

ارزیابی عملکرد و کیفیت تغذیه‌ای

اکسشن‌های شبدر توت‌فرنگی (*Trifolium fragiferum* L) در ایران

• نادیا کمالی (نویسنده مسئول)^۱، مرتضی خداقلی^۲، حمید سیروسی^۲، احمد صادقی‌پور^۳، فاطمه احمدلو^۴

- ۱- دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
- ۲- استاد پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
- ۳- دانش‌آموخته دکتری مرتعداری دانشگاه گرگان.
- ۴- دانشیار گروه مدیریت مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
- ۵- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: خرداد ۱۴۰۴ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۴۰۴

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۲۱۴۴۷۸۷۲۸۲

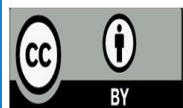
Email: kamalinadia1982@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2026.372078.2540

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی عملکرد علوفه و کیفیت تغذیه‌ای نه اکسشن شبدر توت‌فرنگی (*Trifolium fragiferum* L) در شرایط مزرعه‌ای ایران انجام شد. آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی البرز با آماده‌سازی خاک، کشت ردیفی، آبیاری قطره‌ای و کوددهی پایه (۲۰۰ کیلوگرم فسفره و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) اجرا شد. صفات عملکرد علوفه تر و خشک و شاخص‌های کیفیت علوفه (NDF, CF, ASH, ADF, WSC, DMD, CP)، (P, Ca) اندازه‌گیری و با آزمون دانکن مقایسه شدند. نتایج نشان داد اکسشن ۳۰۵ (اصفهان) با تولید ۱۱/۴۰۲ و ۱۰/۲۴۰ کیلوگرم در هکتار علوفه تر و خشک، برترین عملکرد علوفه را داشت. از نظر کیفیت علوفه، اکسشن ۳۰۶ (تبریز) با بیشینه قابلیت هضم ماده خشک (۷۲/۱۹ درصد) و کمینه فیبر ADF (۱۸/۱۶ درصد) بالاترین ارزش تغذیه‌ای را ارائه کرد، مقدار پروتئین خام در اکسشن‌ها از ۱۲/۲۱ درصد (اکسشن ۳۰۳، استرالیا) تا ۱۹/۱۴ درصد (اکسشن ۳۰۶، تبریز) متغیر بود (میانگین ۱۴/۹۵ درصد). قابلیت هضم ماده خشک (DMD) دامنه وسیعی از ۵۳/۹۴ درصد (اکسشن ۳۰۱) تا ۷۴/۱۹ درصد (اکسشن ۳۰۶) نشان داد. هیچ اکسشنی در همه صفات برتر مطلق نیست و انتخاب باید بر اساس هدف نهایی انجام شود. تنوع عملکردی معنی‌دار بین اکسشن‌های شبدر توت‌فرنگی از نظر میزان تولید و کیفیت علوفه، پتانسیل بالای این گونه را برای اصلاح نباتات نشان می‌دهد. شناسایی اکسشن‌های پرمحصول با کیفیت مطلوب، بهره‌وری تولید علوفه را افزایش داده و وابستگی به نهاده‌های پرهزینه را کاهش می‌دهد. با توجه به سازگاری این گونه با تنش‌هایی مانند شوری و رطوبت بالا، نتایج مطالعه مبنای انتخاب مناسب برای مناطق مختلف ایران است. استفاده از اکسشن‌های برتر، قابلیت هضم، سلامت دام و کارایی تبدیل خوراک را بهبود می‌بخشد. از دیدگاه کشاورزی پایدار، لگوم‌های تثبیت‌کننده نیتروژن با ارزش تغذیه‌ای بالا در کاهش مصرف کودهای شیمیایی و حفظ خاک اهمیت دارند. این تحقیق گامی مؤثر در توسعه کشت شبدر توت‌فرنگی به عنوان علوفه‌ای ارزشمند و سازگار با اقلیم ایران و تأمین داده‌های علمی برای پژوهش‌های تکمیلی و برنامه‌های اصلاحی آتی است.

واژه‌های کلیدی: شبدر توت‌فرنگی؛ کیفیت علوفه؛ تنوع ژنتیکی؛ مرتع.



Research Journal of Livestock Science No 151 pp: 131-146**Evaluation of Yield and Nutritional Quality of Strawberry Clover (*Trifolium fragiferum* L.) Accessions in Iran**

By: Nadia Kamali^{*1}, Morteza Khodagholi², Hamid Siroosi³, Ahmad Sadeghipour⁴, Fateme Ahmadloo⁵

1: Associate Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

2: Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

3: PhD Graduate in Rangeland management, Gorgan University.

4: Associate professor, Desert Studies Faculty, Semnan University, Semnan, Iran.

5: Assistant Professor, Research Institute of Forests and rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: June 2025

Accepted: September 2025

This study was conducted to evaluate the forage yield and nutritional quality of nine strawberry clover (*Trifolium fragiferum* L.) accessions under field conditions in Iran. The experiment was carried out at the Alborz Research Station, involving soil preparation, row planting, drip irrigation, and base fertilization (200 kg ha⁻¹ of phosphate and 100 kg ha⁻¹ of nitrogen). Traits measured included fresh and dry forage yield as well as forage quality indices (CP, DMD, WSC, ADF, ASH, CF, NDF, Ca, P), which were compared using Duncan's test. Results showed that accession 305 (Isfahan) produced the highest forage yield, with 11,402 and 10,240 kg ha⁻¹ of fresh and dry matter, respectively. In terms of forage quality, accession 306 (Tabriz) exhibited the highest nutritional value, with maximum dry matter digestibility (72.19%) and minimum ADF content (18.16%). Crude protein content ranged from 12.21% (accession 303, Australia) to 19.14% (accession 306, Tabriz), with a mean of 14.95%. Dry matter digestibility (DMD) showed a wide range, from 53.94% (accession 301) to 74.19% (accession 306). No single accession was superior in all traits, and selection should be based on the specific end-use objective. The significant variation in forage yield and quality among strawberry clover accessions highlights the high potential of this species for plant breeding programs. Identification of high-yielding accessions with desirable quality traits can enhance forage production efficiency and reduce dependence on costly inputs. Given the species' adaptability to stresses such as salinity and high soil moisture, the results provide a basis for selecting suitable accessions for different regions of Iran. Utilization of superior accessions can improve digestibility, animal health, and feed conversion efficiency. From a sustainable agriculture perspective, nitrogen-fixing legumes with high nutritional value play an important role in reducing chemical fertilizer use and preserving soil health. This research is an effective step toward developing strawberry clover cultivation as a valuable forage crop adapted to Iran's climate, and provides essential scientific data for future complementary studies and breeding programs.

Key words: Strawberry clover (*Trifolium fragiferum* L.), forage quality, genetic diversity, rangeland

مقدمه

راستا، کشت گیاهان علوفه‌ای نه تنها راهکاری برای جبران کمبود خوراک دام در مراتع طبیعی و دامداری‌های صنعتی است، بلکه با کاهش فشار چرا بر اکوسیستم‌های مرتعی، نقشی محوری در حفظ

افزایش مستمر اکسشن جهان و پیامد آن، رشد تقاضا برای محصولات دامی، اهمیت سامانه‌های تولید علوفه را به عنوان بخشی حیاتی از زنجیره تأمین امنیت غذایی برجسته ساخته است. در این

اهمیت اقتصادی و کشاورزی شبدرها به‌ویژه در قالب گونه‌های علوفه‌ای کلیدی مانند شبدر قرمز (*Trifolium pratense*)، شبدر سفید (*Trifolium repens*)، شبدر هیبرید (*Trifolium hybridum*) و شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum*) تجلی می‌یابد. این گیاهان به دلیل توانایی برقراری همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در ریشه، نقش بی‌بدیلی در حاصلخیزی خاک و کشاورزی پایدار ایفا می‌کنند. آن‌ها با تثبیت نیتروژن اتمسفری، نیاز به کودهای شیمیایی نیتروژنه را کاهش داده و به‌عنوان کود سبز در تناوب زراعی موجب بهبود ساختار خاک و کنترل علف‌های هرز می‌شوند (Greveniotis و همکاران، ۲۰۲۵).

شبدر توت‌فرنگی (*Trifolium fragiferum* L.) به‌عنوان یکی از گیاهان علوفه‌ای چندساله و با ارزش تیره بقولات، دارای جایگاه ویژه‌ای در سیستم‌های مرتعی و کشاورزی پایدار است. این گونه با دارا بودن مجموعه‌ای از سازگاری‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک، توانایی تحمل شرایط نامساعد محیطی را دارد. ویژگی‌هایی چون تحمل به شوری، غرقابی، خشکی، عادت رشد خزنده و توانایی تثبیت نیتروژن، شبدر توت‌فرنگی را به یک منبع ژنتیکی ارزشمند برای بهبود پایداری سیستم‌های مرتعی و کشاورزی در شرایط تغییر اقلیم تبدیل کرده است (Jafari و Ziaei، ۱۳۸۳). شبدر توت‌فرنگی (*Trifolium fragiferum* L.)، گیاهی علوفه‌ای، چندساله و متعلق به تیره مهم بقولات است که به دلیل مجموعه‌ای از ویژگی‌های مطلوب اکولوژیک و زراعی، مورد توجه خاص قرار دارد. این گونه به‌عنوان یک خویشاوند وحشی محصول زراعی (CWR) برای گونه‌هایی مانند شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum*) محسوب می‌شود و ذخیره‌ای ارزشمند از آلل‌های مقاومت به تنش را برای برنامه‌های به‌نژادی فراهم می‌کند. شبدر توت‌فرنگی گیاهی دیپلوئید با عدد کروموزومی $n=16$ و ۲ و سیستم تولیدمثلی دگرگشتی است. عادت رشد این گونه، خزنده و استolon‌دار می‌باشد (رونگی‌ها و همکاران، ۲۰۲۳). ساقه‌های رونده (استولون) آن توانایی ریشه‌زایی در گره‌ها را دارند که

خاک، جلوگیری از فرسایش و پایداری محیط‌زیست ایفا می‌کند (Hajivand و همکاران، ۱۳۹۸).

در میان گیاهان علوفه‌ای، گونه‌های متعلق به تیره باقلاییان (Fabaceae) به دلیل قابلیت منحصر به فرد تثبیت بیولوژیک نیتروژن اتمسفری از طریق همزیستی با باکتری‌های ریزوبیوم، جایگاهی استراتژیک دارند. این فرآیند ضمن کاهش وابستگی به کودهای نیتروژنه شیمیایی و کاهش هزینه‌های تولید، به غنی‌سازی طبیعی خاک و افزایش حاصلخیزی در تناوب‌های زراعی کمک شایانی می‌نماید (Lukjanova و Repkova، ۲۰۲۱). جنس *Trifolium* (شبدر) یکی از مهم‌ترین و متنوع‌ترین جنس‌ها در خانواده Fabaceae است که با بیش از ۲۵۰ تا ۳۰۰ گونه شناخته‌شده، در زمره بزرگ‌ترین جنس‌های این تیره محسوب می‌شود. از نظر پراکنش جغرافیایی، جنس *Trifolium* دارای گستره‌ای کوسموپولیتن است، اما کانون اصلی تنوع گونه‌ای آن منطقه مدیترانه است. برآوردها نشان می‌دهد که در منطقه اوراسیا ۱۵۰-۱۶۰ گونه، در آمریکا ۶۰-۶۵ گونه و در آفریقا ۲۵-۳۰ گونه از شبدرها حضور دارند. شبدرها (*Trifolium spp.*) یکی از اجزای مهم علوفه‌ای در سامانه‌های زراعت و چراگاه‌های جهان محسوب می‌شوند، زیرا علاوه بر تثبیت نیتروژن جو، علوفه‌ای با پروتئین خام بالا و ارزش تغذیه‌ای مناسب تولید می‌نمایند که می‌تواند تغذیه دام را بهبود بخشد و وابستگی به نهاده‌های پرهزینه را کاهش دهد. گونه‌های مختلف شبدر مانند شبدر سفید و شبدر قرمز به‌طور گسترده در مراتع و مخلوط‌های علوفه‌ای استفاده می‌شوند و نشان داده شده است که این گونه‌ها دارای تغییرپذیری قابل توجه در عملکرد علوفه و کیفیت غذایی از جمله محتوای پروتئین، فیبر خنثی (NDF) و اسید دتریجنت (ADF) هستند که متناسب با شرایط محیطی و زمان برداشت تغییر می‌کنند. (Evers، ۲۰۱۱). در ایران نیز تاکنون حدود ۵۴ گونه شبدر شناسایی شده است که از میان آن‌ها گونه‌هایی مانند شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum*) و شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum*) به‌صورت وسیع کشت می‌شوند (Lukjanova و Repkova، ۲۰۲۱).

موجب تکثیر رویشی، تشکیل شبکه متراکمی از پوشش گیاهی و در نتیجه پایداری و دوام زیاد در مرتع می گردد. این الگوی رشد، مشابه شبدر سفید (*Trifolium repens*) است. برگ های آن سه بر گچه ای و گلها در گل آذین های کروی و متراکم قرار می گیرند که پس از تشکیل بذر، به صورت متورم درآمده و ظاهری مشابه توت فرنگی پیدا می کنند. برجسته ترین ویژگی شبدر توت فرنگی، تحمل بالای هم زمان به چندین تنش محیطی است که آن را به گزینه ای ایده آل برای احیای اراضی حاشیه ای و تخریب یافته تبدیل کرده است (Jēkabsons و همکاران، ۲۰۲۲). گونه شبدر توت فرنگی (*Trifolium fragiferum*)، اگرچه تولید علوفه خالص آن معمولاً کمتر از گونه های پر کاربرد دیگر (مانند شبدر سفید و قرمز) گزارش شده است، دارای ویژگی های خاصی است که آن را در برخی شرایط محیطی مناسب می سازد. این گونه به عنوان یک لگوم دائمی و خوب در خاک های مرطوب، شور و مناطقی با تغییرات رطوبتی شناخته می شود و مقاومت نسبتاً مناسبی در برابر آب گرفتگی و شوری دارد که می تواند در سامانه های تولید علوفه در مناطق خاص مفید باشد. مطالعات نشان داده اند که شبدر توت فرنگی دارای محتوای پروتئین خام قابل توجه (بسته به مرحله رشدی) و می تواند در مخلوط با دیگر گونه های علوفه ای به منظور بهبود کیفیت خوراک دام مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، ساختار رشد آن به گونه ای است که می تواند پروتئین و فیبر مناسبی برای چراگاه ها فراهم کند و در مدیریت مراتع کم آب یا شور مفید باشد (Smith و همکاران، ۲۰۲۳).

مطالعات اندکی تاکنون گونه شبدر توت فرنگی را از نظر عملکرد ژنوتیپ های مختلف مورد بررسی قرار داده است. Jafari و Zeiaei (۱۳۸۳) در مطالعه ای بر روی نه ژنوتیپ مختلف شبدر توت فرنگی صفات مختلف روشی و عملکردی آنها را با یکدیگر مقایسه نمودند. نتایج آنها نشان داد دو ژنوتیپ ۱۳۴ و ۲۰۲۵۸ که منشأ ناشناخته ای دارند از نظر کلیه صفات مورد مطالعه نسبت به سایر ژنوتیپ های مطالعه شده برتری دارند. در گونه ی یعنی شبدر قرمز Vasiljević و همکاران (۲۰۰۰) ژنوتیپ های

مختلف را مورد مطالعه قرار دادند و ارتباط بین عملکرد دانه و تولید گونه بررسی شد. نتایج حاصل از ۱۷ رقم و ۱۶ اکسشن در سال دوم کشت نشان داد که صفاتی مانند تعداد ساقه های بارور، تعداد گل آذین در هر بوته، تعداد گلچه در هر گل آذین و تعداد دانه در هر گل آذین همگی در ارتباط مستقیم با عملکرد بذر و عملکرد علوفه هستند. Hazegh Jafari و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه ای بر روی ژنوتیپ های مختلف یونجه عملکرد بذر آنها را مورد مقایسه قرار دادند. ۴۹ ژنوتیپ داخلی و خارجی در این مطالعه مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. Amdahl و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی عملکرد تولید بذر ژنوتیپ های مختلف شبدر قرمز پرداختند. نتایج این مطالعه که در منطقه اسکاندیناوی صورت گرفت نشان داد که شبدر قرمز تراپلوئید اگرچه از نظر علوفه برتری دارد، اما عملکرد بذر آن نسبت به دیپلوئیدها کمتر است (در نروژ حدود ۶۰ درصد و در سوئد حدود ۷۵ درصد عملکرد دیپلوئید). بررسی ها نشان داد اکسشن هایی که از تلاقی تراپلوئیدها حاصل شده اند، عملکرد بذر به طور معنی داری بالاتری نسبت به اکسشن های حاصل از دو برابر کردن کروموزوم ها داشتند. همچنین تفاوت اصلی بین اکسشن های نروژی و سوئدی در زودرسی گلدهی بود. Radinović و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه ای به مقایسه ۴۶ ژنوتیپ مختلف ژنوتیپ شبدر قرمز پرداختند. این پژوهش روی ۴۶ ژنوتیپ شبدر قرمز در صربستان نشان داد که بین برخی صفات مورفو- زراعی و عملکرد علوفه همبستگی های بسیار بالایی وجود دارد. بیشترین ضریب همبستگی (۰/۹۷) بین تعداد شاخه و تعداد میان گره در هر ساقه مشاهده شد. همچنین عملکرد علوفه تر و عملکرد ماده خشک همبستگی بسیار بالا (۰/۹۵ و ۰/۸۶) داشتند، در حالی که ارتفاع ساقه با تعداد میان گره و با عملکرد علوفه تر همبستگی متوسط نشان داد. در مقایسه با دیگر گونه ها، کیفیت علوفه شبدرها تحت تأثیر عوامل مدیریتی- محیطی، زمان برداشت و ترکیب گونه ای قرار دارد. برای مثال، در گونه های شبدر دیگر دیده شده است که محتوای پروتئین و فیبر بسته به زمان برداشت و مرحله رشدی تغییرات معنی داری را تجربه می کند، به گونه ای که برداشت در مراحل

انتخاب اکسشن‌هایی با پتانسیل تولید علوفه بالا و کیفیت غذایی مطلوب، می‌تواند به‌طور مؤثر به افزایش بهره‌وری سامانه‌های علوفه‌ای کمک کند. با توجه به موارد فوق الذکر این مطالعه با هدف ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف گونه شبدر توت‌فرنگی و شناسایی برترین اکسشن‌ها به منظور بومی‌سازی فناوری تولید بذر گواهی‌شده و توسعه کشت آنها برای افزایش تولید علوفه مرغوب و احیای مراتع صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی البرز وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور واقع در شهر کرج به اجرا درآمد. این منطقه در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۴۲ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۹۱ متر ثبت شده است. میانگین بارندگی سالیانه ایستگاه ۲۵۱ میلی‌متر، حداقل و حداکثر مطلق دما به ترتیب ۲۰- و ۴۲ درجه و میانگین سالیانه نیز ۱۴۰۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. موقعیت قطعه انتخاب شده در مزرعه در شکل ۱ مشخص شده- است.

رشدی اولیه معمولاً با محتوای پروتئین بالاتر و فیبر کمتر همراه است، در حالی که در مراحل بعدی کیفیت علوفه کاهش می‌یابد (Albayrak و همکاران، ۲۰۱۳). از سوی دیگر، تنوع ژنتیکی در درون گونه‌های شبدر منجر به اختلافات عملکرد علوفه و کیفیت غذایی می‌شود که می‌تواند به‌عنوان هدف برنامه‌های اصلاح نژاد مورد استفاده قرار گیرد. انتخاب اکسشن‌هایی با پتانسیل تولید علوفه بالا و کیفیت غذایی مطلوب، می‌تواند به‌طور مؤثر به افزایش بهره‌وری سامانه‌های علوفه‌ای کمک کند (Önal Aşçı، ۲۰۱۶).

با وجود این مزایا، فقدان فناوری بومی تولید بذر گواهی‌شده برای گونه‌های مرتعی ارزشمند مانند شبدر، منجر به وابستگی مالی، ریسک‌پذیری در تأمین و خروج ارز از کشور شده است. وجود اکسشن‌های محلی و وارداتی مختلف از این گونه‌ها که تنوع ژنتیکی قابل توجهی در صفات مهمی مانند عملکرد علوفه و بذر و تحمل به تنش از خود نشان می‌دهند، لزوم ارزیابی سیستماتیک و انتخاب برترین اکوتیپ‌ها برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی و توسعه‌ای را آشکار می‌سازد (Aberton و Thomas، ۲۰۱۱). از سوی دیگر، تنوع ژنتیکی در درون گونه‌های شبدر منجر به اختلافات عملکرد علوفه و کیفیت غذایی می‌شود که می‌تواند به‌عنوان هدف برنامه‌های اصلاح نژاد مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۱- موقعیت مزرعه مورد مطالعه

روش کار

آماده سازی بستر و کشت

- عملیات خاک ورزی: شخم عمیق برای شکستن لایه های فشرده و بهبود نفوذپذیری ریشه؛ دیسک و تسطیح برای خرد کردن کلوخه ها و یکنواخت سازی سطح.
- آرایش کاشت: ایجاد پشته ها با فاصله استاندارد (تقریباً ۵۰-۶۰ سانتی متر) برای کشت ردیفی؛ استقرار سامانه آبیاری قطره ای.

- کوددهی پایه: افزودن ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفاته و ۱۰۰ کیلوگرم کود ازته در هکتار.
- تعداد نه (۹) اکسشن شیدر توت فرنگی از بانک ژن منابع طبیعی ایران دریافت شده و بر روی آنها آزمون جوانه زنی انجام شده و پس از تایید به صورت کشت دو ردیف از هر اکسشن در مزرعه اجرا شد (شکل ۲).



شکل ۲- آماده سازی بستر و کشت

تیمارها و صفات اندازه گیری شده

- عملکرد علوفه: برداشت و اندازه گیری وزن تر و خشک (کیلوگرم در هکتار) در فصل رویش (شکل ۳).
- کیفیت علوفه: سنجش شاخص های کمی شامل پروتئین خام (CP)، قابلیت هضم ماده خشک (DMD)، کربوهیدرات های محلول در آب (WSC)، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، خاکستر (ASH)، فیبر خام (CF)، فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، کلسیم (Ca) و فسفر (P).



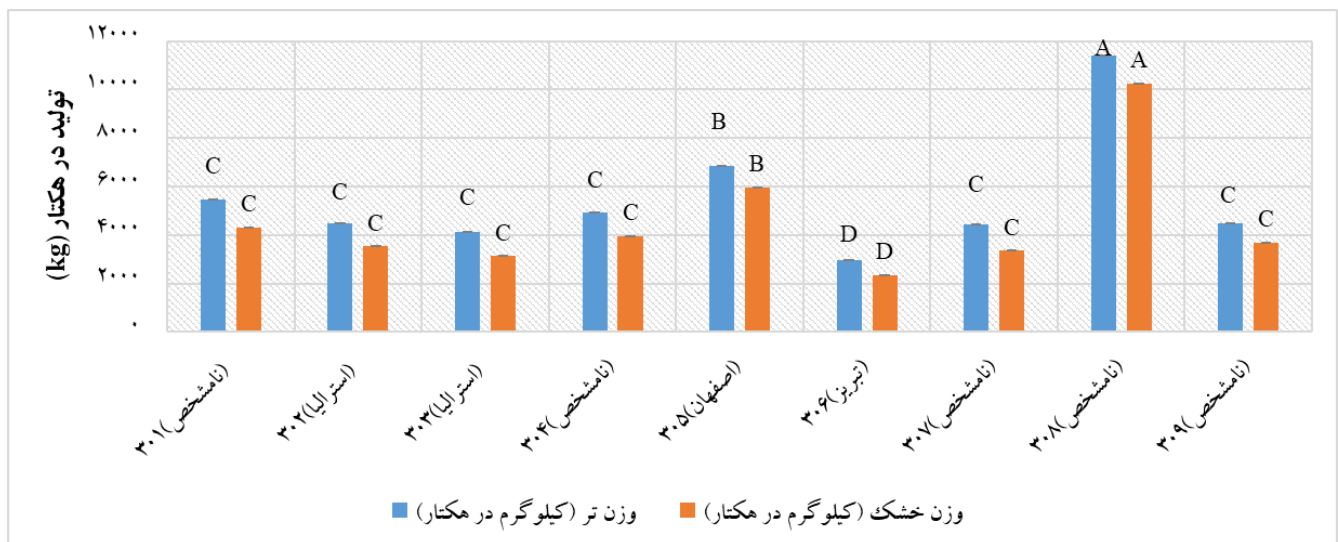
شکل ۳- اندازه‌گیری عملکرد علوفه

طرح آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری (SPSS) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و ترسیم نمودارها با اکسل صورت گرفت. گزارش تفاوت‌های معنادار بین اکسشن‌ها بر مبنای حروف (بین اکسشن‌ها) و اعداد (بین سال‌ها) در شکل‌های نتایج انجام شده است.

نتایج

وزن تر و خشک در اکسشن‌های مختلف شیدر توت‌فرنگی
میزان علوفه تر و خشک در اکسشن‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌دار است. بیشترین میزان تولید علوفه تر و خشک در اکسشن ۳۰۵ (اصفهان، ۱۱۴۰۲ و ۱۰۲۴۰ (کیلوگرم در هکتار)) و کمترین این دو در اکسشن تبریز (کد ۳۰۶، ۴۴۳۰ و ۳۳۶۰ (کیلوگرم در هکتار)) است. همچنین به جز این دو اکسشن، سایر اکسشن‌های این گونه از نظر میزان علوفه تر و خشک در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.



شکل ۴- وزن تر و خشک اکسشن‌های مختلف شبدر توت‌فرنگی

توت‌فرنگی است؛ پدیده‌ای که پیش‌تر نیز در گونه‌های مختلف جنس *Trifolium* گزارش شده و به‌عنوان یک فرصت مهم برای انتخاب و به‌نژادی ژنوتیپ‌های برتر مورد توجه قرار گرفته است. چنین تنوعی امکان تفکیک اکسشن‌ها بر اساس هدف تولیدی را فراهم می‌کند؛ به‌گونه‌ای که برخی اکسشن‌ها برای حداکثرسازی تولید علوفه و برخی دیگر برای اهداف خاص مدیریتی یا محیطی مناسب‌تر باشند.

در مقایسه با سایر گونه‌های رایج شبدر، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که عملکرد علوفه‌ای شبدر توت‌فرنگی، به‌ویژه در اکسشن‌های برتر، کاملاً قابل رقابت است. بر اساس گزارش‌های علمی، شبدر قرمز (*Trifolium pratense*) معمولاً بین ۶۰۰۰ تا ۹۵۰۰ کیلوگرم در هکتار علوفه تر و حدود ۳۵۰۰ تا ۵۸۰۰ کیلوگرم در هکتار علوفه خشک تولید می‌کند، در حالی که شبدر سفید (*Trifolium repens*) نیز به‌طور متوسط ۵۰۰۰ تا ۸۰۰۰ کیلوگرم در هکتار علوفه تر و ۳۸۰۰ تا ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار ماده خشک تولید می‌نماید (Vasiljević و همکاران، ۲۰۰۰؛ Amdahl و همکاران، ۲۰۱۶). مقایسه این مقادیر با داده‌های به‌دست‌آمده در این تحقیق نشان می‌دهد که اکسشن‌هایی مانند ۳۰۸ و ۳۰۵ نه‌تنها به سطح عملکرد گونه‌های پرکشت شبدر نزدیک هستند، بلکه در برخی موارد از حد بالای گزارش‌شده

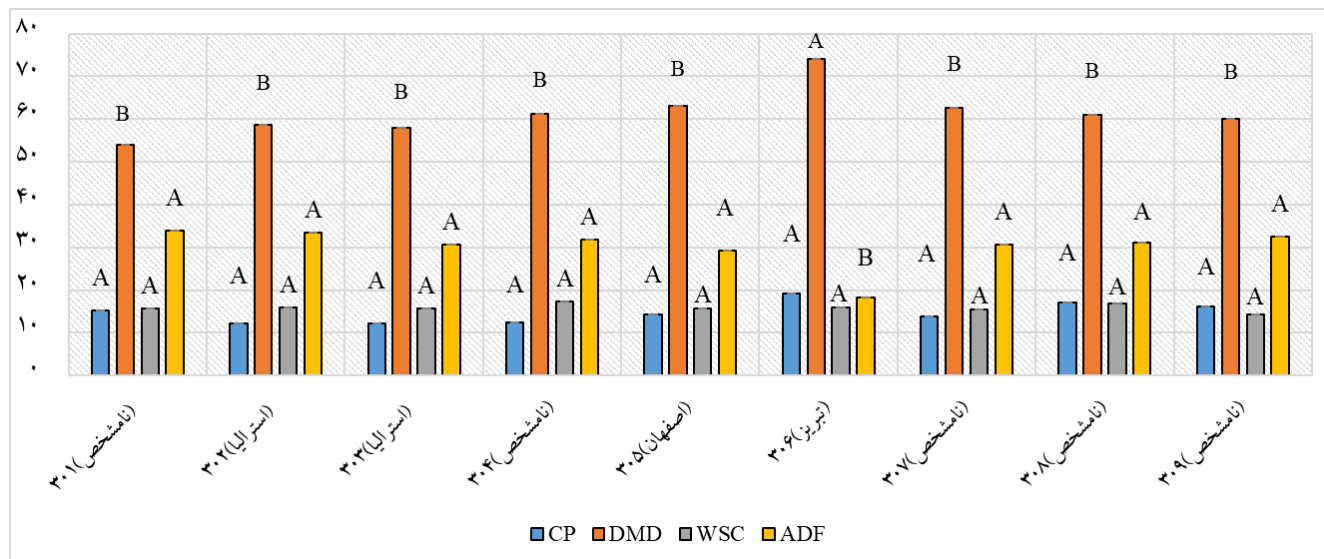
نتایج حاصل از ارزیابی وزن تر و خشک علوفه در اکسشن‌های مختلف شبدر توت‌فرنگی نشان‌دهنده وجود اختلافات کمی و کیفی قابل‌توجه در عملکرد علوفه‌ای این گونه است. دامنه تغییرات وزن تر از ۲۹۷۰ کیلوگرم در هکتار در اکسشن ۳۰۶ (تبریز) تا ۱۱۴۰۲ کیلوگرم در هکتار در اکسشن ۳۰۸ متغیر بود، در حالی که وزن خشک نیز از ۲۳۵۰ تا ۱۰۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نوسان داشت. این دامنه وسیع بیانگر تنوع عملکردی بالا درون گونه‌ای شبدر توت‌فرنگی است که می‌تواند ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی، الگوی رشد رویشی، توان تولید زیست‌توده و میزان سازگاری اکولوژیک اکسشن‌ها با شرایط محیطی باشد. میانگین وزن تر و خشک به‌ترتیب حدود ۵۷۱۳ و ۴۸۰۶ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد که نشان می‌دهد بخش قابل‌توجهی از اکسشن‌ها در سطح عملکرد متوسط قرار دارند، در حالی که برخی اکسشن‌ها، به‌ویژه اکسشن ۳۰۸ و پس از آن اکسشن ۳۰۵ (اصفهان)، عملکردی بسیار بالاتر از میانگین نشان داده‌اند. در مقابل، اکسشن ۳۰۶ کمترین عملکرد را ثبت کرد و در پایین‌ترین گروه عملکردی قرار گرفت، در حالی که سایر اکسشن‌ها عمدتاً در یک گروه آماری مشترک طبقه‌بندی شدند.

مقادیر بالای ضریب تغییرات وزن تر و خشک (بیش از ۴۰ درصد) نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی قابل‌توجه در عملکرد علوفه‌ای شبدر

ارزشمند در سیستم‌های تولید علوفه و کشاورزی پایدار تقویت می‌کند.

کیفیت علوفه در اکشن‌های مختلف شبدر توت‌فرنگی

بررسی کیفی CP (پروتئین خام)، DMD (قابلیت هضم ماده خشک)، WSC (کربوهیدرات‌های محلول در آب)، ADF (فیبر نامحلول در شوینده اسیدی) در اکشن‌های مختلف شبدر توت‌فرنگی نشان داد، از بین این عوامل تنها در دو عامل DMD و ADF بین اکشن تبریز (۳۰۶) با بقیه اکشن‌ها تفاوت وجود دارد. در سایر عوامل هیچ تفاوت معنی‌داری بین اکشن‌ها مشاهده نشد. درصد DMD در اکشن تبریز (کد ۳۰۶) بیشترین مقدار ۷۲/۱۹ و در ADF کمترین مقدار در اکشن تبریز (کد ۳۰۶)، ۱۸/۱۶ دیده شد (شکل ۵).



شکل ۵ - CP (پروتئین خام)، DMD (قابلیت هضم ماده خشک)، WSC (کربوهیدرات‌های محلول در آب)، ADF (فیبر نامحلول در شوینده اسیدی) در اکشن‌های مختلف شبدر توت‌فرنگی

تبریز) قرار گرفت. میانگین CP در کل اکشن‌ها حدود ۱۴/۹۵ درصد است که بیانگر سطح مناسبی از پروتئین خام برای تغذیه دام، به‌ویژه نشخوارکنندگان، محسوب می‌شود. اگرچه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین اغلب اکشن‌ها مشاهده نشد، اما برتری عددی اکشن ۳۰۶ از نظر CP نشان‌دهنده پتانسیل تغذیه‌ای بالاتر این اکشن است، زیرا مقادیر CP بالاتر از ۱۸ درصد معمولاً به‌عنوان علوفه با کیفیت بالا طبقه‌بندی می‌شوند.

برای آن‌ها نیز فراتر می‌روند. حتی میانگین عملکرد وزن خشک شبدر توت‌فرنگی در این مطالعه در محدوده بالایی عملکرد شبدر سفید و قرمز قرار می‌گیرد که اهمیت این گونه را به‌عنوان یک منبع علوفه‌ای بالقوه برجسته می‌سازد.

در مجموع، این نتایج نشان می‌دهد که شبدر توت‌فرنگی، برخلاف تصور رایج مبنی بر عملکرد کمتر نسبت به سایر گونه‌های شبدر، در صورت انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب می‌تواند عملکرد علوفه‌ای رقابتی و اقتصادی داشته باشد. ترکیب این پتانسیل تولیدی با ویژگی‌های اکولوژیک مطلوب مانند تحمل به شوری، رطوبت بالا و پایداری رویشی، جایگاه شبدر توت‌فرنگی را به‌عنوان گزینه‌ای

بررسی شاخص‌های کیفیت علوفه شامل پروتئین خام (CP)، قابلیت هضم ماده خشک (DMD)، کربوهیدرات‌های محلول در آب (WSC) و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) در نه اکشن شبدر توت‌فرنگی نشان‌دهنده وجود الگوهای عددی مشخص و در عین حال تمایز محدود آماری بین اکشن‌هاست. مقدار CP در این اکشن‌ها در دامنه‌ای نسبتاً وسیع از ۱۲/۲۱ تا ۱۹/۱۴ درصد در اکشن ۳۰۶ (استرالیا) تا ۱۹/۱۴ درصد در اکشن ۳۰۶

موضوعی که با مقادیر گزارش شده برای گونه‌های رایج شبدر مانند شبدر قرمز و سفید همخوانی دارد (Evers, ۲۰۱۱).

قابلیت هضم ماده خشک (DMD) بیشترین دامنه تغییرات را در بین صفات مورد بررسی نشان داد. مقدار DMD از ۵۳/۹۴ درصد در اکسشن ۳۰۱ تا ۷۴/۱۹ درصد در اکسشن ۳۰۶ متغیر بود. این اختلاف بیش از ۲۰ واحد درصدی نشان می‌دهد که اکسشن‌ها از نظر قابلیت استفاده زیستی توسط دام تفاوت قابل توجهی دارند. مقدار DMD در اکسشن ۳۰۶ به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر اکسشن‌هاست و این موضوع بیانگر کیفیت علوفه بسیار مطلوب این اکسشن است، زیرا DMD بالاتر از ۷۰ درصد معمولاً با افزایش مصرف داوطلبانه خوراک و بهبود راندمان تبدیل خوراک در دام مرتبط است. سایر اکسشن‌ها عمدتاً در بازه ۵۸ تا ۶۳ درصد قرار دارند که نشان‌دهنده کیفیت متوسط تا خوب علوفه است. این مقادیر با دامنه DMD گزارش شده برای شبدر قرمز و شبدر سفید، که معمولاً بین ۶۰ تا ۷۵ درصد است، قابل مقایسه می‌باشد (Vasiljević و همکاران، ۲۰۰۰؛ Amdahl و همکاران، ۲۰۱۶).

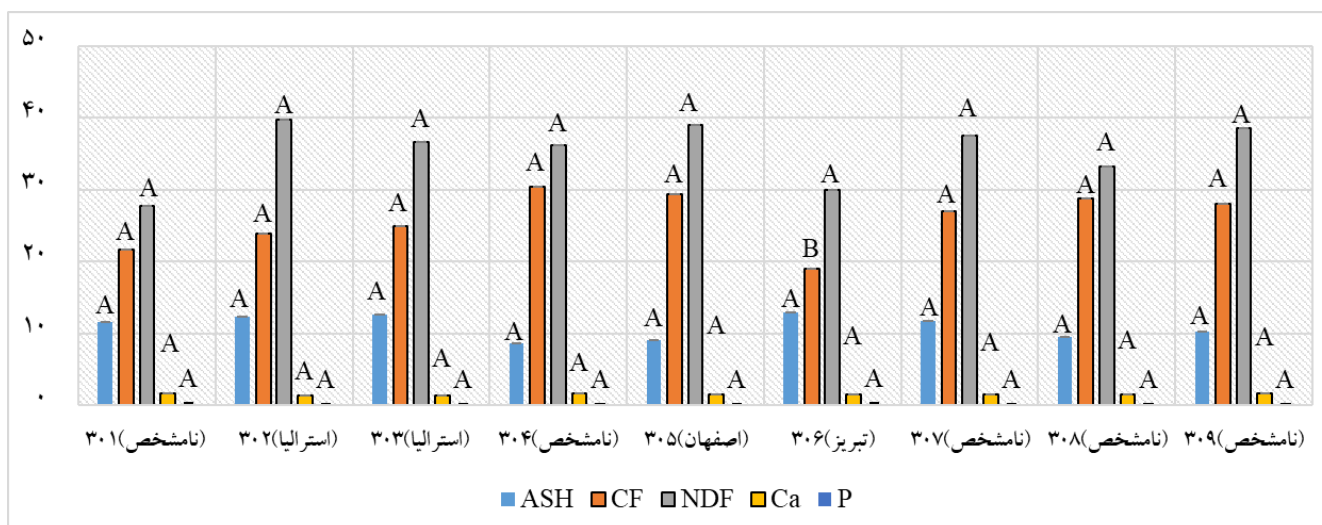
مقدار WSC در اکسشن‌های مختلف بین ۱۴/۳۲ درصد (اکسشن ۳۰۹) تا ۱۷/۳۱ درصد (اکسشن ۳۰۴) تغییر کرد و میانگین آن حدود ۱۵/۹۹ درصد بود. یکنواختی نسبی WSC بین اکسشن‌ها و نبود تفاوت معنی‌دار آماری نشان می‌دهد که این صفت بیش از آن‌که تحت کنترل ژنتیکی باشد، تحت تأثیر شرایط محیطی و مرحله برداشت قرار دارد. با این حال، مقادیر مشاهده شده از نظر تغذیه‌ای مطلوب تلقی می‌شوند، زیرا WSC در این دامنه می‌تواند تأمین‌کننده انرژی سریع برای میکروارگانیسم‌های شکمبه باشد. این نتایج مشابه آنچه برای سایر گونه‌های شبدر گزارش شده است (Evers, ۲۰۱۱).

بررسی ADF که یکی از مهم‌ترین شاخص‌های محدودکننده هضم‌پذیری علوفه است، نشان داد که این صفت از ۱۸/۱۶ درصد در اکسشن ۳۰۶ تا ۳۳/۹۹ درصد در اکسشن ۳۰۱ متغیر است. کمترین مقدار ADF در اکسشن تبریز (۳۰۶) مشاهده شد که

به‌طور مستقیم با بیشترین مقدار DMD در همین اکسشن هم‌خوانی دارد. این رابطه معکوس بین ADF و DMD به‌خوبی با اصول تغذیه دام و یافته‌های پژوهش‌های پیشین مطابقت دارد. اغلب سایر اکسشن‌ها دارای ADF در بازه ۲۹ تا ۳۳ درصد هستند که نشان‌دهنده کیفیت متوسط علوفه است، در حالی که مقدار ADF کمتر از ۲۰ درصد در اکسشن ۳۰۶ نشان‌دهنده علوفه‌ای با هضم‌پذیری بسیار بالا است. این الگو کاملاً با گزارش‌های مربوط به کیفیت علوفه شبدر قرمز و سفید مطابقت دارد که در آن‌ها ADF معمولاً در دامنه ۲۰ تا ۳۵ درصد گزارش شده است (Smith و همکاران، ۲۰۲۳).

در مقایسه با سایر گونه‌های شبدر، مقادیر به‌دست‌آمده در این پژوهش کاملاً قابل توجه است. بر اساس مطالعات انجام شده روی شبدر قرمز (*Trifolium pratense*) و شبدر سفید (*Trifolium repens*)، مقدار CP این گونه‌ها معمولاً در محدوده ۱۴ تا ۲۲ درصد، DMD در حدود ۶۰ تا ۷۵ درصد و ADF بین ۲۰ تا ۳۵ درصد گزارش شده است. نتایج حاضر نشان می‌دهد که میانگین کیفیت علوفه شبدر توت‌فرنگی با این گونه‌های پرکشت قابل مقایسه است و حتی در برخی اکسشن‌ها، به‌ویژه اکسشن ۳۰۶، از نظر DMD و ADF در سطحی برابر یا بالاتر از بهترین مقادیر گزارش شده برای شبدر قرمز و سفید قرار می‌گیرد. این موضوع بیانگر آن است که شبدر توت‌فرنگی، علاوه بر سازگاری اکولوژیک بالا، از منظر کیفیت تغذیه‌ای نیز می‌تواند جایگاه مهمی در سیستم‌های تولید علوفه داشته باشد.

بررسی ASH (خاکستر)، CF (فیبر خام)، NDF (فیبر نامحلول در شوینده خنثی)، Ca (کلسیم) و P (فسفر) در اکسشن‌های مختلف شبدر توت‌فرنگی نشان داد، از بین این موارد بررسی شده تنها در ویژگی CF (فیبر خام) بین اکسشن تبریز (۳۰۶) با بقیه اکسشن‌ها تفاوت وجود دارد، مقدار این عامل در اکسشن تبریز ۱۸/۹۶ است در حالیکه میانگین این ویژگی در سایر اکسشن‌ها ۲۵/۸۹ است. در سایر ویژگی‌های بررسی شده هیچ تفاوت معنی‌داری بین اکسشن‌ها مشاهده نشد (شکل ۶).



شکل ۶ - ASH (خاکستر)، CF (فیبر خام)، NDF (فیبر نامحلول در شوینده خنثی)، Ca (کلسیم) و P (فسفر) در اکسشن‌های مختلف شبدر توت‌فرنگی

محدوده مطلوب علوفه‌های لگومینه قرار دارند. مقادیر ASH گزارش شده در این پژوهش با مقادیر معمول برای گونه‌های رایج شبدر، که اغلب بین ۸ تا ۱۲ درصد گزارش شده‌اند، همخوانی دارد و نشان‌دهنده تعادل مناسب مواد معدنی در علوفه شبدر توت‌فرنگی است (Evers, ۲۰۱۱).

بررسی فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF) نشان داد که این صفت از ۲۷/۸ درصد در اکسشن ۳۰۱ تا ۳۹/۷۳ درصد در اکسشن ۳۰۲ تغییر می‌کند و میانگین آن حدود ۳۵/۷ درصد است. مقادیر پایین‌تر NDF معمولاً با افزایش مصرف خوراک توسط دام مرتبط هستند. مقدار NDF در اغلب اکسشن‌های این مطالعه در محدوده گزارش شده برای شبدر قرمز و شبدر سفید (۳۰ تا ۴۵ درصد) قرار دارد، که نشان می‌دهد شبدر توت‌فرنگی از نظر محدودکنندگی مصرف خوراک، عملکردی مشابه سایر گونه‌های مهم شبدر دارد (Albayrak و همکاران، ۲۰۱۳).

مقدار کلسیم (Ca) در اکسشن‌های مختلف بین ۱/۲۵۴ تا ۱/۸۵۹ درصد متغیر بود که همگی بالاتر از حداقل نیاز تغذیه‌ای نشخوارکنندگان است. این مقادیر نشان می‌دهد که شبدر توت‌فرنگی منبع بسیار غنی کلسیم محسوب می‌شود و از این نظر با

بررسی خاکستر (ASH)، فیبر خام (CF)، فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، کلسیم (Ca) و فسفر (P) در اکسشن‌های مختلف شبدر توت‌فرنگی نشان داد که دامنه تغییرات این صفات از نظر عددی قابل توجه است، اما از نظر آماری تنها صفت فیبر خام (CF) اختلاف معنی‌دار بین اکسشن تبریز (کد ۳۰۶) و سایر اکسشن‌ها نشان داد. مقدار CF در اکسشن ۳۰۶ برابر با ۱۸/۹۶ درصد بود، در حالی که میانگین CF در سایر اکسشن‌ها حدود ۲۵/۸۹ درصد محاسبه شد که نشان‌دهنده کاهش حدود ۲۷ درصدی فیبر خام در این اکسشن نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها است. کاهش CF معمولاً با افزایش قابلیت هضم و بهبود ارزش تغذیه‌ای علوفه همراه است و این مقدار در اکسشن تبریز در سطحی مشابه یا حتی بهتر از شبدر سفید و شبدر قرمز گزارش شده در مطالعات بین‌المللی قرار می‌گیرد (Vasiljević و همکاران، ۲۰۰۰؛ Amdahl و همکاران، ۲۰۱۶).

مقدار خاکستر (ASH) در اکسشن‌های مورد بررسی بین ۸/۵۸ درصد در اکسشن ۳۰۴ تا ۱۲/۹۶ درصد در اکسشن ۳۰۶ متغیر بود و میانگین آن حدود ۱۰/۹۲ درصد برآورد شد. این دامنه تغییرات نشان می‌دهد که همه اکسشن‌ها از نظر محتوای مواد معدنی در

اکسشن ۳۰۵ (اصفهان) بیشترین و اکسشن ۳۰۶ (تبریز) کمترین میزان تولید علوفه را نشان دادند. این اختلاف‌ها بیانگر وجود تنوع ژنتیکی قابل توجه در میان اکسشن‌های شبدر توت‌فرنگی است که پیش‌تر نیز در گونه‌های مختلف جنس *Trifolium* گزارش شده است (Radinić و همکاران، ۲۰۲۲؛ Greveniotis و همکاران، ۲۰۲۵). چنین تنوعی می‌تواند ناشی از تفاوت در ویژگی‌های مورفولوژیک، الگوی رشد رویشی، توانایی استقرار و سازگاری اکولوژیک ژنوتیپ‌ها باشد. اکسشن اصفهان (کد ۳۰۵) و اکسشن استرالیا (کد ۳۰۲) به‌عنوان برترین ژنوتیپ‌ها از منظر تولید علوفه شناسایی شدند. عملکرد علوفه خشک بالای اکسشن ۳۰۵ (۱۰۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) می‌تواند ناشی از ترکیبی از صفات مطلوب مورفولوژیک مانند اندازه برگچه بزرگتر، سطح پوشش مناسب و احتمالاً کارایی فتوسنتزی بالاتر باشد، از طرفی می‌تواند به توان بالاتر تولید زیست‌توده، رشد رویشی قوی‌تر و کارایی بهتر استفاده از منابع محیطی مربوط باشد، مطالعات انجام‌شده بر روی شبدر قرمز و سفید نیز نشان داده‌اند که عملکرد علوفه به‌شدت تحت تأثیر تعداد شاخه، سطح برگ و سرعت بازسازی پس از برداشت قرار دارد (Vasiljević و همکاران، ۲۰۰۰؛ Amdahl و همکاران، ۲۰۱۶). از سوی دیگر، پایین بودن عملکرد علوفه در اکسشن تبریز (۳۰۶) می‌تواند نشان‌دهنده تخصیص کمتر منابع به تولید زیست‌توده و یا استراتژی رشدی متفاوت باشد که لزوماً به معنای ارزش تغذیه‌ای کمتر نیست، نتایج مطالعه مشابهی نیز بر روی توده‌های مختلف شبدر توت‌فرنگی، وجود تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر برای تولید بذر و علوفه را گزارش کرده است (Ziaei و Jafari، ۱۳۸۳؛ Nasab).

برتری کیفی اکسشن تبریز (کد ۳۰۶) در گونه شبدر توت‌فرنگی با دارا بودن بالاترین قابلیت هضم ماده خشک DMD (۷۲/۱۹ درصد) و کمترین میزان فایبر ADF (۱۸/۱۶ درصد) و CF (۱۸/۹۶ درصد) از منظر تغذیه دام حائز اهمیت فراوان است. بالا بودن DMD و پایین بودن ADF و CF در این اکسشن، نشان‌دهنده کیفیت تغذیه‌ای بالاتر و قابلیت استفاده بهتر توسط دام

شبدر سفید و شبدر قرمز، که معمولاً دارای ۱/۲ تا ۱/۸ درصد کلسیم هستند، کاملاً قابل رقابت است. فسفر (P) نیز در دامنه ۰/۰۶ تا ۰/۲۱ درصد مشاهده شد که اگرچه در برخی اکسشن‌ها در حد پایین قرار دارد، اما به‌طور کلی در بازه گزارش‌شده برای علوفه‌های لگومینه قرار می‌گیرد و می‌تواند با مدیریت تغذیه‌ای مناسب، نیاز دام را تأمین کند (Smith و همکاران، ۲۰۲۳).

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف ارزیابی تنوع ژنتیکی، شناسایی اکوتیپ‌های برتر و بومی‌سازی فناوری تولید علوفه در گونه با ارزش شبدر توت‌فرنگی (*T. fragiferum*) انجام شد. با توجه به نقش حیاتی این گونه در تأمین علوفه باکیفیت، تثبیت بیولوژیک نیتروژن و پایداری سیستم‌های مرتعی، انتخاب ژنوتیپ‌های سازگار و پربازده گامی اساسی در جهت افزایش بهره‌وری و کاهش وابستگی به واردات نهاده‌های دامی محسوب می‌شود.

نتایج این تحقیق وجود تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی را در گونه مورد بررسی تأیید می‌کند که پایه اصلی هر برنامه موفق به‌نژادی و گزینش است. این تنوع نه تنها در عملکرد نهایی، بلکه در صفات مؤثر مورفولوژیک و فیزیولوژیک نیز مشهود بود؛ یافته‌ای که با نتایج McDonald (۲۰۰۸) در استرالیا همخوانی دارد. آن پژوهش گزارش کرد که اکسشن‌های شبدر توت‌فرنگی حتی زمانی که از یک رقم منشأ گرفته‌اند، به مرور به اکوتیپ‌های متفاوت سازگار با زیستگاه خود تبدیل می‌شوند و سطح بالای تنوع درون‌اکسشنی ناشی از سیستم دگرگشتی این گونه فرصت ارزشمندی برای اصلاح و انتخاب فراهم می‌کند. علاوه بر این، McDonald (۲۰۰۸) بر قابلیت شبدر توت‌فرنگی در تحمل شوری و غرقابی و نقش آن در بهره‌برداری پایدار از اراضی حاشیه‌ای تأکید داشت؛ موضوعی که نتایج حاضر نیز با معرفی اکسشن‌های برتر برای تولید علوفه و کیفیت تغذیه‌ای، آن را تأیید کرده و ضرورت توسعه برنامه‌های اصلاحی و تولید بذر گواهی‌شده در ایران را برجسته می‌سازد. نتایج این پژوهش نشان داد که بین اکسشن‌های مختلف شبدر توت‌فرنگی از نظر عملکرد علوفه‌تر و خشک تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری‌که

است. بر اساس مطالعات تغذیه‌ای، ADF و CF از مهم‌ترین محدودکننده‌های هضم‌پذیری علوفه محسوب می‌شوند و کاهش آن‌ها مستقیماً با افزایش مصرف داوطلبانه خوراک و بهبود عملکرد دام مرتبط است (Evers, ۲۰۱۱؛ Albayrak و همکاران، ۲۰۱۳). علوفه با قابلیت هضم بالا، جذب بهتر مواد مغذی، افزایش تولید شیر و گوشت و کاهش هزینه تغذیه را در پی دارد. این موضوع به ویژه در واحدهای دامپروری صنعتی که بهینه‌سازی جیره غذایی اولویت دارد، قابل توجه است. یافته‌های این پژوهش در ایران با نتایج McDonald و همکاران (۲۰۰۵) در استرالیا همخوانی دارد. آن‌ها گزارش کردند که شبدر توت‌فرنگی به دلیل سیستم دگرگشتی خود دارای تنوع درون‌اکسشنی بسیار بالاست، در حالی که تفاوت بین اکسشن‌ها نسبتاً کمتر است. با این حال، اکسشن‌ها به مرور زمان به اکوتیپ‌های سازگار با زیستگاه‌های خاص خود تبدیل شده‌اند. نتایج حاضر نیز نشان داد که اکسشن‌های ایران (اصفهان، تبریز، استرالیا) تفاوت‌های معنی‌داری در عملکرد علوفه و کیفیت دارند که بیانگر همان روند سازگاری و شکل‌گیری اکوتیپ‌های محلی است. این موضوع اهمیت انتخاب و معرفی اکوتیپ‌های برتر برای برنامه‌های اصلاحی و تولید علوفه مناسب را دوچندان می‌کند. عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین اکسشن‌ها در صفاتی نظیر پروتئین خام (CP)، NDF، WSC، خاکستر، کلسیم و فسفر نشان می‌دهد که این ویژگی‌ها بیشتر تحت کنترل عوامل محیطی و مرحله رشدی قرار دارند تا تفاوت‌های ژنتیکی، موضوعی که در مطالعات متعدد بر روی لگوم‌های علوفه‌ای نیز گزارش شده است (Smith و همکاران، ۲۰۲۳). با این حال، حفظ مقادیر مناسب CP و عناصر معدنی در تمامی اکسشن‌ها، نشان‌دهنده پتانسیل کلی بالای شبدر توت‌فرنگی به‌عنوان یک منبع علوفه‌ای با کیفیت قابل قبول است.

یافته مهم این پژوهش آن است که برترین اکسشن از نظر عملکرد علوفه، الزاماً بالاترین کیفیت تغذیه‌ای را ندارد، این نتیجه مؤید دیدگاه «انتخاب مبتنی بر هدف» در برنامه‌های اصلاحی است؛ بدین معنا که بسته به هدف نهایی (تولید حداکثر علوفه، کیفیت

تغذیه‌ای بالا، یا ترکیبی از هر دو)، ژنوتیپ‌های متفاوتی باید انتخاب شوند. این موضوع پیش‌تر نیز در مطالعات اصلاحی شبدر و سایر لگوم‌های علوفه‌ای تأکید شده است (Aberton و Thomas, ۲۰۱۱). از منظر کاربردی، اکسشن‌هایی نظیر ۳۰۵ می‌توانند برای افزایش تولید علوفه در واحد سطح و اکسشن‌هایی مانند ۳۰۶ برای بهبود کیفیت جیره غذایی دام مورد استفاده قرار گیرند. همچنین، با توجه به تحمل بالای شبدر توت‌فرنگی به شوری، رطوبت بالا و تنش‌های محیطی، استفاده از این اکسشن‌های برتر می‌تواند نقش مؤثری در احیای اراضی حاشیه‌ای، توسعه کشاورزی پایدار و کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه ایفا کند (Jekabsone و همکاران، ۲۰۲۲).

یافته‌های این تحقیق فراتر از بازده خالص، بر قابلیت‌های اکولوژیک گونه‌های مورد مطالعه تأکید دارد. تحمل بالای شبدر توت‌فرنگی به شوری و غرقاب پنجره‌ای نوین را برای بهره‌برداری از اراضی حاشیه‌ای، دشت‌های سیلابی و یا مناطق با خاک‌های فقیر می‌گشاید. معرفی اکوتیپ‌های برتر شناسایی‌شده در این تحقیق می‌تواند بدون رقابت با اراضی زراعی درجه یک، به افزایش تولید نهاده دامی، احیای پوشش گیاهی و کنترل فرسایش خاک در این عرصه‌ها کمک شایانی نماید. این رویکرد همسو با اهداف کشاورزی پایدار و حفظ منابع طبیعی است. نتایج این پژوهش از چند منظر با یافته‌های محققان دیگر همخوانی دارد. اولاً، تأیید وجود تنوع ژنتیکی قابل بهره‌برداری درون گونه‌ای، پایه مشترک تمامی مطالعات موفق در حوزه اصلاح و معرفی گیاهان مرتعی است (Jafari و Ziaei Nasab, ۱۳۸۳؛ Egan و همکاران، ۲۰۲۰). ثانیاً، الگوی تفکیک اکسشن‌های برتر برای اهداف خاص (تولید علوفه یا علوفه با کیفیت ویژه) نشان می‌دهد که نمی‌توان یک ژنوتیپ را به‌عنوان برتر مطلق در تمامی صفات معرفی کرد. این امر لزوم تبیین دقیق هدف نهایی در پروژه‌های توسعه‌ای و انتخاب متناسب با آن را آشکار می‌سازد. این موضوع در مطالعه بر روی شبدر توت‌فرنگی نیز مشاهده شده، به طوری که ژنوتیپ‌های مختلف در گروه‌های مجزای خوشه‌ای قرار گرفته‌اند (Jafari و Ziaei Nasab, ۱۳۸۳). ثالثاً، اهمیت کیفیت

کیفیت تغذیه‌ای دارای تنوع ژنتیکی معنی‌دار هستند. این تنوع، پتانسیل بالای این گونه را برای استفاده در برنامه‌های اصلاح نباتات و انتخاب ژنوتیپ‌های هدفمند تأیید می‌کند. اکسشن ۳۰۵ با بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک، گزینه‌ای مناسب برای افزایش تولید علوفه در سامانه‌های زراعی است، در حالی که اکسشن ۳۰۶ با بالاترین قابلیت هضم و کمترین میزان فیبر، ارزش تغذیه‌ای بالاتری برای تغذیه دام دارد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که معرفی یک ژنوتیپ برتر مطلق امکان‌پذیر نیست و انتخاب ژنوتیپ باید متناسب با هدف نهایی تولید انجام گیرد. از منظر کشاورزی پایدار، توسعه کشت شبدر توت‌فرنگی می‌تواند با بهبود کیفیت علوفه، کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی و افزایش پایداری اکوسیستم‌های مرتعی همراه باشد. در نهایت، یافته‌های این تحقیق می‌تواند مبنای علمی ارزشمندی برای بومی‌سازی فناوری تولید بذر گواهی‌شده و انجام مطالعات تکمیلی اصلاحی در شرایط اقلیمی متنوع ایران فراهم آورد.

علوفه به موازات کمیت آن، در تحقیقات مرتبط با گیاهان علوفه‌ای به کرات مورد تأکید قرار گرفته است. برتری برخی اکسشن‌ها از نظر پروتئین خام یا قابلیت هضم، انتخاب را بر اساس نیاز بازار و سیستم تغذیه‌ای دام پیچیده‌تر و هدفمندتر می‌سازد. یافته‌های این پژوهش در ایران با گزارش Smith و همکاران (۲۰۲۳) در استرالیا همخوانی دارد. آن‌ها تأکید کردند که شبدر توت‌فرنگی علاوه بر تحمل شناخته‌شده به غرقابی و شوری، توانایی بقا در شرایط کمبود رطوبت خاک را نیز دارد و می‌تواند در دامنه وسیع‌تری از محیط‌ها مورد استفاده قرار گیرد. مشابه وضعیت ایران، در استرالیا نیز تنوع ارقام تجاری محدود بوده و رقم Palestine همچنان غالب است، که ضرورت توسعه و معرفی اکوتیپ‌های جدید را برجسته می‌سازد. بنابراین، نتایج حاضر با معرفی اکسشن‌های برتر برای اهداف متمایز (علوفه، بذر، کیفیت) می‌تواند مکمل تلاش‌های جهانی برای ارتقای جایگاه شبدر توت‌فرنگی در سامانه‌های مرتعی و کشاورزی پایدار باشد.

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که اکسشن‌های شبدر توت‌فرنگی از نظر عملکرد علوفه و برخی شاخص‌های کلیدی

منابع

- Abberton, M. T., Thomas, I. (2011). Genetic resources in Trifolium and their utilization in plant breeding. Plant Genetic Resources; 9(1):38-44.
- Aberton, M., & Thomas, I. (2011). *Improving persistence and adaptation in pasture legumes*. Crop & Pasture Science, 62(10), 869-876.
- Albayrak S., Turk M., Bozkurt Y. (2013). Effect of harvesting stage on yield and quality of crimson clover. Scientific Papers. Series A. Agronomy., Vol. LVI, ISSN 2285-5785, 174-176.
- Amdahl, H., Aamlid, T. S., Ergon, Å., Kovi, M. R., Marum, P., Alsheikh, M., & Rognli, O. A. (2016). Seed yield of Norwegian and Swedish tetraploid red clover (*Trifolium pratense* L.) populations. Crop Science, 56(2), 603-612.
- Egan, L. M., Hofmann, R. W., Seguin, P., Ghamkhar, K., & Hoyos-Villegas, V. (2020). Pedigree analysis of pre-breeding efforts in *Trifolium* spp. germplasm in New Zealand. BMC genetics, 21(1), 104.
- Evers, G. W. (2011). *Forage legumes: Forage quality, fixed nitrogen, or both?* Crop Science. <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2135/cropsci2010.06.0380>
- Greveniotis, V., Bouloumpasi, E., Skendi, A., Korkovelos, A., Kantas, D., & Ipsilandis, C. G. (2025). Evaluation and Stability of Red and White *Trifolium* Species for Nutritional Quality in a Mediterranean Environment. Agriculture, 15(4), 391.
- Hajivand Ghasemabadi F, Eisvand H R, Akbari N, akbarpour O A. (2019). Study of Germination and Seedling Growth Parameters of Three Clover Species (*Trifolium* spp.) under Drought and Salinity Stresses. Iranian J. Seed Res.. 6(1), 145-158.

- Jafari, A. A., & Ziaei Nasab, M. (2004). Genetic variation for seed yield and morphological traits in strawberry clover (*Trifolium fragiferum* L.) populations through principal components and cluster analyses. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 12(3), 281-296.
- Jēkabsons, A., Andersone-Ozola, U., & Ievinsh, G. (2022). Stress tolerance mechanisms in strawberry clover. *Plants*, 11(9), 1187.
- Jēkabsons, A., Andersone-Ozola, U., Karlsons, A., Romanovs, M., Ievinsh, G. (2022). Effect of Salinity on Growth, Ion Accumulation and Mineral Nutrition of Different Accessions of a Crop Wild Relative Legume Species, *Trifolium fragiferum*. *Plants* (Basel). 17;11(6):797.
- Lukjanová, E., & Řepková, J. (2021). Chromosome and genome diversity in the genus *Trifolium* (Fabaceae). *Plants*, 10(11), 2518.
- McDonald, K. (2008). Variation in morphology, salinity and waterlogging tolerance and resource allocation in strawberry clover (*Trifolium fragiferum* L.): implications for its use in mildly saline soils in southern Australian farming systems (Doctoral dissertation, University of Western Australia).
- McDonald, K. S., Cocks, P. S., & Ewing, M. A. (2005). Genetic variation in five populations of strawberry clover (*Trifolium fragiferum* cv. Palestine) in Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45(11), 1445-1451.
- Nasab, M. Z., & Jafari, A. A. (2005). Study of relationships between seed and forage yields and their components in red clover (*Trifolium pratense* L.).
- Önal Aşçı, Ö. (2016). *Importance of Clover (Trifolium sp.) genus for Black Sea region. Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 4(1), 1–4. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i1.1-4.515>
- Radinović, I., Vasiljević, S., & Branković, G. (2022). Correlations of morpho-agronomic traits and forage quality properties in diverse red clover (*Trifolium pratense* L.) collections. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*, 67(2), 139-151.
- Smith, R. W., Penrose, B., Langworthy, A. D., Humphries, A. W., Harris, C. A., Rogers, M. E., Nichols, P. G. H. (2023). *Strawberry clover (Trifolium fragiferum): Current status and future role in Australian agriculture. Crop and Pasture Science*. <https://doi.org/10.1071/CP22301>
- Vasiljević, S., Šurlan-Momirović, G., Katić, S., Mihailović, V., Lukić, D., & Živanović, T. (2000). Relationships between green forage and seed yield components in genotypes of red clover (*Trifolium pratense* L.). *Genetika*, 32(1), 37-43.

