایگزین می‌باشند که عملکرد مادهٔ خشک آنها تا ۲۳ تن در هکتار می‌رسد. گیاهان مذکور را می‌توان با استفاده از آب با محتوای نمک زیاد تا حد شوری آب دریا آبیاری کرد و حذف نمک‌های سدیم هنگام برداشت گیاه به احیای خاک‌های شور نیز کمک می‌کند (Ishikawa و همکاران، ۲۰۰۲). محققان دیگری نیز بیان کردند که سالیکورنیا گونهٔ بیگلوی (*Salicornia bigelovii*) یکی از نمونه‌های موفق کشت گیاهان شورزی در سواحل دریاها با اهداف اقتصادی است. این گیاه یک‌ساله با ساقه‌های آب‌دار و گوشتی است و زیست‌تودهٔ خشک تولیدی آن از ۱۰ تا ۲۰ تن در هکتار می‌باشد (Noorollahi و همکاران، ۲۰۱۵).

گونه‌های سالیکورنیا دارای دامنهٔ وسیعی از محتوای پروتئین خام (۶۰ تا ۲۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و خاکستر (۱۴۰ تا ۳۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) هستند (El-Shaer، ۲۰۱۰). در پژوهشی، گنجاندن ۱۲/۵ درصد از علوفهٔ سالیکورنیا به جای یونجه در جیره موجب افزایش نرخ رشد بره‌ها شد (Abdal، ۲۰۰۹). در مطالعهٔ دیگری، محققان مشاهده کردند که تغذیهٔ بره‌های در حال رشد با جیرهٔ حاوی ۳۰ درصد علوفه (اعم از برمودا، آتریپلکس یا سالیکورنیا) و ۷۰ درصد کنسانتره، موجب افزایش مصرف مادهٔ خشک و کاهش قابلیت هضم مادهٔ آلی گردید (Swingle و همکاران، ۱۹۹۶). برخی محققان نشان دادند که تغذیهٔ ساقه‌های سالیکورنیا (۳۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) یا سنبلهٔ گل (۱۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) در بره‌های نر نجدی تغییری را در مصرف خوراک، میانگین افزایش وزن روزانه و وزن لاشه در مقایسه با شاهد ایجاد نکرد. به هر حال، مصرف سنبلهٔ گل به مقدار بیش از ۱۰۰ گرم در کیلوگرم جیره، باعث کاهش مصرف خوراک، رشد روزانه و وزن لاشهٔ بره‌ها شد. درواقع، سطوح زیادتر سدیم در سنبله‌ها (۱۲۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) در مقایسه با ساقه (۶۴/۴ گرم در کیلوگرم ماده خشک) منجر به کاهش اشتها و کاهش بازدهٔ مصرف انرژی گردید (Kraidees و همکاران، ۱۹۹۸).

از سوی دیگر، تنش اکسیداتیو و وجود رادیکال‌های آزاد پیامدهای زیان‌باری برای سیستم ایمنی، تولیدمثل، سرعت رشد و سلامت دارد (Piirainen و همکاران، 2017). اما گیاهانی مانند سالیکورنیا حاوی ترکیبات فنولی هستند (Costa و همکاران ۲۰۱۸) که این ترکیبات می‌توانند آثار منفی رادیکال‌های آزاد را خنثی نمایند (Rajabi و همکاران، ۲۰۱۷). مشخص شده است که برخی از گونه‌های سالیکورنیا به دلیل وجود سطوح قابل توجهی از ترکیبات فنولی، با بیماری‌های مزمنِ مرتبط با تنش اکسیداتیو در موش مقابله می‌کنند (Karthivashan و همکاران، ۲۰۱۸). محققان دیگری با جایگزینی بخشی از یونجهٔ جیره با سالیکورنیا، نتیجه گرفتند که مصرف این گیاه شورزی باعث بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در گوسفندان بالغ شد، بدون آن که اثر منفی بر قابلیت هضم جیره یا تولید متان بگذارد (Nasrabadi و همکاران، ۲۰۲۲). نتایج مطالعه دیگری نیز نشان داد که مصرف سالیکورنیا تا ۳۰ درصد به جای یونجه در جیرهٔ نگهداری گوسفندان، اثر نامطلوبی بر قابلیت هضم مواد مغذی نداشت، اما موجب بهبود قدرت آنتی‌اکسیدانی خون و کاهش تولید متان برون‌تنی شد (Taghipour و همکاران، ۲۰۲۱). از طرف دیگر، برخی محققان نشان دادند که غلظت زیاد نمک در جیرهٔ حاوی سالیکورنیا منجر به افزایش مصرف آب و درنتیجه، کاهش قابلیت هضم جیره شد، زیرا زمان ماندگاری خوراک و هضم شکمبه‌ای را کاهش داد و درواقع، اسمولاریته زیاد شیرابه شکمبه تأثیر نامطلوب بر فعالیت میکروبی ایجاد نمود (Masters و همکاران، ۲۰۰۷).

هرچند برخی تحقیقات در مورد تأثیر مصرف سالیکورنیا در گوسفندان بالغ انجام شده است، اما یافته‌های زیادی دربارهٔ تأثیر تغذیهٔ سالیکورنیا بیگلوی بر عملکرد بره‌های پرواری وجود ندارد. بنابراین، این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر تغذیهٔ علوفهٔ سالیکورنیا بیگلوی (حاوی نمک زیاد و رشدیافته تحت آبیاری توسط آب دریا) بر مصرف آب و خوراک، قابلیت هضم مواد مغذی و عملکرد رشد و لاشه در گوسفند افشاری، با رویکرد گنجاندن احتمالی آن در جیره به‌جای یونجه، انجام شد.

مواد و روش‌ها

تهیهٔ علوفه، حیوانات، جیره‌ها، جایگاه و طول دورهٔ آزمایش

گیاه سالیکورنیا بیگلوی از منطقهٔ ساحلی دریای خزر در نزدیکی شهر گرگان (استان گلستان) به دست آمد. بذر سالیکورنیا (شش کیلوگرم در هکتار) در بهمن‌ماه کشت گردید و آبیاری با استفاده از آب دریا صورت گرفت. گیاه (شامل سنبله‌ها و ساقه‌های حاوی دانه‌های در مرحله ۵۰ درصد رسیدگی)، در شهریورماه از ارتفاع پنج سانتی‌متری سطح زمین برداشت شد. نمونه برداشتی فاقد ریشه گیاه و آلودگی خاک و گل بود و روغن‌کشی نیز انجام نگردید. با قرار دادن بخشی از نمونه تازه در آون، ماده خشک گیاه برداشتی ۲۸ درصد بود. با توجه به آن‌که برداشت در تابستان و تحت گرمای هوا و خشکی نسبی انجام شد، مشکل اساسی در کاهش رطوبت گیاه علوفه‌ای وجود نداشت، به طوری که نمونه‌ها با خشکاندن طی مدت سه شبانه‌روز کامل، به ماده خشک علوفه به ۹۰ درصد رسیدند و آماده انتقال و ذخیره‌سازی شدند. با توجه به ماده خشک نزدیک ۳۰ درصدی گیاه تازه‌برداشت‌شده و دما و رطوبت مناسب هوا در زمان برداشت، مشکل فساد یا تحمیل هزینه‌های خاص خشکاندن در این تحقیق وجود نداشت. در مرحله بعد و برای گنجاندن در جیره، علوفه خشک حاصله به قطعات تقریباً پنج سانتی‌متری خرد گردید. البته باید توجه نمود که گیاه تازه قابلیت چرا توسط گوسفند را نیز دارد و مشاهدات میدانی نیز این موضوع را تأیید نمود.

بررسی تأثیر تغذیه عملی علوفه سالیکورنیا در آزمایش حاضر با استفاده از ۶۳ رأس برهٔ نر افشاری با وزن زندهٔ ۵±۲۲/۱ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی متعادل با هفت جیره (تیمار) و نه بره (تکرار) به ازای هر تیمار انجام گردید. جیره‌های آزمایشی عبارت بودند از: جیرهٔ بدون سالیکورنیا بیگلوی (شاهد) و جیره‌های حاوی سطوح ۴۵، ۹۰، ۱۳۵، ۱۸۰، ۲۲۵ و ۲۷۰ گرم علوفهٔ سالیکورنیا به جای یونجه در هر کیلوگرم مادهٔ خشک جیره. جیره‌ها بر اساس جدول‌های احتیاجات غذایی NRC (۲۰۰۷) برای تأمین نیاز بره‌های پرواری چهار تا هفت ماهه طوری تنظیم شدند که کلیهٔ جیره‌ها از نظر انرژی و پروتئین مشابه باشند. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است. سنگ نمک نیز با وزن مشخص، به صورت آزاد و انفرادی در اختیار حیوانات قرار داشت و میزان مصرف روزانه آن محاسبه شد که در بخش بعدی ارائه شده است.

پیش از شروع آزمایش، عملیات دامپزشکی برای مبارزه با انگل‌های خارجی و داخلی در تمامی حیوانات انجام شد و واکسن آنتروتوکسمی به آنها تزریق گردید. سپس، در جایگاه‌های انفرادی به ابعاد ۱/۵×۱/۵ متر توزیع شدند. آزمایش ۱۰۰ روز (شامل ۱۵ روز عادت‌پذیری به جایگاه و جیره‌ها و ۸۵ روز دورهٔ پروار) به طول انجامید.

جدول ۱- اجزاء خوراکی و ترکیب شیمیایی (گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک یا واحد بیان‌شده) جیره‌های آزمایشی

صفت	سطح علوفهٔ سالیکورنیا بیگلوی در جیره (گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک)						
	صفر	۴۵	۹۰	۱۳۵	۱۸۰	۲۲۵	۲۷۰
اجزای جیره							
کاه گندم	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
سالیکورنیا بیگلوی	۰/۰	۴۵	۹۰	۱۳۵	۱۸۰	۲۲۵	۲۷۰
یونجهٔ خشک	۲۷۰	۲۲۵	۱۸۰	۱۳۵	۹۰	۴۵	۰/۰
دانهٔ جو	۲۹۰	۲۹۰	۲۹۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۴۰	۳۵۵
دانهٔ ذرت	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۲۰	۲۲۰
کنجالهٔ سویا	۵۵	۵۶	۶۰	۶۰	۶۰	۵۵	۴۰
سبوس گندم	۸۲	۷۵	۶۹	۵۴	۵۰	۲۵	۱۰
پودر گوشت	۲۱	۲۶	۲۷	۳۰	۳۲	۳۹	۵۰
گلوتن ذرت	۵/۶	۶/۳	۷	۸/۴	۱۰	۱۲	۱۵
پرمیکس ویتامین-مواد معدنی[۱]	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
کربنات کلسیم	۱	۱/۲	۱/۴	۱/۶	۱/۸	۲/۱	۳
دی‌کلسیم فسفات	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۱	۱/۲	۱/۹	۲
ترکیب شیمیایی[۲]							
مادهٔ خشک (گرم در کیلوگرم)	۹۰۰	۹۱۰	۹۱۲	۹۱۵	۹۱۵	۹۱۶	۹۲۰
پروتئین خام	۱۴۱	۱۴۲	۱۴۱	۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰
فیبر نامحلول در شویندهٔ خنثی	۲۷۷	۲۶۵	۲۵۵	۲۴۳	۲۳۳	۲۱۹	۲۱۰
عصارهٔ اتری	۳۱/۶	۳۱/۷	۳۱/۲	۳۰/۷	۳۰/۴	۳۰/۰	۳۱/۷
خاکستر	۶۵/۲	۷۲/۱	۷۹/۳	۸۶/۱	۹۹/۳	۱۰۰/۷	۱۰۵/۶
کلسیم	۷/۵۰	۷/۶۰	۷/۵۰	۷/۵۰	۷/۰۱	۷/۴۱	۷/۴۰
فسفر	۴/۱۰	۴/۱۰	۴/۱۰	۴/۰۰	۴/۱۱	۴/۰۰	۳/۹۵
سدیم	۰/۸	۵/۳	۹/۸	۱۴	۱۹	۲۳/۵	۲۸
کلر	۳	۶/۸	۱۰	۱۴	۱۸	۲۲	۲۵
ME (MJ/kg DM)	۱۱/۲۹	۱۱/۲۴	۱۱/۲۱	۱۱/۲۰	۱۱/۱۰	۱۱/۰۰	۱۰/۹۰

۱. حاوی (در کیلوگرم): ۲۰ گرم منیزیم، ۲۵۰۰ میلی‌گرم روی، ۳۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۹۰۰ میلی‌گرم مس، ۳ میلی‌گرم کبالت، ۱ میلی‌گرم سلنیم، ۶۵ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین ای، ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین آ، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین دی۳، ۴۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان، تا ۱۰۰۰ گرم حامل (carrier). ۲. محاسبه‌شده بر اساس ترکیب شیمیایی خوراک‌های تشکیل‌دهندهٔ جیره. ME، انرژی قابل متابولیسم.

تعیین مصرف اختیاری آب، نمک و خوراک، عملکرد رشد، نمونه‌گیری و آزمون قابلیت هضم

جیره‌های آزمایشی سه بار در روز (۸ صبح، ۴ عصر و ۸ عصر) و تا حد اشتها به دام‌ها تغذیه شد. در طول دورهٔ آزمایش، در ابتدای هر روز پیش از خوراک‌دهی وعدهٔ صبح، خوراک هر حیوان به‌صورت جداگانه توزین، و در آخورها توزیع می‌شد. پس‌ماندهٔ خوراک روز قبل نیز به‌صورت روزانه جمع‌آوری، و توزین می‌گردید. در پایان، مصرف روزانهٔ مادهٔ خشک و مواد مغذی با کسر کردن مقادیر ریخته‌شده در آخور و میزان باقیمانده محاسبه شد.

به منظور تعیین میزان مصرف آب روزانهٔ هر گوسفند، آب تمیز همواره در آبخوری‌های انفرادی در اختیار بره‌ها قرار داشت و مصرف آب روزانهٔ هر حیوان از اختلاف وزن آب توزیعی صبحگاه و آب باقیمانده در ظروف اندازه‌گیری شد. تمامی حیوانات به صورت انفرادی دسترسی آزاد به سنگ نمک داشتند. در ابتدای دوره سنگ نمک هر بره وزن شد و در آخور قرار داده شد. در انتهای دوره وزن سنگ نمک باقیمانده به دست آمد و با کسر وزن باقیمانده از وزن اولیه سنگ نمک و تقسیم آن بر تعداد روز، میزان نمک مصرفی هر حیوان به صورت گرم در روز حاصل شد که در جدول ۴ گزارش شده است.

برای تعیین عملکرد رشد، بره‌ها هر دو هفته یک بار در زمان صبح و پیش از خوراکدهی (ناشتا) به صورت انفرادی وزن‌کشی شدند. افزایش وزن روزانه از اختلاف وزن هر حیوان در ابتدا و انتهای دوره و تقسیم آن بر تعداد روزهای پروار حاصل شد. برای محاسبه ضریب تبدیل غذایی، مقدار خوراک مصرفی روزانه بر افزایش وزن روزانه تقسیم گردید. در پژوهش حاضر، ضریب تبدیل غذایی به دو صورت محاسبه شد: الف- مادهٔ خشک مصرفی روزانه تقسیم بر افزایش وزن روزانه (یعنی ضریب تبدیل بر اساس مادهٔ خشک جیره)؛ ب- مادهٔ آلی مصرفی روزانه تقسیم بر افزایش وزن روزانه (یعنی ضریب تبدیل بر اساس مادهٔ آلی جیره).

به منظور برآورد قابلیت هضم جیره‌های آزمایشی، تعداد شش بره از هر تیمار در پایان دورهٔ پرواربندی در قفس‌های متابولیسمی انفرادی مجهز به ظروف مجزای جمع‌آوری ادرار و مدفوع قرار داده شدند. بعد از سپری شدن یک دورهٔ سه روزه به عنوان عادت‌پذیری به قفس‌ها، هر روز قبل از خوراکدهی وعدهٔ صبح، کل مدفوع روزانهٔ هر حیوان به مدت هفت روز به صورت انفرادی جمع‌آوری شد و پس از توزین و ثبت وزن مدفوع روزانه، یک نمونهٔ ۳۰۰ گرمی از هر کدام گرفته شد و برای تجزیهٔ شیمیایی به فریزر با دمای ۲۰- درجهٔ سانتیگراد منتقل گردید.

تجزیهٔ شیمیایی نمونه‌های آزمایشی

نمونه‌های علوفهٔ سالیکورنیا بیگلوی، جیره‌های غذایی توزیع‌شده در آخور، پس‌آخور و مدفوع به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجهٔ سانتیگراد خشک شدند و سپس توسط آسیاب مجهز به الک ۱ میلی‌متری آسیاب شدند. مقادیر مادهٔ خشک، خاکستر خام، نیتروژن و عصارهٔ اتری بر اساس روش‌های استاندارد تعیین گردیدند (AOAC، ۱۹۹۸). به منظور تعیین غلظت NDF و لیگنین از محلول‌های شوینده و از روش‌های ارائه‌شده توسط Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) استفاده گردید. غلظت مواد معدنی شامل سدیم و کلر نیز بر اساس روش‌های AOAC (۱۹۹۸) تعیین شد.

محتوای نیترات با استفاده از روش دی‌آزو و رویه رنگ‌سنجی (Singh، ۱۹۸۸) تعیین شد. برای استخراج اسید اگزالیک از بافت گیاهی و تعیین غلظت آن از روش Savage و همکاران (۲۰۰۰) استفاده گردید. کل ترکیبات فنولی و ترکیبات فنولی غیرتانینی با استفاده از معرف فولین سیکالتو و دستگاه فتومتر (Epoch Microplate Spectrophotometer, BioTek, USA) برآورد شد و از اسید تانیک به عنوان استاندارد استفاده گردید. درنهایت، تانن کل به عنوان تفاوت بین کل ترکیبات فنولی و ترکیبات فنولی غیرتانینی محاسبه شد (Makkar، ۲۰۰۰).

طرح آماری و تجزیهٔ داده‌ها

داده‌های به‌دست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی متعادل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۱) نسخهٔ ۹/۱، رویهٔ

PROC MIXED و مدل آماری زیر تجزیهٔ واریانس شدند.

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

در مدل مذکور، Y_{ij}: مقدار عددی هر مشاهده، μ: میانگین هر صفت، T_i: اثر تیمار (سطح علوفهٔ سالیکورنیا بیگلوی در جیره)، δ_j: اثر حیوان آزمایشی و e_{ij}: خطای باقیمانده است. در مدل بالا، تیمار به عنوان اثر ثابت و حیوان به عنوان اثر تصادفی در نظر گرفته شد. مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی علوفهٔ سالیکورنیا و یونجه

میانگین مقادیر ترکیب شیمیایی علوفه‌های یونجه و سالیکورنیا در جدول ۲ نشان داده شده است. غلظت پروتئین خام علوفهٔ سالیکورنیا (۹۱ گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) در پژوهش حاضر کمتر از یونجه بود و البته در محدودهٔ گزارش‌شده در سایر تحقیقات قرار داشت (Al-Owaimer و همکاران، ۲۰۰۰؛ Ishikawa و همکاران، ۲۰۰۲). از سوی دیگر، پروتئین خام سالیکورنیا (یعنی ۹۱ گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) بیش از حداقل سطح توصیه‌شده (یعنی ۸۰ گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) برای تأمین مقدار آمونیاک کافی برای میکروب‌ها بود و برای رشد مناسب میکروبی شکمبه کفایت می‌کند (Norton، 1998). مقادیر NDF و لیگنین در علوفهٔ سالیکورنیا در مقایسه با یونجه کمتر بود که نشان می‌دهد از این لحاظ می‌تواند در جیرهٔ نشخوارکنندگان گنجانده شود زیرا هرچه محتوای NDF و لیگنین کمتر باشد، مقادیر قابلیت هضم مواد مغذی و مصرف خوراک بهتر خواهد بود (McDonald و همکاران، ۲۰۲۲).

به هر حال، علف سالیکورنیا در مقایسه با یونجه حاوی مقدار بسیار زیادتری خاکستر (۲۷۰ گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) بود، که برعکس فیبر، عامل محدودکنندهٔ مهمی در تغذیهٔ این گیاه خواهد بود. در سایر تحقیقات، غلظت خاکستر سالیکورنیا ۱۴۰ تا ۴۹۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک گزارش شده است (Al-Owaimer و همکاران، ۲۰۰۰؛ Ishikawa و همکاران، ۲۰۰۲)، که عدد به دست آمده در آزمایش حاضر در دامنهٔ مذکور قرار دارد. این گیاه حاوی مقدار زیادی سدیم بود (بیش از ۱۰ درصد). حد مجاز سدیم در جیرهٔ نشخوارکنندگان، حداکثر ۶۰ گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک (NRC، ۲۰۰۷) گزارش شده و میزان زیاده از حد آن ممکن است موجب تغییرات فیزیولوژیکی در شکمبه، خون و سلول‌های حیوان شود (McDonald و همکاران، ۲۰۲۲). درنتیجه، نباید از این گیاه به عنوان تنها منبع خوراکی برای تغذیهٔ دام استفاده کرد. هم‌چنین، با مصرف سالیکورینا در جیره می‌توان از گنجاندن نمک صرف‌نظر نمود، زیرا گیاه مذکور یک منبع طبیعی از نمک است.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی علوفهٔ سالیکورنیا بیگلوی و یونجه (گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک)

متغیر	سالیکورنیا	یونجه	SEM	P-value
مادهٔ خشک	۹۳۰	۸۹۰	۹/۳۲	<۰/۰۱
پروتئین خام	۹۱	۱۳۰	۱۰/۱۱	<۰/۰۱
فیبر نامحلول در شویندهٔ خنثی	۳۱۰	۴۸۹	۸/۰۰	<۰/۰۱
لیگنین	۶۴	۸۲	۳/۸۷	<۰/۰۱
عصارهٔ اتری	۲۹	۲۵	۳/۳۴	۰/۸۷
خاکستر خام	۲۷۰	۹۵	۸/۵۵	<۰/۰۱
سدیم	۱۰۳	۲/۳۶	۶/۷۶	<۰/۰۱
کلر	۹۱	۸	۵/۲۳	<۰/۰۱

SEM، اشتباه استاندارد میانگین‌ها.

مواد ضدتغذیه‌ای

در این تحقیق، پیکرهٔ علفی سالیکورنیا بیگلوی سطوح نیترات کمتر، اما مقدار اگزالات، کل ترکیبات فنولی و تانن بیشتری را نسبت به یونجه نشان داد (P<۰/۰۱). به هر حال، اگزالات، کل ترکیبات فنولی و تانن (کم‌تر از ۴۰ گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) در علوفهٔ سالیکورنیا زیر سطح مضر برای حیوانات بود.

جدول ۳- غلظت مواد ضدتغذیه‌ای (گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) در علوفهٔ سالیکورنیا بیگلوی و یونجه

متغیر	سالیکورنیا	یونجه	SEM	P-value
نیترات	۰/۱۶۰	۰/۲۳۷	۰/۰۱۱	<۰/۰۱
اگزالات	۱/۸۳	۰/۶۵۵	۰/۲۲	<۰/۰۱
کل ترکیبات فنولی	۱۱/۵	۵/۴۴	۱/۵۳	<۰/۰۱
کل تانن	۷/۸۳	۳/۳۹	۱/۹۰	<۰/۰۱

SEM، اشتباه استاندارد میانگین‌ها.

مصرف روزانهٔ آب و نمک، خوراک مصرفی و عملکرد رشد بره‌های پرواری

بر اساس اطلاعات جدول ۴، در این آزمایش، بره‌های تغذیه‌شده با علوفهٔ سالیکورنیا، آب آشامیدنی بیشتری نسبت به گروه شاهد مصرف کردند (P=۰/۰۰۱) و حداکثر میزان آب مصرفی مربوط به گوسفندان مصرف‌کنندهٔ ۲۷۰ گرم سالیکورنیا در کیلوگرم مادهٔ خشک جیره بود. علت افزایش مصرف آب را باید به نمک زیادتر در جیره‌های حاوی سالیکورنیا مربوط دانست. در سایر پژوهش‌های انجام شده با گیاهان شورزی نیز میزان آب آشامیدنی دام به دلیل وجود نمک زیاد در این گیاهان افزایش یافت (Ahmed و همکاران، ۲۰۱۵). درواقع، مصرف زیاد نمک باعث می‌شود حیوانات تمایل به نوشیدن آب بیشتر به منظور دفع نمک اضافی از بدن داشته باشند (Abu-Zanat and Tabbaa، ۲۰۰۶). مشابه با یافته‌های تحقیق حاضر، محققان دیگری گزارش کردند که گوسفندان بالغ تغذیه‌شده با علوفهٔ سالیکورنیا در طول دورهٔ آزمایش، مصرف آب بیشتری در مقایسه با گروه شاهد داشتند (Taghipour و همکاران، ۲۰۲۱).

میزان سنگ نمک مصرفی حیوانات در گروه‌های مختلف آزمایشی در جدول ۴ دیده می‌شود. بر اساس یافته‌های این پژوهش، با افزایش سطح سالیکورنیا و درنتیجه افزایش سدیم جیره، میزان سنگ نمک مصرفی روزانه حیوانات به صورت خطی کاهش یافت (P<۰/۰۰۱) و از ۴۳/۵ گرم در روز برای تیمار شاهد به ۸/۷ گرم در روز برای تیمار آخر (حاوی ۲۷۰ گرم سالیکورنیا) رسید. این نتیجه قابل پیش‌بینی بود و با دیگر یافته‌های تحقیق مطابقت دارد و نشان داد که گوسفندان بخشی از سدیم اضافی دریافتی از سالیکورنیا را به کاهش مصرف نمک جبران کرده‌اند.

جدول ٤- تأثیر استفاده از علوفهٔ سالیکورنیا بیگلوی بر مصرف روزانهٔ آب و خوراک و صفات رشد برههای پرواری

صفت	سطح سالیکورنیا در جیره (گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک)							SEM	سطح معنی‌داری	
	صفر	۴۵	۹۰	۱۳۵	۱۸۰	۲۲۵	۲۷۰		خطی	درجه دو
مصرف آب (لیتر در روز)	۵/۲۲^{d}	۵/۸۰^{cd}	۶/۱۵^{c}	۷/۲۷^{b}	۷/۳۷^{b}	۸/۷۵^{a}	۸/۸۶^{a}	۰/۲۳۳	۰/۰۰۱	۰/۱۷
مصرف سنگ نمک (گرم در روز)	۴۳/۵^{a}	۳۵/۲^{b}	۲۶^{c}	۱۷/۸^{d}	۱۳/۹^{e}	۱۳^{e}	۸/۷^{f}	۰/۴۳	۰/۰۰۱	۰/۸۶
مصرف خوراک (گرم در روز)										
مادهٔ خشک	۱۳۵۱^{b}	۱۳۵۰^{b}	۱۳۸۳^{b}	۱۴۰۵^{ab}	۱۴۱۰^{ab}	۱۴۳۰^{a}	۱۴۲۰^{a}	۳۷/۵	۰/۰۴۸	۰/۸۵
مادهٔ آلی	۱۲۶۰	۱۲۶۲	۱۲۵۹	۱۲۵۷	۱۲۵۸	۱۲۶۰	۱۲۶۱	۴۱/۵	۰/۸۸	۰/۴۴
خاکستر	۹۱^{d}	۸۸^{d}	۱۲۴^{c}	۱۴۸^{bc}	۱۵۲^{b}	۱۷۰^{a}	۱۵۹^{ab}	۷/۷	۰/۰۰۱	۰/۱۵
پروتئین خام	۲۰۹	۲۱۳	۲۱۰	۲۱۰	۲۰۷	۲۱۲	۲۰۸	۶/۵۰	۰/۶۶	۰/۷۹
عملکرد رشد										
وزن اولیه (کیلوگرم)	۲۲/۸	۲۲/۰	۲۲/۵	۲۲/۳	۲۲/۵	۲۱/۶	۲۲/۰	۱/۲۷	۰/۸۷	۰/۷۷
وزن نهایی (کیلوگرم)	۴۴/۹	۴۳/۰	۴۴/۶	۴۴/۲	۴۴/۱	۴۳/۹	۴۴/۷	۱/۱۵	۰/۲۹	۰/۶۲
ADG[1] (گرم در روز)	۲۶۰	۲۵۹	۲۶۱	۲۵۸	۲۵۴	۲۶۲	۲۶۲	۷/۱۰	۰/۱۵	۰/۴۹
ضریب تبدیل (مادهٔ خشک)[2]	۵/۲۰^{b}	۵/۲۱^{b}	۵/۳۰^{ab}	۵/۴۵^{a}	۵/۵۵^{a}	۵/۴۶^{a}	۵/۴۲^{a}	۰/۲۷	۰/۰۴۶	۰/۲۰
ضریب تبدیل (مادهٔ آلی)[3]	۴/۸۵	۴/۸۷	۴/۸۲	۴/۸۷	۴/۹۵	۴/۸۱	۴/۸۱	۰/۱۹	۰/۴۱	۰/۲۰

SEM، اشتباه استاندارد میانگین‌ها؛ ۱. ADG، میانگین افزایش وزن روزانه؛ ۲. ضریب تبدیل خوراک (مادهٔ خشک) = مصرف روزانهٔ مادهٔ خشک تقسیم بر افزایش وزن روزانه؛ ۳. ضریب تبدیل خوراک (مادهٔ آلی) = مصرف روزانهٔ مادهٔ آلی تقسیم بر افزایش وزن روزانه. حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد است.

چنان که در جدول ۴ دیده می‌شود، میانگین مصرف مادهٔ خشک همهٔ گروه‌های آزمایشی در تحقیق حاضر بیش از ۳ درصد وزن بدن بود. به طور جالب توجهی، مقدار مصرف روزانهٔ مادهٔ خشک حیوانات با افزایش سطح علوفهٔ سالیکورنیا در جیره افزایش یافت (P=۰/۰۵)، به طوری که بیشترین میزان مادهٔ خشک مصرفی در برههای دریافت‌کنندهٔ جیرهٔ حاوی ۲۷۰ گرم سالیکورنیا در کیلوگرم مادهٔ خشک دیده شد. برعکس مادهٔ خشک، مقادیر مصرف روزانهٔ مادهٔ آلی و پروتئین خام تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. از سوی دیگر، مصرف روزانهٔ خاکستر با گنجاندن سالیکورنیا در جیره افزایش خطی یافت (P=۰/۰۰۱). همین مشاهده درواقع دلیل اصلی افزایش مادهٔ خشک مصرفی برهها در حضور سالیکورنیا نیز بود؛ یعنی هرچند مصرف مادهٔ آلی ثابت ماند، اما دریافت بیشتر خاکستر توسط حیوانات (به‌ویژه در سطح ۹۰ گرم سالیکورنیا در کیلوگرم جیره و بیشتر) کل خوراک مصرفی روزانه را افزایشی نمود. افزایش خاکستر مصرفی نیز به محتوای خاکستر زیادتر در جیره‌های حاوی سالیکورنیا در مقایسه با جیرهٔ شاهد ربط داشت (جدول ۱). این نتایج که در ابتدا اندکی ناهمگون می‌نمود، نشان می‌دهد که برهها در این مطالعه توانستند مصرف خوراک خود را به گونه‌ای تنظیم کنند که محتوای کمتر مادهٔ آلی موجود در علوفه سالیکورنیا، در مقایسه با یونجه، جبران شود و حیوانات در تمامی گروه‌های آزمایشی مادهٔ آلی مشابهی را برای رفع نیازهای خود دریافت کنند. به هر حال، همین افزایش مصرف مادهٔ خشک برای حفظ ثبات دریافت مادهٔ آلی، طبق توضیح بالا، موجب شد که سهم خاکستر خام (به‌ویژه سدیم) بیشتری به گروه‌های تغذیه‌شده با سالیکورنیا برسد و در نتیجه، آب مصرفی برای دفع نمک اضافی را باعث شود. هم‌چنین، باید گفت غلظت‌های کمتر NDF و لیگنین در سالیکورنیا در مقایسه با یونجه (و درنتیجه در جیره‌های حاوی سالیکورنیا نسبت به شاهد)

می‌تواند دلیل دیگری در افزایش مصرف خوراک باشد، زیرا بین غلظت فیبر و مصرف خوراک رابطهٔ منفی وجود دارد (McDonald و همکاران، ۲۰۲۲). یکی دیگر از دلایلی که برای افزایش مصرف مادهٔ خشک می‌توان مطرح نمود، بهبود چشمگیر قابلیت هضم مادهٔ خشک جیره با افزودن سالیکورنیا (طبق توضیحات بخش بعدی) است، چرا که بین ضریب هضم و مصرف خوراک رابطهٔ مثبت برقرار است، و درواقع ضریب هضم زیادتر موجب تخلیهٔ سریع‌تر دستگاه گوارش و افزایش میل به مصرف مجدد خوراک می‌شود (McDonald و همکاران، ۲۰۲۲). در تحقیق حاضر، موارد مذکور باعث شد با وجود افزایش زیاد در مصرف آب روزانهٔ حیوانات (به دلیل سطح زیادتر خاکستر محلول به‌ویژه سدیم در سالیکورنیا)، اما مصرف مادهٔ خشک روزانه باز هم روند افزایشی داشته باشد. از سوی دیگر، باید توجه داشت که طبق نتایج تحقیقات، اشتهای خاصی برای سدیم در حیوانات وجود دارد، یعنی با افزایش سدیم تا حدی کمتر از سطوح زیاده از حد، افزایش در خوش‌خوراکی غذا یا مایع حاوی سدیم ایجاد می‌شود که موجب بهبود دریافت آن غذا یا مایع می‌گردد (Iovino و همکاران، ۲۰۲۱). به هر حال، در پژوهش حاضر دلایل بالا موارد اصلی اثرگذار در بهبود مصرف ماده خشک بوده‌اند و توضیح اخیر می‌تواند در سطوح متوسط و کم سالیکورنیا مورد قبول باشد. درنهایت، طبق توضیحات بالا، باید توجه نمود که حیوانات تغذیه‌شده با سالیکورنیا، مصرف اختیاری روزانه سنگ نمک را کاهش دادند که به نظر می‌رسد تلاش کرده‌اند تا حدی اثر سدیم بیش از حد این جیره‌ها را جبران کنند.

مطابق با این نتایج، در پژوهش دیگری نیز مشخص شد بره‌هایی که با جیره‌های حاوی ۳۰ درصد از علوفه‌های شورزی (اعم از برمودا، آتریپلکس یا سالیکورنیا) تغذیه شدند، مصرف مادهٔ خشک بیشتری را نشان دادند (Swingle و همکاران، ۱۹۹۶). محققان دیگری دریافتند که مصرف سالیکورنیا تا ۳۰ درصد جیره فاقد اثر معنی‌دار بر قابلیت هضم خوراک در گوسفندان بالغ بود (Nasrabadi و همکاران، ۲۰۲۲). در پژوهش دیگری، افزایش سطح تغذیهٔ سالیکورنیا در جیره موجب کاهش مصرف روزانهٔ مادهٔ آلی و NDF شد (به دلیل محتوای خاکستر زیاد)، اما تأثیری بر مصرف کل مادهٔ خشک روزانه نداشت (Taghipour و همکاران، ۲۰۲۱).

یافته‌های این تحقیق (جدول ۴) نشان داد که میانگین افزایش وزن روزانهٔ بره‌ها (که به طور متوسط ۲۶۰ گرم در روز بود) در بین جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف سالیکورنیا تفاوت معنی‌داری نداشت. علت را چنین باید بیان نمود که حیوانات دریافت‌کنندهٔ سالیکورنیا، مادهٔ خشک مصرفی روزانهٔ بیشتری داشتند، که با وجود خاکستر بیشتر جیره‌ها، اما طبق توضیحات قبلی موجب شد دریافت مادهٔ آلی روزانه یکسانی داشته باشند (جدول ۴). هم‌چنین، قابلیت هضم مادهٔ آلی و انرژی قابل متابولیسم جیره‌ها تقریباً یکسان باقی مانده بود (جدول ۵). درنتیجه، حیوانات مادهٔ آلی قابل هضم یکسانی دریافت کردند و رشد روزانه بدون تغییر ماند، زیرا مصرف روزانه و قابلیت هضم مادهٔ آلی عوامل اثرگذار مهمی در میزان رشد روزانه هستند (McDonald و همکاران، ۲۰۲۲). در هر حال، به دلیل مصرف مادهٔ خشک زیادتر روزانه، بره‌های دریافت‌کنندهٔ جیره‌های حاوی سطوح بالاتر سالیکورنیا نسبت به یونجه (به‌ویژه سطح ۱۳۵ گرم و بیشتر سالیکورنیا در کیلوگرم جیره)، ضریب تبدیل خوراکی بیشتری (ضعیف‌تری) بر اساس مادهٔ خشک مصرفی (DMI/ADG) نشان دادند (P=۰/۰۴۶)، هرچند اختلاف خیلی زیاد نبود. اما ضریب تبدیل خوراکی بر اساس مادهٔ آلی (OMI/ADG) بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت که با تفاسیر قبلی قابل توجیه است. به نظر می‌رسد خاکستر مصرفی روزانهٔ زیادتر عامل اصلی افزایش ضریب تبدیل بوده است.

قابلیت هضم مواد مغذی

نتایج ارائه‌شده در جدول ۵ نشان می‌دهد که قابلیت هضم مادهٔ آلی، پروتئین خام و عصاره اتری در جیره‌های حاوی سطوح مختلف علوفهٔ سالیکورنیا تفاوت معنی‌داری نداشت. به هر حال، قابلیت هضم مادهٔ خشک با افزایش سطح سالیکورنیا در جیرهٔ

گوسفندان تمایل به افزایش داشت (P =۰/۰۷۲)، اما قابلیت هضم NDF با افزایش سطح سالیکورنیا کاهش پیدا کرد (P=۰/۰۴). از سوی دیگر، قابلیت هضم خاکستر خام با افزودن سالیکورنیا در جیره افزایش یافت (P=۰/۰۱۲). علت افزایش ضریب هضم خاکستر این بود که دام‌های تغذیه‌شده با سالیکورنیا، میزان خاکستر زیادتری را طی ۲۴ ساعت از طریق جیره خورده بودند که بخش اعظم آن از منبع محلول، به‌ویژه سدیم، تشکیل شده است و به‌راحتی در دستگاه گوارش قابل جذب می‌باشد. از سوی دیگر، در تفسیر کاهش ضریب هضم NDF می‌توان گفت با افزایش سطح سالیکورنیا در جیره، میزان مصرف روزانهٔ خاکستر (اغلب نمک‌های محلول به ویژه سدیم) بیشتر شد که موجب افزایش فشار اسمزی شکمبه می‌شود. این رخداد، کاهش فعالیت و اتصال باکتری‌های سلولولیتیک به ذرات فیبر را به دنبال دارد (Sequeira، ۱۹۸۱). وجود متابولیت‌های ثانویه مانند تانن در علوفهٔ سالیکورنیا نیز می‌تواند باعث مهار آنزیم‌های تجزیه‌کننده سلولز شود. درنتیجه، کاهش قابلیت هضم فیبر رخ می‌دهد (Singleton، ۱۹۸۱). از طرف دیگر، افزایش نوشیدن آب در حیوانات مصرف‌کنندهٔ سالیکورنیا ممکن است منجر به افزایش نرخ عبور مواد غذایی از دستگاه گوارش شود که این مورد نیز اثر منفی بر هضم فیبر دارد (Masters و همکاران، ۲۰۰۷؛ Shawkat و همکاران، ۲۰۰۱). کاهش مصرف اختیاری سنگ نمک در حیوانات تغذیه‌شده با سالیکورنیا نیز ممکن است تا حدی اثرات منفی مورد انتظار را کمتر کرده باشد که قبلاً اشاره شد.

هرچند با کاهش هضم فیبر و تغییر احتمالی نرخ عبور به نظر می‌رسد که قابلیت هضم کل مادهٔ خشک جیره باید کاهش می‌یافت، اما هضم مادهٔ خشک دچار افزایش شد که دور از انتظار نمی‌باشد، زیرا طبق توضیحات بالا، حیوانات تغذیه‌شده با سالیکورنیا در تحقیق حاضر، خاکستر (به‌ویژه سدیم) بیشتری مصرف نمودند (جدول ۴) که ضریب جذب خاکستر در آن‌ها نیز زیادتر بود (جدول ۵). درنتیجه، علی‌رغم کاهش هضم فیبر و ثبات هضم مادهٔ آلی، اما افزایش هضم کل مادهٔ خشک به دلیل افزایش مصرف روزانه و هضم خاکستر رخ داد. در تحقیق دیگری نیز Abouheif و همکاران (۲۰۰۰) گزارش دادند که وقتی مقدار قابل توجهی سدیم از ساقه‌های سالیکورنیا به قوچ‌ها تغذیه شد، قابلیت هضم پروتئین افزایش، اما ضریب هضم فیبر کاهش یافت. آن‌ها بیان کردند که تغییرات مذکور احتمالاً نتیجهٔ مستقیم مصرف مقادیر بیشتر مواد معدنی (خاکستر) بر ضریب هضم بوده است. محققان مذکور اشاره نمودند که مصرف روزانهٔ سدیم و افزایش هم‌زمان در مصرف آب توسط گوسفندان، احتمالاً باعث افزایش نرخ رقت شکمبه و درنتیجه بهبود سرعت تولید پروتئین میکروبی شده است. علاوه بر این، کاهش زمان توقف شیرابهٔ هضمی در شکمبه ممکن است جریان پروتئین جیره را به رودهٔ کوچک افزایش دهد و منجر به افزایش هضم پروتئین کل شود. از سوی دیگر، کاهش زمان توقف شیرابهٔ هضمی ممکن است قابلیت هضم فیبر جیره را کاهش داده باشد (Abouheif و همکاران، ۲۰۰۰). از سوی دیگر، باید توجه داشت که درصد کنسانترهٔ جیره‌ها در تحقیق حاضر زیاد بود که طبق تحقیقات قبلی، می‌تواند انرژی کافی برای میکروارگانیسم‌های شکمبه به منظور رشد میکروبی فراهم نماید که این بهبود رشد میکروبی باعث تحریک هضم کربوهیدرات‌ها و نیز سم‌زدایی بهتر متابولیت‌های ثانویه می‌شود و درنتیجه، موجب بهبود ارزش غذایی منابع شورزی در جیره خواهد شد (Ahmed و همکاران، ۲۰۱۵). لذا، تغذیه چنین گیاهانی در شرایط بالا اثر منفی خاصی بر جای نخواهد گذاشت.

در مقایسه با نتایج این آزمایش، محققان دیگری با جایگزینی بخشی از یونجهٔ جیره با سالیکورنیا، نتیجه گرفتند که مصرف این گیاه شورزی فاقد اثر معنی‌دار بر قابلیت هضم خوراک در گوسفندان بالغ بود (Taghipour و همکاران، ۲۰۲۱؛ Nasrabadi و همکاران، ۲۰۲۲).

جدول ۵- تأثیر سطح علوفهٔ سالیکورنیا بیگلوی در جیره بر قابلیت هضم مواد مغذی (گرم در کیلوگرم) در بره‌های پرواری

صفت	سطح سالیکورنیا در جیره (گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک)							SEM	احتمال معنی‌داری	
	صفر	۴۵	۹۰	۱۳۵	۱۸۰	۲۲۵	۲۷۰		خطی	درجه دو
مادهٔ خشک	۷۱۰	۷۱۲	۷۳۳	۷۳۱	۷۴۲	۷۵۰	۷۶۱	۳/۰۴	۰/۰۷۲	۰/۲۸
مادهٔ آلی	۷۶۲	۷۷۲	۷۶۶	۷۶۷	۷۵۱	۷۴۰	۷۵۲	۵/۰	۰/۸۵	۰/۳۶
خاکستر	۶۸۱^{c}	۶۸۰^{bc}	۶۹۱^{b}	۶۹۳^{b}	۷۵۱^{a}	۷۶۰^{a}	۷۶۲^{a}	۶/۱۸	۰/۰۱۲	۰/۹۰
پروتئین خام	۷۱۳	۷۱۲	۷۱۱	۷۱۰	۷۱۴	۷۱۳	۷۱۵	۹/۱	۰/۹۹	۰/۸۵
[1]NDF	۵۵۶^{a}	۵۵۷^{a}	۵۴۹^{a}	۵۵۱^{a}	۴۴۷^{b}	۴۴۰^{b}	۴۴۹^{b}	۳/۲۹	۰/۰۴۸	۰/۳۹
عصارهٔ اتری	۷۱۸	۷۲۷	۷۳۱	۷۲۸	۷۱۹	۷۴۱	۷۱۲	۸/۶۵	۰/۵۲	۰/۸۵
[2]ME	۱۱/۲	۱۱/۳	۱۱/۱	۱۱/۰	۱۰/۶	۱۰/۵	۱۰/۶	۰/۷۴	۰/۶۶	۰/۶۱

۱. NDF، فیبر نامحلول در شویندهٔ خنثی؛ ۲. ME، انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم مادهٔ خشک)؛ SEM، اشتباه استاندارد میانگین‌ها. حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد است.

وزن و بازدهٔ لاشه

همان گونه که در جدول ۶ دیده می‌شود، جیره‌های آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر وزن در زمان کشتار، وزن لاشهٔ گرم و درصد بازدهٔ لاشهٔ گوسفندان پرواری نداشت. هم‌سو با نتایج این تحقیق، در سایر مطالعات نیز تغذیهٔ بره‌های پرواری با علوفه‌های شورزی مختلف (آکاسیا، آتریپلکس، گنگ و سیاه شور مصری) به عنوان بخشی از جیره، اثر قابل‌توجهی بر وزن و درصد لاشه نداشته است. مصرف درصد زیاد کنسانتره (بیشتر از ۵۰ درصد جیره) به عنوان علت اصلی عدم تأثیرپذیری بازده لاشه در این پژوهش‌ها ذکر شد (Swingle و همکاران، ۱۹۹۶؛ Pearce و همکاران، ۲۰۱۰؛ Ahmed و همکاران، ۲۰۱۵)، که می‌تواند در آزمایش حاضر (با جیره‌های حاوی ۷۰ درصد کنسانتره) نیز صدق نماید. تحلیل محققان مذکور بدین صورت بوده است که تغذیهٔ منابع غذایی پر انرژی (درصد کنسانترهٔ زیاد جیره) همراه گیاهان شورزی می‌تواند انرژی کافی برای میکروارگانیسم‌های شکمبه به منظور تولید بهتر پروتئین میکروبی و رشد میکروبی فراهم نماید که باعث تحریک هضم کربوهیدرات‌ها و نیز سم‌زدایی بهتر متابولیت‌های ثانویه می‌شود و درنتیجه، درصد کنسانتره زیاد، ارزش غذایی گیاهان شورزی را در جیره بهبود می‌بخشد (Ahmed و همکاران، ۲۰۱۵).

جدول ٦- وزن و بازدهٔ لاشهٔ بره‌های تغذیه‌شده با سطوح مختلف علوفهٔ سالیکورنیا بیگلوی در جیره

صفت	سطح سالیکورنیا در جیره (گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک)							SEM	احتمال معنی‌داری	
	صفر	۴۵	۹۰	۱۳۵	۱۸۰	۲۲۵	۲۷۰		خطی	درجه دو
وزن زندهٔ دام (کیلوگرم)	۴۵/۰	۴۳/۰	۴۴/۰	۴۳/۰	۴۴/۰	۴۴/۵	۴۴/۰	۳/۱۵	۰/۴۴	۰/۳۲
وزن لاشهٔ گرم (کیلوگرم)	۲۱/۱	۲۰/۲	۲۱/۰	۲۰/۳	۲۱/۴	۲۰/۰	۲۰/۷	۰/۵۵	۰/۹۰	۰/۲۱
بازده لاشه (درصد وزن زنده)	۴۶/۹	۴۷/۰	۴۷/۷	۴۷/۲	۴۸/۶	۴۵/۰	۴۷/۱	۲/۳۴	۰/۱۲	۰/۳۵

SEM، اشتباه استاندارد میانگین‌ها.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع، محتوای مواد ضدتغذیه‌ای علوفهٔ شورزی سالیکورنیا بیگلوی کمتر از حد مضر برای گوسفندان بود. تغذیهٔ علوفهٔ مذکور تا سطح ۲۷۰ گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک جیره (با نسبت علوفه به کنسانترهٔ ۳۰ به ۷۰)، به دلیل ثبات ضریب هضم و مصرف مادهٔ آلی، اثر منفی بر عملکرد بره‌های پرواری نداشت و هرچند ضریب تبدیل بر اساس هر واحد مادهٔ خشک مصرفی روزانه اندکی افزایش یافت، اما ضریب تبدیل بر اساس هر واحد مادهٔ آلی خورده‌شده ثابت ماند. بنابراین، می‌توان گیاه مذکور را برای جبران بخشی از کمبود علوفه برای تغذیهٔ گوسفند توصیه نمود. از سوی دیگر، میزان دریافت سدیم اضافی در بره‌های تغذیه‌شده با سالیکورنیا، موجب افزایش مصرف روزانهٔ آب شد تا نمک اضافی بدون تأثیر شدید بر عملکرد دام دفع شود. با مصرف علوفهٔ مذکور، می‌توان از گنجاندن نمک در جیره صرف‌نظر کرد.

منابع

Abdal, M.S. (2009). Salicornia production in Kuwait. *World Applied Sciences Journal*. 6: 1033-1038. https://idosi.org/wasj/wasj6(8)/4.pdf.

Abouheif, M.A., Al-Saiady, M., Kraidees, M., Tag-Eldin, A., Metwally, H. (2000). Influence of inclusion of Salicornia biomass in diets for rams on digestion and mineral balance. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 13: 967-973. https://doi.org/10.3389%2Ffmicb.2024.1377314.

Abu-Zanat, M.M.W. and Tabbaa, M.J. (2006). Effect of feeding Atriplex browse to lactating ewes on milk yield and growth rate of their lambs. *Small Ruminant Research*. 64(1-2): 152-161. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.004.

Ahmed, M.H., Salem, A.Z.M., Zeweil, H.S., Sun, X.Z., Kholif, A.E., Elghandour, M.M.Y. and Bahar, M.S.I. (2015). Growth performance and carcass characteristics of lambs fed halophytes as a partial or whole replacement of berseem hay. *Small Ruminant Research*. 128: 1-9. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.05.004.

Al-Owaimer, A.N. (2000). Effect of dietary halophyte *Salicornia bigelovii Torr* on carcass characteristics, minerals, fatty acids and amino acids profile of camel meat. *Journal of Applied Animal Research*. 18: 185-192. https://doi.org/10.1080/09712119.2000.9706342.

AOAC. (1998). Official Methods of Analysis. (16th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Arlington, USA.

Costa, C.S.B., Chaves, F.C., Rombaldi, C.V., and Souza, C.R. (2018). Bioactive compounds and antioxidant activity of three biotypes of the sea asparagus *Sarcocornia ambigua* (Michx.) Alonso, M. A., and M. B. Crespo: a halophytic crop for cultivation with shrimp farm effluent. *South African Journal of Botany*. 117: 95-100. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.05.011.

El-Shaer, H.M. (2010). Halophytes and salt-tolerant plants as potential forage for ruminants in the Near East region. *Small Ruminant Research*. 91: 3-12. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.01.010.

FAO. (2017). FAO statistics division, crop production. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. http://www.fao.org/statistics/databases/en (accessed on 26 April 2019).

Ishikawa, N., Shimizu, K., Koizumi, T., Shimizu, T. and Enishi, O. (2002). Nutrient value of saltwort (*Salicornia herbacea* L.) as feed for ruminants. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 15(7): 998-1001.

https://doi.org/10.5713/ajas.2002.998.
Iovino, M., Messana, T., Lisco, G., Vanacore, A., Giagulli, V.A., Guastamacchia, E., ... & Triggiani, V. (2021). Signal transduction of mineralocorticoid and angiotensin II receptors in the central control of sodium appetite: a narrative review. *International Journal of Molecular Sciences*. 22(21): 11735. https://doi.org/10.3390/ijms222111735.
Karthivashan, G., Park, S.-Y., Kweon, M.-H., Kim, J., Haque, M.E., Cho, D.-Y., Kim, I.-S., Cho, E.-A., Ganesan, P. and Choi, D.-K. (2018). Ameliorative potential of desalted *Salicornia europaea* L. extract in multifaceted Alzheimer's-like scopolamine-induced amnesic mice model. *Scientific Reports*. 8: 7174. https://doi.org/10.1038%2Fs41598-020-76938-x.
Khanum, S.A., Hussain, H.N., Hussain, M. and Ishaq, M. (2010). Digestibility studies in sheep fed sorghum, sesbania and various grasses grown on medium saline lands. *Small Ruminant Research*. 91(1): 63-68. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.11.018.
Kraidees, M.S., Abouheif, M.A., Al-Saiady, M.Y., Tag-Eldin, A. and Metwally, H. (1998). The effect of dietary inclusion of halophyte *Salicornia bigelovii Torr.* on growth performance and carcass characteristics of lambs. *Animal Feed Science and Technology*. 76: 149-159. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(98)00191-6.
Mahmoud, A.H., Basmaeil, S.M., El-Shaikh, Y., Swelum, A.A. and Abouheif, M.A. (2016). Effect of halophyte Salicornia bigelovii Torr and graded levels of dietary crude protein on feed performance and carcass traits of camels. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 45(11): 704-708. https://doi.org/10.1590/S1806-92902016001100009.
Makkar, H.P.S. (2000). Quantification of Tannins in Tree Foliage. A laboratory manual for the FAO/IAEA Co-ordinated Research Project on Use of Nuclear and Related Techniques to Develop Simple Tannin Assays for Predicting and Improving the Safety and Efficiency of Feeding Ruminants on Tanniniferous Tree Foliage. Joint FAO/IAEA of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Animal Production and Health Sub-Programme, FAO/IAEA Working Document, IAEA, Vienna, Austria.
Masters, D.G., Benes, S.E. and Norman, H.C. (2007). Biosaline agriculture for forage and livestock production. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 119: 234-248. https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.08.003.
McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F., Morgan, C.A., Sinclair, L.A. and Wilkinson, R.G. (2022). Animal Nutrition, 8th ed. Prentice Hall, Essex, UK.
Nasrabadi, M., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H. and Rezaei, J. (2022). Influence of partial replacement of alfalfa with two Salicornia forages on digestion, rumen variables, blood biochemistry metabolites and antioxidant capacity in sheep. *Small Ruminant Research*. 214: 106744. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106744.
Norton, B.W. (1998). The nutritive value of tree legumes. In: Gutteridge, R.C., Shelton, H.M. (Eds.), Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Tropical Grassland Society of Australia Inc., Queensland, Australia.
Noorollahi, Y., Sokhansefat, S., Sokhansefat, T., Rahmani, K. and Jalilinaasrabady, S. (2015). Biodiesel resources assessment and evaluation of the production capacity from Salicornia plant in Golestan province, north-east, Iran. *International Journal Renewable Energy Research*. 5: 847-858. https://doi.org/10.20508/ijrer.v5i3.2449.g6649.
NRC. (2007). Nutrient Requirements of Small Ruminants. National Research Council, National Academies of Sciences, Washington, DC, USA.
Orskov, B. (1998). Livestock in sustainable rural development. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Series*

Veterinary Medicine, 1(1): 01. http://www.ejpau.media.pl/volume1/issue1/veterinary/art-01.html.

Pearce, K.L., Norman, H.C. and Hopkins, D.L. (2010). The role of saltbush-based pasture systems for the production of high quality sheep and goat meat. *Small Ruminant Research*. 91: 29-38. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.10.018.

Piirainen, M., Liebisch, O. and Kadereit, G. (2017). Phylogeny, biogeography, systematics and taxonomy of Salicornioideae (*Amaranthaceae/Chenopodiaceae*)-A cosmopolitan, highly specialized hygrohalophyte lineage dating back to the Oligocene. *Taxon*. 66: 109-132. https://doi.org/10.12705/661.6.

Rajabi, M., Rouzbehan, Y. and Rezaei, J. (2017). A strategy to improve nitrogen utilization, reduce environmental impact, and increase performance and antioxidant capacity of fattening lambs using pomegranate peel extract. *Journal of Animal Science*. 95(1): 499-510. https://doi.org/10.2527/jas.2016.1069.

SAS. (2001). Statistical Analysis System. User's Guide: Statistics, Version 8.2. SAS Institute, Cary, NC, USA.

Savage, G.P., Vanhanen, L., Mason, S.M. and Ross, A.B. (2000). Effect of cooking on the soluble and insoluble oxalate content of some New Zealand foods. *Journal of Food Composition and Analysis*. 13(3): 201-206. https://doi.org/10.1006/jfca.2000.0879.

Sequeira, C.A., 1988. Efeito da adi~o de sais s6dicos ao rtimen na utilizag~o digestiva da fibra. PhD Thesis, Universidade de Tr~is-os-Montes e Alto Douro, 233 pp.

Shawkat, F.S., Kriss, A., Russell-Eggitt, I., Taylor, D. and Harris, C. (2001). Diagnosing children presenting with asymmetric pendular nystagmus. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 43(9): 622-627. https://doi.org/10.1017/s001216220100113x.

Singh, D., Buhmann, A.K., Flowers, T.J., Seal, C.E. and Papenbrock, J. (2014). Salicornia as a crop plant in temperate regions: selection of genetically characterized ecotypes and optimization of their cultivation conditions. *AoB Plants*. 6: plu071. https://doi.org/10.1093/aobpla/plu071.

Singh, J.P. (1988). A rapid method for determination of nitrate in soil and plant extracts. *Plant and Soil*. 110(1): 137-139. https://doi.org/10.1007/BF02143549.

Singleton, V.L. (1981). Naturally occurring food toxicants: Phenolic substances of plant origin common in foods. *Advances in Food Research*. 27(C): 149-242. https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60299-2.

Swingle, R.S., Glenn, E.P. and Squires, V. (1996). Growth performance of lambs fed mixed diets containing halophyte ingredients. *Animal Feed Science and Technology*. 63(1-4): 137-148. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(96)01018-8.

Taghipour, M., Rouzbehan, Y. and Rezaei, J. (2021). Influence of diets containing different levels of Salicornia bigelovii forage on digestibility, ruminal and blood variables and antioxidant capacity of Shall male sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 281: 115085. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115085.

Van Soest, P.V., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74(10): 3583-3597. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78551-2.