Research Article

Iranian Journal of Range and Desert Research DOI: 10.22092/ijrdr.2023.129896
Vol. 30, No. 2, Page 181-195 (2023) :DOR 20.1001.1.17350875.1402.30.2.1.1

Comparison of biomass and nutritional value of different *Salicornia spp*. under irrigation

Gh.Ranjbar [1*], F. Dehghani[2], M.H. Sadeghi[3] and M.J. Babaie-Zarch[4]

1*- Corresponding author, Associate Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran, E-mail: ranjbar71@gmail.com
2- Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran
3-Assistant Professor, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bushehr, Iran
4-Researcher, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

Received: 08/24/2022 Accepted: 04/17/2023

Abstract

Background and objectives

Due to the limitations of freshwater resources, using other sources, such as drainage and seawater, is inevitable for fodder production by halophytes. *Salicornia* species are the most salt-tolerant plants (Eu-halophytes) that grow directly in seawater. The plant shoots could be used with common fodder plants for livestock feeding. After oil extraction, Salicornia seeds contain 43% protein. The research objective was to select the most suitable *Salicornia* species in terms of yield and fodder quality in Bushehr Province.

Methodology

To investigate the yield and nutritional value of *Salicornia*, this research was carried out on *Salicornia bigelovii* and four native ecotypes, including Bushehr ecotype (*S. sinus persica* Akhani), Central Plateau ecotype (*S. persica* Akhani *subsp. Sersica*), Urmiai, Gorgan and Markazi ecotypes at the Salinity Research Station of Bushehr Province. The area is characterized by a warm and wet climate with low annual precipitation (217 mm) and high annual average temperature (24.0 °C). A three-replicate randomized complete block design was used. The field was planted by seed sowing and irrigated with Persian Gulf water (60 dS m-1).
Aerial plant samples were prepared at vegetative growth to determine the fodder nutritional value of different plant species and ecotypes. Values of aerial ash, crude protein, non-protein nitrogen content (NPN), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent lignin (ADL), and metabolizable energy were measured. At the end of the growing season, an area of one square meter was taken from each experimental unit to determine biomass dry weight. Data were analyzed using SAS software, and mean comparisons were performed using Duncan's test at the 5% level.

Results

Results showed a significant difference in dry biomass between different *Salicornia* species and ecotypes. Bushehr, Central Plateau, Urmia, Gorgan ecotypes, and S. bigelovii dry biomass amounts were 18.29, 14.64, 4.22, 4.60, and 6.71 tons ha-1, respectively.
The highest and lowest values of shoot ash were 54% and 46% of dry matter for Busher and *S. bigelovii*, respectively. There was no significant difference between species and ecotypes in crude aerial protein. The crude protein content of aerial varied between 6.9 in the Central

Copyright: © 2023 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by Research Institute of Forests and Rangelands (http://ijrdr.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Plateau and 8.6 in Bushehr ecotypes. The metabolizable energy of fodder was estimated between 5.17 and 5.74 MJ kg-1 of dry matter; the lowest and highest were attributed to the S. *bigelovii* and Urmia ecotypes, respectively. The highest and lowest cell wall indicators of neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and acid detergent lignin (ADL) were related to the Gorgan and Bushehr ecotypes, respectively. Fodder gas production for different Salicornia species and ecotypes was significantly lower than for alfalfa during incubation. Among different species and ecotypes of *Salicornia*, the highest and lowest gas production rates were related to S. bigelovii and Urmia ecotypes.

Conclusion

To provide livestock fodder on the province's coasts, the Bushehr ecotype (Salicornia sinus persica Akhani) is generally recommended for planting due to its high yield and adaptability to the region. However, due to the relatively high ash content of the plant, only a part of the livestock feed could be provided by the plant fodder. Therefore, to properly use the plant fodder in livestock feed, it is necessary to determine the daily consumption of fodder in the ration.

Keywords: Crude fibers, protein, livestock feeding, halo-culture, halophytes.

مقایسه زیست توده و ارزش غذایی گونه‌های مختلف سالیکورنیا (*Salicornia spp.*) تحت آبیاری

غلامحسن رنجبر [۱*]، فرهاد دهقانی [۲]، محمدهادی صادقی [۳] و محمدجواد بابائی زارچ [۴]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران، پست الکترونیک: ranjbar71@gmail.com

۲-استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

۳- استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

۴- محقق، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۸

چکیده

سابقه و هدف

به دلیل محدودیت منابع آب با کیفیت، استفاده از منابع جدید مانند زه‌آب‌ها و آب‌دریا در تولید علوفه با شورزیست‌ها اجتناب ناپذیر می‌باشد. گونه‌های سالیکورنیا از گیاهان بسیار متحمل به شوری (شورزیست اجباری) می‌باشند که قابلیت رشد با استفاده مستقیم از آب دریا دارند. از شاخساره گیاه می‌توان در ترکیب با سایر گیاهان علوفه‌ای به منظور تغذیه دام استفاده نمود. دانه گیاه سالیکورنیا پس از استخراج روغن دارای ۴۳ درصد پروتئین می‌باشد. هدف از این تحقیق انتخاب مناسب‌ترین گونه سالیکورنیا از نظر عملکرد و کیفیت علوفه در نوار ساحلی استان بوشهر بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی عملکرد و ارزش غذایی سالیکورنیا، این تحقیق بر روی گونه بیگلووی (*Salicornia bigelovii*) و چهار اکوتیپ بومی شامل بوشهر (*S. sinus persica* Akhani)، ارومیه، گرگان و مرکزی (*S. persica* Akhani *subsp. persica*)، در ایستگاه تحقیقات شوری استان بوشهر انجام شد. شرایط آب و هوایی منطقه گرم و مرطوب با بارش سالیانه کم (۲۱۷ میلی‌متر) و متوسط درجه حرارت سالانه ۲۴ درجه‌سانتی‌گراد بود. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار بود. کاشت با بذر انجام و سپس مزرعه با آب خلیج فارس با هدایت الکتریکی ۶۰ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شد. به منظور تعیین ارزش غذایی علوفه، در زمان رشد رویشی نمونه گیاهی از شاخساره گونه و اکوتیپ‌های مختلف تهیه و مقادیر درصد خاکستر، پروتئین خام، میزان نیتروژن غیر پروتئینی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، لیگنین قابل هضم در شوینده اسیدی و انرژی قابل متابولیسم اندازه‌گیری شد. در پایان فصل رشد به منظور تعیین وزن خشک زیست‌توده، مساحت یک متر مربع از هر واحد آزمایشی برداشت گردید. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج

نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری از نظر میزان زیست توده خشک بین گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا وجود داشت. میزان زیست توده خشک تولیدی اکوتیپ‌های بوشهر، مرکزی، ارومیه، گرگان و گونه بیگلووی به ترتیب ۱۸/۲۹، ۱۴/۶۴، ۴/۲۲، ۴/۶۰ و ۶/۷۱ تن در هکتار بود. بیشترین و کمترین میزان خاکستر به ترتیب به میزان ۵۴٪ و ۴۶٪ ماده خشک مربوط به اکوتیپ بوشهر و گونه

بیگلووی بود. بین گونه و اکوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری از نظر میزان پروتئین خام شاخساره وجود نداشت. میزان پروتئین خام شاخساره بین ۶/۹ در اکوتیپ مرکزی تا ۸/۶ در اکوتیپ بوشهر متفاوت بود. انرژی قابل متابولیسم علوفه بین ۵/۱۷ تا ۵/۷۴ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک برآورد شد؛ کم‌ترین و بیشترین آن به ترتیب مربوط به گونه بیگلوی و اکوتیپ ارومیه بود. بیشترین و کم‌ترین میزان شاخص‌های دیواره سلولی شامل الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) و لیگنین قابل هضم در شوینده اسیدی (ADL) به ترتیب مربوط به اکوتیپ‌های گرگان و بوشهر بود. در مقایسه با یونجه، روند تولید گاز در ساعات مختلف نمونه علوفه گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا به میزان چشمگیری کمتر بود. در بین گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا، بیشترین و کمترین میزان تولید گاز به ترتیب مربوط گونه بیگلووی و اکوتیپ ارومیه بود.

نتیجه‌گیری

بطور کلی با در نظر گرفتن مقادیر ارزش غذایی و با توجه به عملکرد بیشتر و سازگاری بهتر به منطقه، اکوتیپ بوشهر (*Salicornia sinus persica* Akhani) برای کاشت در سواحل استان به منظور تأمین بخشی از علوفه مورد نیاز دام پیشنهاد می‌گردد. اگرچه به‌خاطر خاکستر نسبتاً زیاد گیاه، تنها بخشی از جیره دام می‌تواند توسط علوفه این گیاه تأمین گردد. بنابراین به منظور استفاده صحیح از علوفه این گیاه در تغذیه دام، ضرورت دارد میزان مصرف روزانه علوفه در جیره تعیین گردد.

واژه‌های کلیدی: الیاف خام، پروتئین، تغذیه دام، شورزیست، شورورزی.

مقدمه

در شرایط اقتصاد مقاومتی، توجه به خوداتکایی در محصولات و نهاده‌های اساسی از جمله تولید علوفه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود. این در حالی است که به دلیل محدودیت منابع آب با کیفیت و حساسیت به شوری گیاهان علوفه‌ای رایج، تولید علوفه در کشور جوابگوی تقاضای وضعیت موجود نمی‌باشد. این موضوع از این جهت اهمیت بیشتری دارد که کشور در شرایط حاد خشکسالی قرار دارد و میانگین بارش‌های جوی درسال‌های اخیر نسبت به میانگین ۵۰ ساله کم سابقه بوده است. علاوه براین در سال‌های اخیر اغلب منابع آبی قابل دسترس در کشور به دلایل عدیده از نظر کیفی افت کرده، به نحوی که کشت گیاهان علوفه‌ای رایج، با مشکل مواجه شده است. از آنجایی که تولید شیر و گوشت قرمز متکی به گاو، گوسفند، بز و دیگر دام‌های نشخوارکننده است، جهت تولید این محصولات حتی به فرض امکان ورود نهاده‌های اساسی یعنی جو، ذرت و سویا نمی‌توان این دسته از دام‌ها را فقط با این اقلام تغذیه نمود. چراکه فیزیولوژی دستگاه گوارش دام به هیچ عنوان با تغذیه مواد کنسانتره‌ای به تنهایی سازگار نمی‌باشد. برآورد شده است که برای تولید حدود ۱۱ میلیون تن شیر و حدود ۹۰۰ هزار تن گوشت قرمز، برای مثال درسال ۱۴۰۰ حدود سه میلیون تن کمبود علوفه مرغوب وجود دارد. با توجه به وزن مخصوص کم علوفه‌ها و مواد خشبی و عدم امکان واردات آنها از خارج از کشور، بهره‌گیری از ظرفیت‌های داخلی مغفول مانده مانند استفاده از گیاهان شورزیست (به عنوان مواد خشبی تأمین کننده فیبر در نشخوارکنندگان) اهمیت و جایگاه بسیار مهمی دارد. بنابراین ضرورت تغییر نگرش در منابع تأمین علوفه و استفاده از منابع جدید مانند منابع آبی با کیفیت پایین مانند زه‌آب‌ها و آب دریا در تولید برخی گیاهان شورزیست علوفه‌ای با هدف تأمین بخشی از علوفه مورد نیاز کشور اجتناب ناپذیر می‌باشد (Rezaei & Aghashahi, 2017). سالیکورنیا یکی از معدود گیاهان شورزیست می‌باشد که قابلیت رشد با استفاده مستقیم از آب دریا دارد (Glenn *et al*., 1998)، هرچند آستانه تحمل به شوری گیاه در مرحله جوانه‌زنی پایین می‌باشد (Ranjbar & Pirasteh-Anosheh, 2018). البته این محدودیت را می‌توان با روش‌های مختلف تیمار بذر مرتفع و به سبز شدن بذر آن در شرایط استفاده

مستقیم از آب دریا کمک نمود (Ranjbar *et al*., 2019). تولید سالیکورنیا با استفاده از آب دریا سابقه کاشت در برخی مناطق ساحلی دنیا مانند اریتره، مکزیک، امارات متحده عربی و عربستان سعودی دارد (Glenn *et al*., 1998). همچنین ارزیابی کیفیت علوفه شورزی‌های مختلف از جمله سالیکورنیا برای استفاده در ترکیب با سایر گیاهان علوفه‌ای به منظور بهبود تغذیه دام در مطالعات مختلف گزارش شده است (Norman *et al*., 2013; Abdal, 2009). گزارش شده است که علوفه سالیکورنیا به دلیل محتوی پروتئین خام بیش از ۱۰ درصد، منبع مناسبی در ترکیب با سایر گیاهان علوفه‌ای برای تغذیه دام است. اگرچه درصد خاکستر علوفه خشک آن نسبتاً بالا (تا ۵۰ درصد) است، ولی الیاف این گونه قابلیت هضم خوبی دارد (Khoshkholgh Sima *et al*., 2019; Atasoglu *et al*., 2010). ضمن اینکه پس از استخراج روغن، ۷۰ درصد دانه آن کنجاله می‌باشد (Hodges *et al*., 1993) که تا ۴۳ درصد پروتئین دارد و می‌تواند در تغذیه دام مورداستفاده قرار گیرد (Attia *et al*., 1997; Glenn *et al*., 1998). در یک آزمایش مزرعه‌ای در کویت، با کاربرد آب بسیار شور نشان داده شد که می‌توان تا ۲۵ درصد از علوفه سالیکورنیا در ترکیب با یونجه برای تعلیف دام سبک مانند گوسفند استفاده نمود (Abdal, 2009). در مطالعه دیگری بر روی گوسفندان نژاد استرالیایی نیز استفاده از ۲۵ درصد علوفه سالیکورنیا در جیره دام توصیه شده است. برمبنای آزمایش انجام شده در کشور با استفاده از نسبت‌های مختلف علوفه سالیکورنیا در تغذیه گوسفند، بیشترین رشد دام در تیمار حاوی ۱۲/۵ درصد سالیکورنیا مشاهده شده و استفاده از ۱۰۰ درصد سالیکورنیا در جیره به دلیل کاهش رشد، قابل توصیه نبود (Khoshkholgh Sima *et al*., 2020). بطورکلی ارزش غذایی علوفه سالیکورنیا در ابتدای مراحل زایشی گیاه شامل پروتئین خام، خاکستر خام، دیواره سلولی (NDF) به‌ترتیب دارای ۱۴-۱۲، ۵۰-۴۴، ۲۹/۲۴ درصد ماده خشک بوده و نیز انرژی قابل متابولیسم معادل ۱/۷ (مگاکالری بر کیلوگرم) می‌باشد که می‌تواند تا حدود ۳۳ درصد، جایگزین بخش خشبی جیره دام شود (Rezaei & Aghashahi, 2017). از نظر روش‌های مصرف، علوفه و بقایای سالیکورنیا در دام‌های نشخوارکننده هم معمولاً بصورت تازه خوری و علوفه خشک خرده شده توصیه شده است. اگرچه با توجه به مقدار خاکستر بالای سالیکورنیا، پیشنهاد شده است علوفه این گیاه در جیره غذایی دام در ترکیب با علوفه‌های خشبی معمول و کنسانتره مصرف گردد (Glenn *et al*., 1998).

بنابراین با توجه به منابع عظیم آب دریا در نوار ساحلی کشور، به نظر می‌رسد با کاشت این گونه تحت شرایط آبیاری با آب دریا، می‌توان ضمن تولید بخشی از علوفه مورد نیاز، زنجیره تولید محصولات کشاورزی در این نواحی را تکمیل نمود. لذا هدف از این تحقیق معرفی مناسب‌ترین گونه سالیکورنیا از نظر عملکرد کمی و کیفی در نوار ساحلی استان بوشهر بود.

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه ارزش غذایی و مقدار علوفه تولیدی گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا، این تحقیق در ایستگاه تحقیقات شوری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر در ساحل شهر دلوار انجام شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم با گاوآهن برگرداندار، دیسک و تسطیح بود. سپس مزرعه دوباره دیسک زده شد و به شیوه فارویی، جوی و پشته‌هایی با عرض پشته ۳۰ سانتی‌متر و فاصله کف تا کف هر جوی ۴۰ سانتی‌متر تهیه گردید. کاشت گونه بیگلووی (*S. bigelovii*) به همراه چهار اکوتیپ بومی شامل بوشهر (*S. sinus* Akhani *persica*)، ارومیه، گرگان و مرکزی (*S. persica* Akhani *subsp. persica*)، در تاریخ ۱۳ دی ۱۳۹۸ و بر اساس ۲۰ کیلوگرم در هکتار انجام و مزرعه بلافاصله با آب دریا (خلیج فارس) آبیاری شد. قالب طرح مورد استفاده بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در نظر گرفته شود. بافت خاک مزرعه لوم و سیلتی لوم بود. در جدول ۱ ویژگی‌های شیمیایی آب خلیج فارس و در جدول ۲

ویژگی‌های شیمیایی خاک مزرعه قبل از کاشت آورده شده است. آبیاری مزرعه در زمستان هر هفته یک بار و در طول بهار و تابستان به میزان دو نوبت در هفته انجام شد. به منظور اطلاع از میزان شوری خاک مزرعه در زمان‌های مختلف در عمق‌های ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری خاک نمونه خاک تهیه شد. متوسط شوری خاک مزرعه در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک ۲۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ روز پس از کاشت به ترتیب ۴۴/۶، ۵۵/۳ و ۶۰/۱ دسی‌زیمنس بر متر بود. این میزان‌های برای عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متری خاک به ترتیب ۴۴/۳، ۳۷/۸ و ۵۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. در طول فصل رشد و در چهار نوبت کود اوره و هر نوبت به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک و قبل از آبیاری مصرف گردید. در طول فصل رشد هیچ‌گونه آفات و بیماری در مزرعه مشاهده نگردید. نمایی از گونه و اکوتیپ‌های کاشته شده در مزرعه در تاریخ ۱۳۹۹/۰۳/۲۷ در شکل ۱ آورده شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های شیمیایی آب خلیج فارس در ساحل شهر دلوار

Table 1- Some chemical properties of Persian Gulf water in the coast of Delvar city

SAR	(meq l^{-1})								pH	EC ($dS\ m^{-1}$)
	K^+	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	SO_4^{2-}	CL^-	HCO_3^-	CO_3^{2-}		
60.46	-	526.33	127.17	24.39	-	617.45	1.80	-	8.19	60.20

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی خاک مزرعه قبل از کاشت

Table 2- Chemical properties of the field soil before planting

SAR	(meq l^{-1})							pH	Salinity ($dS\ m^{-1}$)	Depth (cm)
	SO42-	HCO3-	CO32-	Cl-	Ca2+	Mg2+	Na+			
31.51	70.96	1.6	0	319.18	92.81	41.08	257.84	7.35	34	0-30
28.31	58.85	1.5	0	335.92	109.55	41.08	245.65	7.38	34.4	30-60

به منظور اطلاع از ارزش غذایی علوفه، قبل از شروع مرحله رشد زایشی در تاریخ ۱۳۹۹/۰۳/۱۷، نمونه گیاهی از شاخساره (قسمت رویشی و سبز) گونه و اکوتیپ‌های مختلف در هر سه تکرار تهیه و پس از خشک شدن به موسسه تحقیقات علوم دامی کشور ارسال گردید. مقادیر درصد خاکستر، پروتئین خام (CP: Crud Protein) و میزان نیتروژن غیر پروتئینی (NPN: Non-Protein Nitrogen) بر اساس روش‌های استاندارد (AOAC. 1990) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF: Acid Detergent Fiber) شامل سلولز و لیگنین؛ الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF: Natural Detergent Fiber) شامل سلولز، همی سلولز و لیگنین؛ و لیگنین قابل هضم در شوینده اسیدی (ADL: Acid Detergent Lignin) مطابق با روش Van Soest و همکاران (۲۰۱۹) اندازه‌گیری شدند.

شکل ۱- نمایی از مزرعه در تاریخ ۱۳۹۹/۰۳/۲۷ (۱- اکوتیپ بوشهر، ۲- اکوتیپ مرکزی، ۳- اکوتیپ ارومیه، ۴- اکوتیپ گرگان، ۵-گونه بیگلووی).

Figure 1- A view of the field on 2020.06.16 (1. Bushehr ecotype; *S. sinus persica* 2- Central Plateau ecotype; *S. persica Akhani subsp. sersica* 3- Urmia ecotype 4- Gorgan ecotype and 5- *S. bigelovii*).

جهت انجام آزمایش تولید گاز ابتدا از ۴ رأس میش نژاد زل غیر آبستن و خشک به وزن ۱/۵±۴۰ که به‌مدت ۴۲ روز با جیره‌های بر پایه علوفه خوراک‌دهی شده بودند، مایع شکمبه گرفته شد. مایع شکمبه قبل از وعده غذایی نوبت صبح جمع آوری و با عبور از پارچه متقال ۴ لایه صاف شده و بلافاصله در داخل فلاسک آب گرم با دمای ۳۹ درجه قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل‌شد. مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم ماده خشک از هر نمونه گیاه سالیکورنیا با ۴۰ میلی‌لیتر مخلوط بافر مطابق با روش Menke و Steingass (۱۹۸۸) 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، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون با استفاده از دستگاه فشارسنج اندازه‌گیری و حجم گاز تولیدی در هر زمان از رابطه Theodorou و همکاران (۱۹۹۴) به‌دست آمد. همچنین با استفاده از حجم گاز تولیدی میزان انرژی قابل متابولیسم با استفاده از فرمول Menke و Steingass (۱۹۸۸) بدست آمد:

$$ME= 2.2+0.136GP+0.057CP+0.0029CP^2$$

در این معادلات ME انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک)، GP تولید گاز مقدار ۲۰۰ میلی گرم نمونهٔ خوراک پس از ۲۴ ساعت و CP مقدار پروتئین خام (گرم به ازای ۱۰۰ گرم ماده خشک) بود.

در پایان فصل رشد و در تاریخ ۱۳۹۹/۰۵/۲۰، به منظور تعیین وزن خشک زیست‌توده مساحت یک متر مربع در هر تکرار از گونه و اکوتیپ‌های مختلف و با رعایت حاشیه به صورت کف‌بر برداشت گردید. با توجه به محتوای بالای آب بافت، نمونه‌ها تا ۹۶ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شد و پس از اطمینان از ثبات وزن خشک، توزین و به عنوان وزن خشک زیست‌توده در نظر قرار گرفت. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج

میزان زیست توده خشک

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ نشان داد که بین گونه و اکوتیپ‌های مورد بررسی نیز از نظر میزان زیست توده خشک اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P<۰/۰۱$). بیشترین میزان زیست توده خشک مربوط به اکوتیپ‌های بوشهر و کمترین آن مربوط به اکوتیپ‌های گرگان و ارومیه بود (شکل ۲). میزان زیست‌توده خشک گونه بیگلووی حدواسط اکوتیپ‌های بومی در این شرایط بود. میزان زیست‌توده خشک تولیدی اکوتیپ‌های بوشهر، مرکزی، ارومیه، گرگان و گونه بیگلووی به ترتیب ۱۸/۲۹، ۱۴/۶۴، ۴/۲۲، ۴/۶۰ و ۶/۷۱ تن در هکتار بود (شکل ۲). بین میزان زیست‌توده خشک اکوتیپ‌های ارومیه و گرگان و اکوتیپ گرگان و گونه بیگلووی اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. بطورکلی تحت شرایط منطقه، میزان زیست‌توده خشک اکوتیپ مرکزی، گونه بیگلووی، اکوتیپ گرگان و اکوتیپ ارومیه به ترتیب به میزان ۲۰، ۶۳، ۷۵ و ۷۷ درصد کمتر از زیست‌توده خشک تولید شده توسط اکوتیپ بوشهر بود (شکل ۲).

جدول ۳- میانگین مربعات مقادیر ارزش غذایی و مقدار وزن خشک گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا تحت آبیاری با آب دریا

Table 3- Mean squares of nutritional value and amount of dry matter of different *Salicornia* species and ecotypes under irrigation with seawater

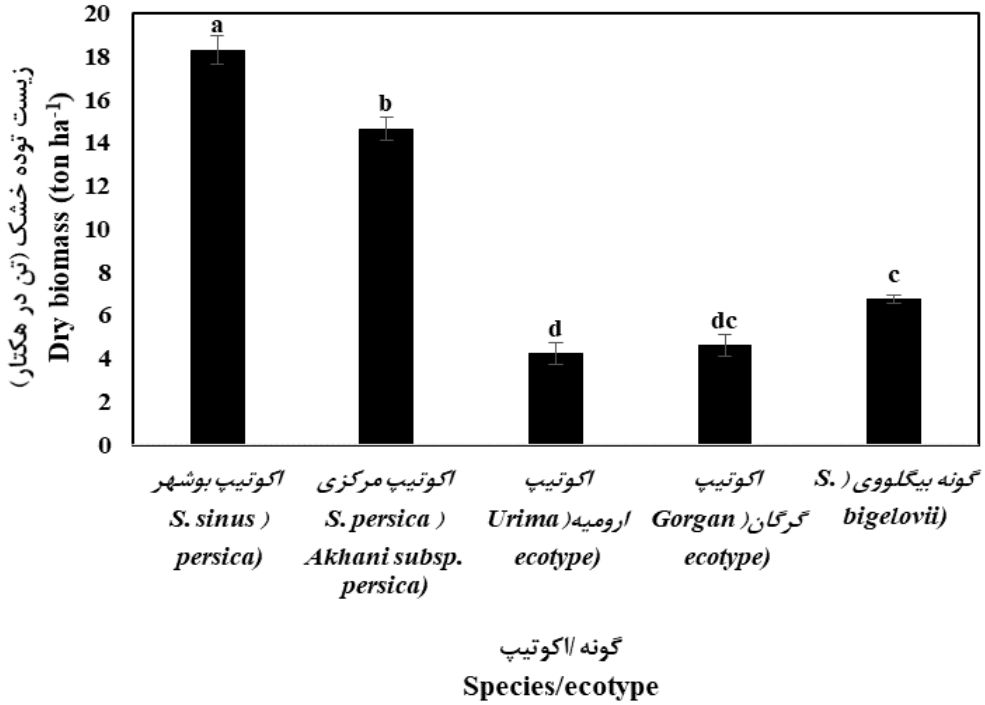
	df	BDW	Ash	CP	NDF	ADF	ADL	NPN	ME
Species	4	1223577.78**	35.95*	1.31^{ns}	35.09*	8.91*	2.03**	1.23*	0.16**
Block	2	2595.72^{ns}	15.56^{ns}	2.32^{ns}	15.25^{ns}	3.09^{ns}	0.01^{ns}	0.21^{ns}	0.12*
Error	8	13553.61	7.75	1.81	6.42	1.54	0.21	0.29	0.02
C.V.	-	12.01	5.66	18.18	11.70	12.30	15.96	14.15	2.42

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد آماری، ns معنی‌دار نیست. BDW: وزن خشک زیست توده؛Ash: خاکستر؛ CP: پروتئین خام؛ADF: الیاف نامحلول در شوینده اسیدی؛ NDF:الیاف نامحلول در شوینده خنثی؛ADL: لیگنین قابل هضم در شوینده اسیدی؛NPN: میزان نیتروژن غیر پروتئینی؛ ME: انرژی قابل متابولیسم

* and ** Statistically significant at 5% and 1% levels, respectively. ns is not significant. BDW: Biomass Dry Weight; Ash; CP: Crud Protein; ADF: Acid Detergent Fiber; NDF: Natural Detergent Fiber; ADL: Acid Detergent Lignin; NPN: Non-Protein Nitrogen; ME: Metabolizable Energy

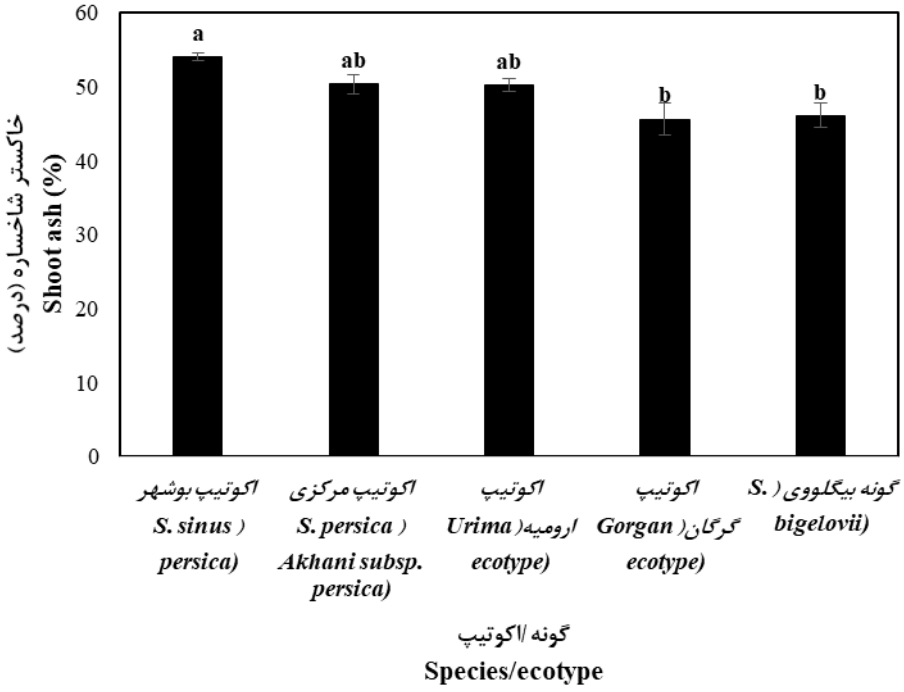
ارزش غذایی علوفه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ بین گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا از نظر میزان خاکستر شاخساره تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P<۰/۰۵$). بیشترین میزان خاکستر به میزان ۵۴٪ ماده خشک مربوط به اکوتیپ بوشهر بود (شکل ۳). اگرچه بین میزان خاکستر گونه بیگلووی با اکوتیپ گرگان تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. میزان خاکستر شاخساره گونه بیگلووی ۴۶ درصد بود (شکل ۳).



شکل ۲- مقایسه میانگین زیست‌توده خشک گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا تحت آبیاری با آب دریا

Figure 2- Mean comparison of dry biomass of different *Salicornia* species and ecotypes under irrigation with seawater



شکل ۳- مقایسه میزان خاکستر گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا

Figure 3- Comparison of ash content of different *Salicornia* species and ecotypes

نتایج همچنین نشان داد که بین گونه و اکوتیپ‌های مورد مطالعه سالیکورنیا تفاوت معنی‌داری از نظر میزان پروتئین خام شاخساره وجود نداشت (جدول ۳). میزان پروتئین خام شاخساره بین ۶/۹ در اکوتیپ مرکزی تا ۸/۶ در اکوتیپ بوشهر متفاوت بود (جدول ۴). بین گونه و اکوتیپ‌های مختلف مورد آزمایش از نظر الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشت (جدول ۳). بیشترین و کمترین میزان شاخص‌های کیفی NDF و ADF به‌ترتیب مربوط به اکوتیپ‌های گرگان و بوشهر بود (جدول ۴). اگرچه بین مقادیر NDF و ADF اکوتیپ گرگان با اکوتیپ ارومیه و گونه بیگلووی تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. بطورکلی مقادیر NDF و ADF به ترتیب برای گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا آبیاری شده با آب دریا بین ۱۷/۴ تا ۲۶/۶ و ۷/۸۷ تا ۱۲/۳۳ درصد متفاوت بود ($P<۰/۰۵$) (جدول ۴). بیشترین میزان ADL با ۴/۲۷ درصد مربوط به اکوتیپ گرگان بود که به میزان معنی‌داری بیشتر از سایر گونه و اکوتیپ‌ها بود (جدول ۴). دامنه میزان ADL گونه بیگلووی و اکوتیپ‌های بوشهر، مرکزی و ارومیه بین ۲/۳۳ تا ۳/۰۰ درصد بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($P>۰/۰۵$).

همچنین نتایج نشان داد که بین مقادیر نیتروژن غیر پروتئینی (NPN) گونه و اکوتیپ‌های سالیکورنیا آبیاری شده با آب دریا تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P<۰/۰۵$) (جدول ۳). بیشترین میزان NPN با مقدار ۴/۸۷ درصد مربوط به اکوتیپ بوشهر بود (جدول ۴). دامنه میزان NPN گونه بیگلووی و اکوتیپ‌های گرگان، مرکزی و ارومیه بین ۳/۳۳ تا ۳/۷۱ درصد بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($P>۰/۰۵$).

جدول ۴- مقایسه ارزش غذایی علوفه گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا

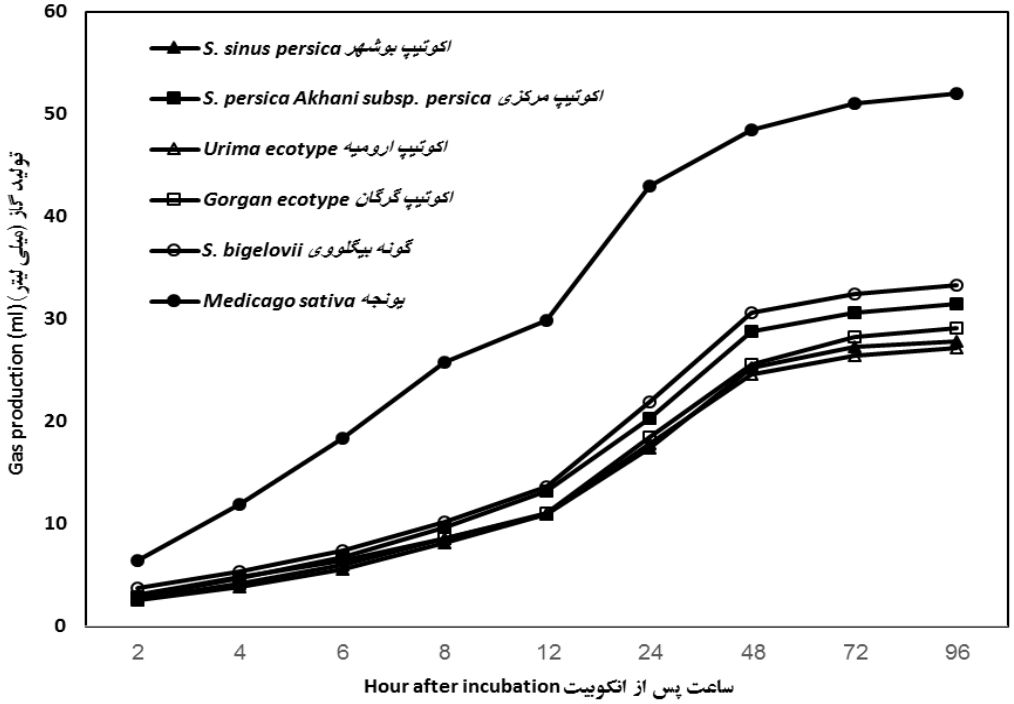
Table 4- Comparison of fodder nutritional value of different *Salicornia* species and ecotypes

Species/Ecotype	CP	NDF	ADF	ADL	NPN	ME
	% dry matter					MJ kg^{-1} of) (dry matter
Bushehr ecotype	8.55±0.95a	17.40±0.75c	7.87±0.39c	2.33±0.10b	4.87±0.38a	5.26±0.08bc
Central Plateau eco.	6.94±0.41a	19.88±1.01bc	9.20±0.37bc	2.47±0.14b	3.64±0.12b	5.50±0.08ab
Gorgan eco.	7.34±0.98a	26.60±2.36a	12.33±0.91a	4.27±0.23a	3.71±0.35b	5.31±0.11bc
Urima eco.	7.15±0.19a	22.67±0.99ab	11.13±0.39ab	3.00±0.24b	3.43±0.05b	5.74±0.12a
S. bigelovii	7.02±0.15a	21.73±0.96abc	9.93±0.87abc	2.33±0.19b	3.22±0.04b	5.17±0.02c

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار با هم ندارند (دانکن، ۵٪). CP: پروتئین خام؛ ADF:الیاف نامحلول در شوینده اسیدی؛ NDF:الیاف نامحلول در شوینده خنثی؛ ADL:لیگنین قابل هضم در شوینده اسیدی؛ NPN: میزان نیتروژن غیر پروتئینی؛ ME: انرژی قابل متابولیسم

In each column, the averages with the same letters do not have a significant difference. CP: Crud Protein; ADF: Acid Detergent Fiber; NDF: Natural Detergent Fiber; ADL: Acid Detergent Lignin; NPN: Non-Protein Nitrogen; ME: Metabolizable Energy

انرژی قابل متابولیسم بین ۵/۱۷ تا ۵/۷۴ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک گونه‌های مورد مطالعه برآورد شد که کم‌ترین آن متعلق به گونه بیگلوی بود. اکوتیپ ارومیه نیز انرژی بالاتری نسبت به بقیه داشت. شکل ۴ روند تولید گاز (میلی‌لیتر) نمونه‌های گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا در ساعات مختلف در مقایسه با یونجه را نشان می‌دهد. اگرچه در مقایسه با یونجه این روند در گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا به میزان چشمگیری در ساعات مختلف کمتر بود، اما در بین گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا، بیشترین و کمترین تولید گاز به ترتیب مربوط گونه بیگلووی و اکوتیپ ارومیه بود.



شکل ۴- مقدار تولید گاز نمونه‌های گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا در ساعت‌های مختلف انکوباسیون در مقایسه با یونجه

Figure 4- Rate of gas production of different *Salicornia* species and ecotypes during incubation times compared to alfalfa

بحث

بررسی پژوهش‌های مختلف انجام شده بر روی سالیکورنیا در نقاط مختلف دنیا نشان می‌دهد که این گیاه بسته نوع گونه، شرایط اقلیمی، شوری آب و کیفیت بافت و ساختمان خاک میزان زیست‌توده خشک متفاوتی از ۱۰ تا ۲۵ تن در هکتار تولید می‌کند (Ranjbar & Pirasteh-Anosheh, 2020). در مطالعه مشابهی در منطقه Raz Al Zawr عربستان و در یک مزرعه تولیدی سالیکورنیا تحت شرایط آبیاری با آب خلیج فارس (در حدود ۶۰ دسی‌زیمنس بر متر)، تولید این گیاه ۱۰ تن ماده خشک در هکتار گزارش شده است (Brown *et al*., 2014). نتایج یک دوره پنج ساله توسعه تجاری سالیکورنیا در برخی مناطق مکزیک نیز نشان داد که تحت شرایط استفاده از آب دریا با غلظت mg/l ۳۸۰۰۰–۴۲۰۰۰، گیاه قادر است بین ۱۳ تا ۲۵ تن زیست‌توده خشک تولید نماید (Glenn *et al*., 1991). البته با افزایش شوری آب آبیاری میزان عملکرد گیاه کاهش می‌یابد. برای مثال میزان زیست‌توده تولیدی سالیکورنیا زمانیکه با آب دریا با غلظت ppt ۳۵ آبیاری می‌گردد در مقایسه با آب با غلظت نمک کلرید سدیم ppt ۱۰ به میزان ۴۰ درصد کاهش می‌یابد (Zerai *et al*., 2010). در مطالعه دیگر بر روی اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا در کویت نشان داده شد که این گیاه در شرایط استفاده از آب شور چاه با غلظت ۳۴۰۰۰–۳۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، می‌تواند عملکرد ماده خشکی در حدود ۲۷ تن در هکتار تولید نماید (Abdal, 2009). همچنین در قسمت غربی ایالات‌متحده نیز نشان داده شده است که با کاشت گونه *S. bigelovii* در یک خاک با بافت و ساختمان مطلوب، می‌توان با شوری آب زهکش ۲۹ دسی‌زیمنس برمتر عملکردی در حدود ۱۵ تن در هکتار ماده خشک برداشت نمود (Benes *et al*., 2005). در منطقه کاراتاس ترکیه نیز بر روی گونه *S. europaea* گزارش شد که در منطقه حفاظت شده با شوری آب ۴۲ دسی‌زیمنس برمتر

عملکرد زیست‌توده تر و خشک گیاه به ترتیب برابر با ۱۳ و ۵ تن در هکتار بود. همچنین عملکرد زیست‌توده تر و خشک در منطقه دیگر با شوری آب ۷۰ دسی زیمنس برمتر به ترتیب معادل ۶ و ۳ تن در هکتار به دست آمد (Yucel *et al*., 2017). در استان یزد و تحت شرایط آبیاری با آب شور ۱۷ دسی‌زیمنس برمتر، گونه‌های سالیکورنیا به طور متوسط قادر به تولید ۲۷ تن در هکتار زیست‌توده خشک می‌باشند (Ranjbar *et al*., 2021). نتایج این تحقیق نشان داد که میزان خاکستر سالیکورنیا آبیاری شده با آب دریا نسبتاً بالا می‌باشد. نتایج مشابهی از نظر میزان خاکستر بر روی این گیاه گزارش شده است. در آزمایش Grattan و همکاران (۲۰۰۸) میزان خاکستر زیست‌توده گونه *S. bigelovii* آبیاری شده باکیفیت‌های مختلف آب بین ۳۷ تا ۴۵ درصد متفاوت بود. O'Leary و همکاران (۱۹۸۵) میزان خاکستر گونه *S. europaea* آبیاری شده با آب دریا را ۴۱/۳ درصد گزارش نموده است. آنچه مسلم است گیاه سالیکورنیا به عنوان یک شورزیست اجباری، با هدف تنظیم اسمزی به تجمع نمک در بافت خود پرداخته و با این روش و از طریق ایجاد ساقه‌های آبدار، ضمن حفظ آماس، جذب آب در شرایط بسیار شور را انجام می‌دهد (Khan et al., 2001). معمولاً گیاه این عمل را با جذب عناصری مانند سدیم و کلر به‌عنوان دو کاتیون و آنیون غالب خاک‌های شور انجام می‌دهد (Grattan et al., 2008). به‌همین خاطر افزایش خاکستر در بافت گیاه دور از انتظار نمی‌باشد. اگرچه تحت شرایط این مطالعه بین میزان پروتئین علوفه گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا تفاوت معنی‌دار وجود نداشت، نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که میزان پروتئین خام بسته به نوع رقم (Erickson, 1981)، نسبت برگ به ساقه و دوره رشد (Tabatabaei *et al*., 1997) متفاوت می‌باشد. درصد پروتئین شاخساره گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا مورد آزمایش تحت شرایط آبیاری با آب دریا مشابه درصد پروتئین کاه برخی ارقام جو (۹/۳۰ تا ۹/۰ درصد)، یولاف (۹/۱ تا ۷/۱ درصد) و کاه گندم (۲/۴ تا ۵/۹ درصد) (Erickson, 1981)، علف مرغ (کمتر از ۹٪) (Abbasi *et al*., 2015) و ذرت سیلو شده (۹ درصد) بود. اگرچه در آزمایش Holguin Peña و همکاران (۲۰۲۰)، میزان پروتئین گونه *S. bigelovii* بطور متوسط ۱۳ درصد ذکر شده است. لازم به ذکر است درصد پروتئین خام علوفه خشک یونجه بین ۱۳/۵ تا ۲۵/۶ گزارش شده است (Bengtsson & Larsson, 1984; Aghaziarati Farahani *et al*., 2013). البته بالا بودن درصد پروتئین در یونجه ارتباط مستقیم با نسبت برگ به ساقه دارد، چراکه برگ گیاهان علوفه‌های نسبت به ساقه آنها دارای انرژی قابل هضم، پروتئین و سایر مواد مغذی بیشتری بوده و الیاف خام کمتری دارند. بنابراین ارزش غذایی برگ نسبت به ساقه بیشتر است (Tabatabaei *et al*., 1997). برگ اندامی است که در سالیکورنیا معمولاً به صورت حقیقی و کاملاً توسعه یافته وجود ندارد و معمولاً شاخساره گیاه، ساقه‌های آبدار می‌باشد (Glenn *et al*., 1998). علاوه بر میزان پروتئین خام، در دهه‌های اخیر شاخص‌های دیگری مانند NDF، ADF و ADL، به عنوان معیار الیافی بودن ماده خوراکی در تغذیه نشخوارکنندگان مورد نظر قرار گرفته است. لازم به ذکر است مقادیر این شاخص‌های کیفی بسته به مرحله رشد، نوع رقم و گونه گیاه علوفه‌ای متفاوت می‌باشد (Abbasi *et al*., 2015). برای مثال با اینکه مقدار NDF یونجه خشک و ذرت سیلو شده در حدود ۴۵ درصد می‌باشد، برخی مطالعات این مقدار را برای یونجه خشک بین ۵۲ درصد (Kahyani *et al*., 2018) تا ۴۰ درصد و برای سیلاژ ذرت ۵۲/۷۳ درصد (Aghaziarati Farahani *et al*., 2013) گزارش کرده‌اند. بطورکلی بالا بودن لیگنین باعث کاهش قابلیت هضم علوفه می‌گردد (Abbasi *et al*., 2015). بر اساس نتایج این تحقیق مقادیر NDF، ADF و ADL گونه و اکوتیپ‌های سالیکورنیا بسیار کمتر از مقادیر گزارش شده در ذرت سیلویی و یونجه خشک می‌باشد. برای مثال مقادیر ADL گونه و اکوتیپ‌های سالیکورنیا اگرچه تقریباً کمتر از مقدار گزارش شده برای ذرت سیلویی (۳/۹ درصد) بود، ولی به میزان قابل توجهی کمتر از یونجه (۹/۵ درصد) و کاه گندم (۸/۴ درصد) بود (Kahyani *et al*., 2018). گزارش

شده است که سالیکورنیا در مقایسه با آتریپلکس دارای میزان پایین‌تری از لیگنین در واحد فیبر خام است، لذا قابلیت هضم علوفه این گیاه بالاست (KhoshKholgh Sima *et al.*, 2020). در یک مطالعه بر روی تعیین ارزش تغذیه‌ای سالیکورنیا، Holguin Peña و همکاران (۲۰۲۰) با جمع‌آوری گیاهان گونه *S. bigelovii* در عرصه‌های طبیعی منطقه Puerto Peñasco, Sonora مکزیک، بدون اشاره به میزان شوری آب و خاک محیط، مقادیر ADF و NDF را برای گیاه به ترتیب ۲۸/۴ و ۵۴/۱ درصد ماده خشک گزارش کردند. یکی دیگر از معیارهای ارزش غذایی، مقدار انرژی قابل متابولیسم علوفه می‌باشد.Menke و Steingass (۱۹۸۸) گزارش کردند بین برآورد انرژی قابل متابولیسم، گاز ساعت ۲۴ و میزان پروتئین رابطه مستقیمی وجود دارد. در آزمایش حاضر نیز گونه‌های ارومیه و مرکزی میزان گاز ساعت ۲۴ با پروتئین نسبتاً بالایی داشتند. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که در مقایسه با یونجه تولید گاز در گونه و اکوتیپ‌های مختلف سالیکورنیا به مراتب کمتر می‌باشد. علت کاهش تولید گاز گیاه سالیکورنیا نسبت به یونجه احتمالاً به علت وجود ماده ضد تغذیه‌ای تانن (حدود ۰/۶۴ درصد) در گیاه سالیکورنیا است (Sadeghi *et al.*, 2020). تانن‌ها می‌توانند از طریق باند شدن با پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها بوسیله پیوندهای هیدروفوبی و هیدروژنی و هم‌چنین تأثیر بر میکروارگانیسم‌های شکمبه (Mcsweeny *et al.*, 2001) میزان تولید گاز را کاهش دهند. از طرف دیگر سالیکورنیا کربوهیدرات‌های ساختمانی کمتری نسبت به یونجه دارد و به همین خاطر گاز کمتری تولید کرده است. این بدین خاطر است که بخش مهمی از گازهای شکمبه را متان تشکیل می‌دهد که به‌طور عمده حاصل تجزیه کربوهیدرات‌های ساختمانی است (Tavendale *et al.*, 2005).

آنچه مسلم است سالیکورنیا یکی از معدود گیاهانی است که قابلیت تولید با آب دریا را دارد. بنابراین با توجه به وجود منابع عظیم آب دریا در کشور، می‌توان با توسعه کاشت گیاه در نوار ساحلی ضمن تولید بخشی از علوفه مورد نیاز دام، زنجیره تولید محصولات کشاورزی را در این مناطق تکمیل نمود. نتایج این تحقیق نشان داد که با در نظر گرفتن مقادیر ارزش غذایی و پتانسیل قابل توجه تولید علوفه، کاشت اکوتیپ بوشهر (*Salicornia sinus persica* Akhani) می‌تواند به منظور تأمین بخشی از علوفه مورد نیاز دام در نوار ساحلی جنوب پیشنهاد گردد. البته به‌خاطر خاکستر نسبتاً زیاد گیاه، تنها بخشی از جیره دام می‌تواند به مصرف این گیاه اختصاص یابد. بنابراین لازم است به منظور استفاده کارآمد از علوفه این گیاه در تغذیه دام، میزان مصرف آن در جیره و با حضور دام سبک و سنگین مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

اعتبار این مطالعه توسط دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین (ع) طی قرارداد شماره ۱۸۰/۴۴/۳۰۱۰/س تأمین شده است. نگارندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از مدیریت محترم آن مجموعه قدردانی و سپاسگزاری نمایند.

منابع مورد استفاده

- Abbasi, A., Fazaeli, H., Zahedifar, M., Mirhadi, S.A., Gerami, A., Teimournejad, N. and Alavi, S.M., 2015. Tables of chemical composition of Iranian livestock and poultry feed sources. Animal Science Research Institute of IRAN (ASRI). Agricultural Research, Education and Extension Organization (In Persian).
- Abdal, M.S., 2009. Salicornia production in Kuwait. World Applied Science Journal, 6(8): 1033-1038.
- Aghaziarati Farahani, N., Amanlou, H., Mansouri, H., Mirzaei, H.R. and Mostafa Tehrani, A., 2013. Effect of replacing alfalfa hay with alfalfa silage in high performance dairy cattle diets. Iranian Journal of Animal Science Research, 5(4): 335-343. (In Persian with English summary). DOI: 10.22067/ijasr.V5I4.33865.
- AOAC., 1990. Official methods of analysis, 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Atasoglu, C., Şahin, S., Canbolat, O., and Baytekin,

bigelovii (Torr.) as animal supplement in goat in Sonora Desert, Mexico. Iranian Journal of Applied Animal Science, 10(1): 75-79.
- Kahyani, A., Ghorbani, G.R., Alikhani, M., Ghasemi, E., Sadeghi-Sefidmazgi, A. and Nasrollahi, S.M., 2018. Determination of indigestible neutral detergent fiber and other newly identified parameters of fiber digestibility in fibrous feedstuffs of a dairy farm. Animal Production, 20(3): 425-435. (In Persian with English summary).
- Khan, M.A., Gul, B. and Weber, D.J., 2001. Effect of salinity on the growth and ion content of *Salicornia rubra*. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 32(17-18): 2965-2977. DOI: doi.org/10.1081/CSS-120000975
- Khoshkholgh Sima, N.A., Reiahi Samani, N., Ebadi, A. and Ghaffari, M.R., 2019. Effects of calcium and phosphorus enrichment on yield and physiological characteristics of *Salicornia persica* under different salinity levels. Journal of Plant Nutrition, 42(9): 971-981. DOI: https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1567768
- KhoshKholgh Sima, N.A., Ebadi, A., RiahiSamani, N. and Rohani, B.D., 2020. Salicornia; Uses, Economic Potentials, Cultivation and Exploitation. Agricultural Education Press. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Registration No. 16-99K. (In Persian).
- Mcsweeny, C.S., Palmer, B., McNeill, D.M. and Krause, D.O., 2001. Microbial interaction with tannin: nutritional consequences for ruminants. Animal Feed Science and Technology, 91:83-93. DOI: https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00232-2.
- Menke, K.H. and Steingass, H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. Animal Research and Development, 28: 7–55.
- Norman, H.C., Masters, D.G. and Barrett-Lennard, E.G., 2013. Halophytes as forages in saline landscapes: interactions between plant genotype and environment change their feeding value to ruminants. Environmental and Experimental Botany, 92: 96-109. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.07.003.
- O'Leary, J.W., Glenn, E.P. and Watson, M.C., 1985. Agricultural production of halophytes irrigated with seawater. Plant and Soil, 89: 311-321.
- Ranjbar, G.H., Dehghani, F. AlaEddini, A., Soltani Gerdfaramarzi, V. and Keshtkar, S., 2021. Yield Evaluation of Some *Salicornia* Species and Ecotypes Irrigated with Seawater and Groundwater. Journal of Water Research in Agriculture, 35(2): H., 2010. The effect of harvest stage on the potential nutritive value of kermes oak (*Quercus coccifera*) leaves. Livestock Research for Rural Development, 22(2): 182-185.
- Attia, F.M., Alsobayel, A.A., Kraidees, M.S., Al-Saiady, M.Y., and Bayoumi, M.S., 1997. Nutrient composition and feeding value of *Salicornia bigelovii* Torr. Meal in broiler diets. Animal Feed Science and Technology, 65: 257-263. DOI: https://doi.org/10.1016/S0377-8401(96)01074-7.
- Benes, S.E., Grattan, S.R., and Robinson, P.H., 2005. Cultivation of halophytes to reduce drainage volumes on the Westside San Joaquin Valley of California. Final report to the California State University Agricultural Research Initiative (ARI). Project #00-1-003.18 Oct.2005.Available at http://ari.calstate.edu/research/pdf/00-1-003/ FinalReport-00-1-003.pdf.
- Bengtsson, S. and Larsson, K., 1984. Prediction of the nutritive value of forages by Near Infrared Reflectance Photometery. Journal of the Science of Food and Agriculture, 35(9): 951-958.
- Brown, J.J., Glenn, E.P., and Smith, S.E., 2014. Feasibility of Halophyte Domestication for High-Salinity Agriculture. In: M.A. Khan et al. (eds.), *Sabkha Ecosystems: Volume IV: Cash Crop Halophyte and Biodiversity* 73 *Conservation*, Tasks for Vegetation Science 47. DOI: 10.1007/978-94-007-7411-7-5.
- Erickson, S., 1981. Nutritive value of cereal straw. Agriculture and Environment, 6: 257–260. DOI: https://doi.org/10.1016/0304-1131(81)90015-1.
- Glenn, E.P., Brown, J., and O'Leary, J.W., 1998. Irrigating crops with seawater. Scientific American, 279: 76–81.
- Glenn, E.P., Oleary, J.W., Watson, M.C., Thompson, T.L. and Kuehl. R.O., 1991. *Salicornia bigelovii* Torr. an oilseed halophyte for seawater irrigation. Science, 251: 1065–1067. DOI: 10.1126/science.251.4997.1065.
- Grattan, S.R., Benes, S.E., Peters, D.W., and Diaz, F., 2008. Feasibility of irrigating pickleweed (*Salicornia bigelovii* Torr) with hyper-saline drainage water. Journal of Environmental Quality. 37: 149-156. DOI: 10.2134/jeq2007.0450.
- Hodges, C.N., Thompson, T.L., Riley, J.J. and Glenn, E.P., 1993. Reversing the flow: water and nutrients from the sea to the land. Ambio, 22: 483-490.
- Holguin Peña, R.J., López Corona, B.E., Celaya Michel, H., Vargas López, J.M., Rodríguez Félix, F., Ramírez Campas, U., Ortega-García, J. and Rueda Puente, E.O., 2020. Effect of halophyte *Salicornia*

187-199. (In Persian with English summary). DOI: https://doi.org/10.22092/jwra.2021.354947.875.
- Ranjbar, G.H., Dehghany, F., Pirasteh-Anosheh, H. and Banakar, M.H., 2019. Improving salt tolerance threshold of *Salicornia bigelovii* at germination stage using gibberellic acid pretreatment at different levels of seawater salinity. Iranian Journal of Range and Desert Research. 26: 62-72. (In Persian with English Summary). DOI: https://doi.org/10.22092/ijrdr.2019.119327.
- Ranjbar, G.H. and Pirasteh-Anosheh, H., 2020. Investigating the production of salicornia forage in different parts of the world and the factors affecting it. p. 1095-1102. In: Pirasteh-Anosheh, H. (edit.), Proceedings of the 2nd International Conference on Haloculture, July 15, 2020. Tehran, Iran. (In Persian).
- Ranjbar, G.H. and Pirasteh-Anosheh. H., 2018. Determination the threshold of salinity tolerance in Salicornia species using Persian Gulf water. Arid Biome. 8, 103-112. (In Persian with English Summary). DOI: 10.29252/aridbiom.2019.1408
- Rezaei, M. and Aqashahi, A.R., 2017. Nutritional strategies in the use of halophytes as animal feed. Key lecture series of The First National Haloculture Conference. 22-23 November, Yazd. Iran. (In Persian).
- Sadeghi, M.H., Sari, M., Mohammad Abadi, T. and Rezai, M., 2020. Determination of nutritional value, gas production and degradability of *Salicornia europaea*, *Suaeda aegyptiaca* and *Halocnemum strobilaceum* in sheep. Journal of Animal Environment, 12(3): 21-33. (In Persian with English Summary). DOI: 10.22034/aej.2020.110147
- Tabatabaei, M.M., Moeir, A.H., Fazaeli, H., Hossein Nejad, M., Arabi, H.A., Maleki, M. and Rostami, A., 1997. Determining the nutritional value of alfalfa in different growth periods. Final Report of Research Project. Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Hamadan Province. (In Persian).
- Tavendale, M.H., Meagher L.P., Pacheco D., Walker N., Attwood G.T. and Sivakumaram S., 2005. Methane production from in vitro rumen incubations with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. Animal Feed Science and Technology, 124: 403- 419. DOI: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.04.037.
- Theodorou, M.K., Williams B.A., Dhanoa M.S., McAllan A.B. and France J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feedstuffs. Animal Feed Science and Technology, 48: 185–197. DOI: https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90171-6.
- Van Soest, P.J., 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: 3583-3597. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.
- Yucel, C., Farhan, M., Khairo, A., Ozer, G., Cetin, M., Ortas, I. and Islam, K., 2017. Evaluating Salicornia as a potential forage crop to remediate high groundwater-table saline soil under continental climates. International Journal of Plant and Soil Science, 16: 1-10. DOI: 10.9734/IJPSS/2017/33833.
- Zerai, D.B., Glenn, E.P., Chatervedi, R., Zhongjin, L., Mamood, A.N., Nelson, S.G. and Ray, D.T., 2010. Potential for the improvement of *Salicornia bigelovii* through selective breeding. Ecological Engineering, 36: 730-739. DOI: https://doi.org/10.1016/J.ecoleng.2010.01.002.