Journal of Range & Watershed Management

https://jrwm.ut.ac.ir/ Volume 79 (1)

Comparison of the Forage Nutritional Value of *Bromus tomentellus* Boiss., *Festuca ovina* L., and *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr. at Different Phenological Stages in the Gavanban - Rangelands, Harsin, Kermanshah Province

Mohammadreza Tatian[1*] | Elahe Shayesteh[1] | Reza Tamartash[1] | Mohammadreza Shooshtari[2] | Nateq Lashkari Sanami[1]

1. Department of Range Management, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, Iran
2. Agriculture and Natural Resources Research Center, Kermanshah, Iran

Correspond E-mail: m.tatian@sanru.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 07 Oct. 2024
Revised: 19 Dec. 2024
Accepted: 26 Dec. 2024
Published online: 01 April. 2025

Keywords:
Gavanban rangelands,
Grasses,
Grazing management,
Rangeland restoration,
Nutritive value.

Abstract

Iran, owing to its diverse climatic conditions, is considered as one of the main centers of genetic diversity in grasses, particularly forage grasses, in the world. This research aimed to evaluate the variations in forage quality of *Bromus tomentellus*, *Festuca ovina*, and *Stipa lessingiana* in Gavanban rangelands of Harsin, Kermanshah Province, at vegetative growth, flowering, and seed maturity stages. To achieve this, each species was randomly sampled in three replicates at each phenological stage. Samples were dried, ground, and assessed using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) for the determination of their nutritive value, including CP, DMD, WSC, ADF, NDF, ash, N, P, K, and ME. ANOVA followed by Duncan's multiple range test for mean comparisons were performed in R software. The results indicated that forage quality traits differed significantly during the phenological stages. During the transition from vegetative to seed maturity stages, all three species showed a reduction in DMD, CP, ME, ash, and nitrogen content, while WSC, ADF, and NDF levels increased. At the seed maturity stage, CP decreased most significantly in *B. tomentellus* (68.02%), while DMD and ME showed their highest decreases in *F. ovina*, at 30.73% and 38.75%, respectively. In contrast, *S. lessingiana* revealed a 17.77% increase in WSC. The interspecific comparison demonstrated that *B. tomentellus* maintained higher nutritional value across phenological stages, which can be attributed to its elevated ME, DMD, and WSC levels and lower ADF content. These findings highlight that optimizing forage nutritive value and ensuring rangeland sustainability require grazing management to be aligned with the phenological stages of dominant species. According to the results, *B. tomentellus* has the greatest nutritional potential at the vegetative stage, whereas *S. lessingiana*, despite its lower forage quality, is valuable for rangeland stabilization and restoration due to its strong grazing tolerance and soil-protective role.

Cite this article: Tatian, M.R., Shayesteh, E., Tamartash, R., Shooshtari, M.R., Lashkari Sanami, N. (2025). Comparison of the Forage Nutritional Value of *Bromus tomentellus* Boiss., *Festuca ovina* L., and *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr. at Different Phenological Stages in the Gavanban - Rangelands, Harsin, Kermanshah Province. *Journal of Range & Watershed Management*, 79 (1), 105-118. DOI: http//doi.org/10.22059/jrwm.2026.403850.1853

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Sustainable rangeland management and the attainment of desirable livestock growth and reproduction require that managers have a clear and comprehensive understanding of the nutritional value of forage species. Comprehending the nutrient content of plants is essential for determining rangeland carrying capacity, identifying the appropriate grazing period, anticipating potential nutritional deficiencies, and evaluating the nutritional demands of rangeland species. To this end, researchers have focused on species capable of adapting to harsh environmental conditions while ensuring economically viable forage production. A range of factors, such as environmental conditions (light, temperature, soil attributes, precipitation, altitude, and wind), pests, leaf-to-stem ratio, grazing time, climate, diseases, and plant species diversity, significantly affect both the quantity and quality of forage. Phenological stages are considered as a major determinant influencing the forage quality of range species for livestock grazing. Global reports indicate that over 70% of the forage consumed by livestock worldwide originates from grasses. These species are distinguished by high crude protein levels, good digestibility, an optimal fiber-to-energy ratio, and balanced mineral content. Iran, owing to its diverse climatic conditions, is considered as one of the main centers of genetic diversity in grasses, particularly forage grasses, in the world. This research aimed to evaluate the variations in forage quality of Bromus tomentellus, Festuca ovina, and Stipa lessingiana in Gavanban rangelands of Harsin, Kermanshah Province, at vegetative growth, flowering, and seed maturity stages.

Materials and Methods: This study was carried out in Gavanban rangelands of Harsin, Kermanshah provice (47º37'19" to 47º40'47" E and 34º18'39" to 34º21'08" N). The climate of the area is cold semi-arid. The region's elevation varies from 2126 to 2266 meters above sea level, with an average slope of 2–5%. The Gonban rangeland serves as a spring pasture which is characterized by perennial rangeland species with a rich vegetation cover. Following field surveys, the habitat of each species (namely Bromus tomentellus, Festuca ovina and Stipa lessingiana) was determined based on the dominant species and their relative importance for forage production and sheep grazing. Subsequently, sampling of the plant species was done. To achieve this, each species was randomly sampled in three replicates at each phenological stage. Samples were dried at 70 °C for a duration of 48 hours, ground and passed through a 1-mm sieve, and assessed using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) for the determination of their nutritive value, including crude protein (CP), dry matter digestibility (DMD), water-soluble carbohydrates (WSC), acid detergent fiber (ADF), ash, nitrogen, phosphorus, potassium, and metabolizable energy (ME). A one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's multiple range test for mean comparisons were performed in R software.

Results and Discussion: The results indicated that all forage quality indices differed significantly during the phenological stages ($p < 0.05$ or $p < 0.01$). During the transition from vegetative to seed maturity stages, all three species showed a reduction in DMD, CP, ME, ash, and nitrogen content, while WSC and ADF levels increased. At the seed maturity stage, CP decreased most significantly in B. tomentellus (68.02%), while DMD and ME showed their highest decreases in F. ovina, at 30.73% and 38.75%, respectively. In contrast, S. lessingiana revealed a 17.77% increase in WSC. The interspecific comparison demonstrated that at the vegetative growth and flowering stage, crude protein content (respectively, 23.76% and 10.2%), was substantially higher in Stipa lessingiana. Of the evaluated species, only B. tomentellus sustained metabolizable energy at the critical level required for livestock production (8.63, 6.36, and 6.22 MJ/kg DM in the vegetative, flowering, and seed-maturing stages), highlighting its distinct superiority over the other two species. Generally, B. tomentellus maintained higher nutritional value across phenological stages, which can be attributed to its elevated ME, DMD, and WSC levels and lower acid detergent fiber.

Conclusion: These findings highlight that optimizing forage nutritive value and ensuring rangeland sustainability require grazing management to be aligned with the phenological stages of dominant species. In grasses, leaves typically contain higher crude protein (CP) and lower acid detergent fiber (ADF), leading to a decline in protein and a rise in fiber as forage matures. Thus, early-season grazing offers higher-quality forage with a greater leaf-to-stem ratio. According to the results, B. tomentellus illustrated the greatest nutritional and forage potential, whereas S. lessingiana, despite its lower forage quality, is valuable for rangeland restoration due to its strong grazing tolerance and soil-protective role.

Keywords: *Gavanban rangelands, Grasses, Grazing management, Rangeland restoration, Nutritive value*

Article Type: Research Article

Conflicts of interest: The authors of this article declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.

نشریه مرتع و آبخیزداری

دوره ۷۹ (۱)

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۷۹۵

مقایسه ارزش غذایی گونه های مرتعی *Bromus tomentellus* Boiss.، *Festuca ovina* L. و *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr. طی مراحل فنولوژی در مراتع گون‌بان هرسین استان کرمانشاه

محمدرضا طاطیان[1*] | الهه شایسته[1] | رضا تمرتاش[1] | محمدرضا شوشتری[2] | ناطق لشکری صنمی[1]

۱. گروه مرتعداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۲. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

رایانامه نویسنده مسئول: m.tatian@sanru.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۵
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۱/۱۲

کلیدواژه‌ها:
احیای مرتع،
ارزش غذایی،
گندمیان،
مدیریت چرا،
مراتع گون‌بان.

چکیده

کشور ایران با داشتن شرایط متنوع آب و هوایی، یکی از مراکز مهم تنوع ژنتیکی گندمیان، به ویژه گندمیان علوفه‌ای در دنیا است. هدف این پژوهش، ارزیابی تغییرات کیفیت علوفه گونه‌های *Bromus tomentellus*، *Festuca ovina* و *Stipa lessingiana* در مراتع گون‌بان هرسین استان کرمانشاه، در سه مرحله فنولوژیکی (رشد رویشی، گلدهی و بذردهی) بود. برای این منظور، نمونه‌برداری تصادفی از هر گونه در سه تکرار و در هر مرحله رویشی انجام شد. نمونه‌ها پس از خشک‌شدن و آسیاب، به‌وسیله طیف‌سنج مادون قرمز نزدیک (NIRS) برای تعیین مقادیر پروتئین خام (CP)، هضم‌پذیری ماده خشک (DMD)، کربوهیدرات‌های محلول در آب (WSC)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، خاکستر، ازت، فسفر، پتاسیم و انرژی متابولیسمی (ME) آنالیز شدند. داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون مقایسه میانگین دانکن در نرم‌افزار R تحلیل گردید. نتایج نشان داد که تمامی شاخص‌های کیفیت علوفه گونه‌های گیاهی در طی مراحل فنولوژیکی تغییرات معنی‌دار داشتند ($p<0.05$ یا $p<0.01$). با پیشرفت مراحل فنولوژیکی از رویشی به بذردهی، درصد DMD، CP، ME، خاکستر و ازت در هر سه گونه کاهش یافت، در حالی که مقادیر WSC و ADF افزایش پیدا کرد. در مرحله بذردهی، بیشترین کاهش CP در *B. tomentellus* (۶۸/۰۲ درصد) و بیشترین کاهش DMD و ME به ترتیب با ۳۰/۷۳ و ۳۸/۷۵ درصد در *F. ovina* ثبت گردید. در مقابل، WSC در *S. lessingiana* افزایش ۱۷/۷۷ درصد داشت. مقایسه بین گونه‌ای نشان داد که به‌دلیل مقادیر بالاتر ME، DMD، WSC و میزان دیواره سلولی بدون همی‌سلولز کمتر در گونه *B. tomentellus* در مراحل فنولوژیکی، این گونه از ارزش غذایی بالاتری برخوردار است. این نتایج تأکید می‌کند که برای دستیابی به بالاترین ارزش غذایی و حفظ پایداری مرتع، مدیریت چرای دام باید بر اساس مرحله فنولوژیکی گونه‌های غالب برنامه‌ریزی شود. بر اساس نتایج، گونه *B. tomentellus* در مرحله رویشی بیشترین پتانسیل تغذیه‌ای را دارد، در حالی که *S. lessingiana*، به‌رغم کیفیت پایین‌تر، به‌دلیل مقاومت بالاتر به چرا و نقش حفاظتی در خاک، گونه‌ای ارزشمند برای تثبیت دامنه و احیای مراتع است.

استناد: طاطیان؛ محمدرضا، شایسته؛ الهه، تمرتاش؛ رضا، شوشتری؛ محمدرضا، لشکری صنمی؛ ناطق (۱۴۰۵). مقایسه ارزش غذایی گونه های مرتعی *Bromus tomentellus* Boiss.، *Festuca ovina* L. و *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr. طی مراحل فنولوژی در مراتع گون‌بان هرسین استان کرمانشاه. *نشریه مرتع و آبخیزداری*، ۷۹ (۱)، ۱۱۸-۱۰۵.
DOI: http//doi.org/10.22059/jrwm.2026.403850.1853

ناشر : انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱. مقدمه

مراتع نقش بسیار مهمی در تولید علوفه و تأمین خوراک دام دارند. کیفیت و کمیت علوفه، به همراه میزان مواد مغذی آن، تأثیر قابل‌توجهی بر رشد و تولید دام‌ها در فصل چرا دارد (Melo *et al*., 2022). برای توسعه پایدار مراتع و دستیابی به رشد و تولیدمثل مطلوب دام، مدیران مرتع باید از ارزش‌های غذایی علوفه‌ها آگاهی داشته باشند. به همین منظور، پژوهشگران تمرکز خود را بر روی گونه‌هایی معطوف کرده‌اند که توانایی سازگاری با شرایط محیطی سخت را داشته و بتوانند به‌صورت اقتصادی علوفه تولید کنند (Temel, 2018; Pirasteh-Anosheh *et al*., 2021).

آگاهی از کیفیت علوفه تولیدی و بررسی عوامل مؤثر بر آن از اهمیت زیادی برخوردار است. محققان اظهار داشته‌اند که ویژگی‌های متعددی محتوای تغذیه‌ای علوفه را نشان می‌دهند؛ اما مناسب‌ترین شاخص‌ها در این زمینه نسبت پروتئین خام (Crude protein)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (Natural detergent fibre)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (Acid detergent fibre)، ارزش نسبی تغذیه‌ای، قابلیت هضم ماده خشک (Dry matter digestibility) و انرژی متابولیسمی (Metabolizable energy) هستند (Ball *et al*., 2001; Masters *et al*., 2007). از سوی دیگر، این شاخص‌ها به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر عوامل اکولوژیکی، مدیریت‌های زراعی و همچنین ساختار ژنتیکی گیاهان قرار دارند (Temel, 2017). شاخص‌های کیفیت علوفه در بخش‌های گیاه ممکن است با توجه به زمان کاشت و برداشت نیز تفاوت داشته باشد. علاوه بر این، عوامل مختلفی مانند شرایط محیطی (نور، دما، ویژگی‌های خاک، بارندگی، ارتفاع، باد)، آفات، نسبت برگ به ساقه، زمان چرا، اقلیم، عوامل خاک، بیماری‌ها و تنوع گونه‌های گیاهی بر کمیت و کیفیت علوفه تأثیر می‌گذارند (Bagheri Rad *et al*., 2015; Moore *et al*., 2020؛ Hilario *et al*., 2017). همچنین، مراحل فنولوژیکی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر کیفیت علوفه گیاهان مرتعی برای چرای دام در نظر گرفته می‌شوند (Saffariha *et al*., 2021). در واقع، با پیشرفت مرحله رشد گیاه، به‌دلیل افزایش میزان کربوهیدرات‌های ساختاری مانند سلولز، همی‌سلولز و لیگنین، ارزش غذایی علوفه کاهش می‌یابد (Buxton, 1996; Keskin & Temel, 2022). درک محتوای مواد مغذی در گیاهان، برای تعیین ظرفیت مرتع، زمان مناسب بهره‌برداری از گیاهان مرتعی، پیش‌بینی کمبودهای تغذیه‌ای و ارزیابی نیازهای تغذیه‌ای گیاهان بسیار سودمند است (Asaadi & Yazdi, 2011). تغییرات زمانی در کیفیت علوفه مرتعی نقش مهمی در دستیابی به بهترین کیفیت علوفه دارند (Ball *et al*., 2001).

والنتین[1] (۱۹۹۰) بر این باور بود که تعادل تغذیه‌ای دام، در شرایط چرا و تغذیه دستی، به چهار عامل اساسی یعنی نیازهای تغذیه‌ای دام، محتوای مواد مغذی خوراک، قابلیت هضم آن و مقدار خوراک مصرف‌شده بستگی دارد. آگاهی از روند کلی مواد مغذی در گیاهان علوفه‌ای که در اختیار دام‌های چراکننده قرار دارند، می‌تواند به بهره‌برداری به‌موقع آن‌ها کمک کرده، کمبودهای تغذیه‌ای را پیش‌بینی نموده و نیاز به مکمل‌های غذایی را مشخص کند (Melo *et al*., 2022). اطلاعات مربوط به ارزش غذایی علوفه در مراحل فنولوژیک گیاه می‌تواند به مدیران مرتع کمک کند تا زمان مناسب چرا و ظرفیت چرا را به‌درستی انتخاب کرده و بدون آسیب به پوشش گیاهی، عملکرد بالاتری از دام به دست آورند (Asaadi & Yazdi, 2011). از جمله پارامترهای کلیدی تعیین‌کننده کیفیت علوفه می‌توان به پروتئین خام، قابلیت هضم ماده خشک، کربوهیدرات‌های محلول در آب (Water Soluble Carbohydrates)، فیبر خام (Crude fibre)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی ، خاکستر کل و انرژی متابولیسمی اشاره کرد (Tucak *et al*., 2021).

برخی مطالعات به ارزیابی کیفیت علوفه گونه‌های گیاهی مورد بررسی پرداختند. به عنوان مثال، حسینی[2] و همکاران (۲۰۱۴) با ارزیابی کیفیت علوفه گونه‌های گندمی *Bromus tomentellus*، *Poa angustifolia*، *Festuca ovina*، *Agropyron intermedium* و *Agropyron trichophorum* در مراتع استان گلستان دریافتند که گونه *Bromus tomentellus* بالاترین و گونه *Agropyron trichophorum* کمترین کیفیت علوفه رو داشتند. محمدی[3] و همکاران (۲۰۲۳) در ارزیابی فستوکای بلند (*Festuca arundinacea* L.)، علف پشمکی (*Bromus inermis* Leyss.) و علف باغ (*Dactylis glomerata* L.) اظهار داشتند که گونه علف باغ بیشترین درصد پروتئین

1. Vallentine
2. Hoseini
3. Mohammadi

و درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را داشت. در صورتی‌که بالاترین درصد هضم ماده خشک برای گونه علف پشمکی ثبت شد.

طبق گزارش‌های جهانی، بیش از ۷۰ درصد علوفه مصرفی دام‌های جهان از گیاهان تیره گندمیان تأمین می‌شود (Herrero *et al*., 2013). گندمیان دارای میزان بالای پروتئین خام، هضم‌پذیری مناسب، نسبت خوب فیبر به انرژی و مواد معدنی متعادل هستند. این ویژگی‌ها باعث می‌شود که برای گاو شیری، گاو گوشتی، گوسفند و بز بسیار مناسب باشند (Van Soest, 1994). گیاهان تیره گندمیان نظیر گونه‌های *Bromus*، *Festuca*، *Lolium*، *Poa* و *Dactylis*، از مهم‌ترین منابع تأمین علوفه در نظام‌های دام‌پروری (چرایی و دستی) هستند. این گیاهان با تولید بالای زیست‌توده، سازگاری بالا با شرایط محیطی و قابلیت برداشت چندباره، پایه اصلی تغذیه نشخوارکنندگان را تشکیل می‌دهند (Hopkins & Wilkins, 2006). علف پشمکی (*Bromus tomentellus*) گیاهی است بسیار خوشخوراک و بیشتر دام‌ها، به ویژه گوسفند و گاو، به خوبی، از آن چرا می‌کنند. ولی پس از به خوشه نشستن، تقریبا خشک شده و خوشخوراکی و گرایش دام به آن به شدت کاهش می‌یابد. علف پشمکی گونه‌ای است بسیار مقاوم به چرا که در عرصه های با چرای مناسب، از شادابی، پنجه‌زنی، و رشد مکرر خوبی برخوردار است، در حالی که چرای سنگین و مفرط مانع تشکیل گل می‌شود و در برداشت بیش از ۷۰ درصد، ارتفاع و تولید گیاه به شدت کاهش می‌یابد (Moghimi & Ansari, 2004). این گونه از تیره گندمیان (Poaceae)، گیاهی چندساله و دارای ریزوم‌های قوی با ساقه‌های شکننده است که قسمت اعظم برگ‌ها در پایین ساقه مجتمع بوده و روی خاک را می‌پوشاند. بنابراین با توجه به نقش این گونه در حفاظت خاک، جایگاه ارزشمندی در عرصه منابع طبیعی دارد. علوفه این گیاه از ارزش بالایی برخوردار بوده و حتی می‌تواند جایگزین یونجه زراعی (*Medicago sativa*) در رژیم غذایی دام‌های اهلی شود (Moghimi & Ansari, 2004). گونه علف بره (*Festuca ovina*)، گیاهی از تیره گندمیان با پراکندگی وسیع در مناطق کوهستانی شمال و غرب کشور و در برخی مناطق به صورت گونه غالب تیپ‌های مرتعی است. علف بره به عنوان گیاهی حفاظتی و علوفه‌ای درجه یک مورد توجه می‌باشد. این گونه نسبتا خوشخوراک و پرتولید مراتع بوده و برای بذرکاری و بذرپاشی در مناطق استپی و نیمه‌استپی کشور در پروژه‌های مرتع‌داری توصیه شده است. این گونه نقش مهمی در تولید علوفه و حفاظت خاک مراتع دارد و گونهٔ مرتعی مقاوم در برابر چرای دام است (Esmaeili *et al*., 2010). گونه استپی (*Stipa lessingiana*) خوشخوراکی متوسطی دارد و مورد چرای انواع گروه‌های دام قرار می‌گیرد، اما با ظهور بذور و سیخک‌ها و خشبی شدن برگ‌ها، خوشخوراکی و ارزش رجحانی آن، به‌ویژه برای گوسفند به نحو قابل توجهی کاهش می‌یابد. این گونه مقاومت زیادی به چرا دارد و از گونه‌های باارزش تثبیت‌کننده خاک به شمار می‌رود که با بذرکاری و توسعه آن در مناطق استپی می‌توان چراگاه‌های وسیعی را بوجود آورد (Asri, 2011). شناسایی و ارزیابی شاخص‌های ارزش غذایی در مراحل رشدی گوناگون در برنامه‌ریزی تأمین خوراک دام برای محاسبه ظرفیت چرایی و بر اساس زمان مناسب ورود دام به مرتع، به‌ویژه در شرایط بحرانی، بسیار بااهمیت است (Buxton, 1996; Crowe & White, 2001).

هدف این مطالعه تعیین ارزش غذایی و ترکیبات شیمیایی سه گونه مرتعی غالب شامل *Bromus tomentellus*، *Festuca ovina* و *Stipa lessingiana* در مراتع گون‌بان هرسین استان کرمانشاه طی مراحل مختلف فنولوژیکی است که باعث ایجاد تفاوت قابل‌توجه در کیفیت علوفه می‌شوند. این سه گونه علی‌رغم شرایط رویشی مشابه، از نظر تغذیه دام اختلافاتی دارند و این تحقیق به دنبال یافتن دلایل احتمالی آن است و در نهایت با شناسایی بهترین زمان از نظر ارزش غذایی در طی مرحله رشد و همچنین با مشخص نمودن گونه مناسب، در بحث احیای مراتع منطقه نیز می‌توان از آن استفاده نمود.

۲. مواد و روش

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

مرتع گون‌بان با مساحت ۱۱۵۳۶ هکتار در ۶۰ کیلومتری شرق کرمانشاه و در شمال شرقی شهرستان هرسین بین طول‌های جغرافیایی ″۱۹ ′۳۷ °۴۷ تا ″۴۸ ′۴۰ °۴۷ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ″۳۹ ′۱۸ °۳۴ تا ″۰۸ ′۲۱ °۳۴ شمالی واقع شده است. این منطقه دارای

حداقل و حداکثر ارتفاع ۲۱۲۶ تا ۲۲۶۶ متر از سطح دریا و متوسط شیب ۲ تا ۵ درصد است. این منطقه متعلق به دوره میوسن از دوران سوم زمین‌شناسی است. میانگین بلندمدت (۳۰ ساله) بارندگی برگرفته از ایستگاه هواشناسی شهرستان هرسین ۳۶۹ میلی‌متر و اقلیم منطقه بر اساس روش اصلاح شده دومارتن[1]، نیمه‌خشک فراسرد عنوان شده است. حداقل و حداکثر دما به ترتیب مربوط به ماه‌های دی و مرداد به میزان ۳/۱ و ۲۸/۲ درجه سانتی‌گراد است. از نظر فیزیوگرافی این منطقه شامل فلات‌ها و تراس‌های فوقانی با پستی و بلندی کم تا متوسط و قابلیت اراضی عموما دیم‌کاری غلات و در بعضی قسمت‌ها، چراگاه فصلی است. این منطقه از نظر موقعیت زمین‌شناسی در محدوده زون زاگرس واقع بوده که مشتمل بر واحدهای سنگی گوناگون از زون‌های سنندج–سیرجان (واحدهای چینه‌ای شامل مجموعه افیولیتی، واحدهای رسوبی سنندج–سیرجان، واحدهای رسوبی آتش‌فشانی سنوزوییک، واحدهای رسوبی بیستون و واحدهای رسوبی دگرگونی سنقر کنگاور) و زاگرس چین‌خورده است. با توجه به آنالیز فیزیکی و شیمیایی خاک مرتع گون‌بان، pH خاک تقریبا خنثی و در حد ۷/۵، بافت خاک سیلتی–رسی–لوم، درصد کربن آلی حدود یک درصد، آهک به میزان ۱۴ تا ۲۲ درصد، نیتروژن کل ۰/۱۴ درصد و پتاسیم قابل جذب ۵۲۰ پی‌پی‌ام گزارش شده است (Shooshtari et al., 2017).

۲–۲. روش نمونه‌برداری

مرتع گون‌بان هرسین از مراتع ییلاقی بهاره استان کرمانشاه بوده و متشکل از گونه‌های چند ساله مرتعی و پوشش گیاهی غنی است. گونه‌های گیاهی *Bromus tomentellus*، *Festuca ovina* و *Stipa lessingiana* از گونه‌های غالب عرصه مورد مطالعه هستند. از دیگر گونه‌های گیاهی حاضر در این مرتع که دارای چیرگی (Dominance) کمتر هستند می‌توان به گونه‌های چمن گندمی کرکدار (*Agropyron trichoforum*) و علف باغی (*Dactylis glomerata*) اشاره کرد. برای نمونه‌برداری، ابتدا موقعیت محل با توجه به بررسی نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای مشخص شد. پس از حضور در عرصه و با توجه به نوع گونه‌های غالب و درجه اهمیت آنها از نظر تولید علوفه و تعلیف دام چراکننده (گوسفند)، رویشگاه هر یک از آنها شناسایی شد. رویشگاه‌ها در مجاورت یکدیگر و دارای شرایط یکسان از نظر شیب، جهت و ارتفاع بودند. جهت تعیین کیفیت علوفه، نمونه‌برداری در سه مرحله فنولوژیکی (اواسط مرحله رشد رویشی، مرحله گلدهی و مرحله بذردهی) به روش تصادفی در هر توده گیاهی صورت گرفت. بدین ترتیب که در هر مرحله سه تکرار از هر گونه و تعداد ۳ پایه گیاهی برای هر تکرار به طور کاملا تصادفی و به طور همزمان در نقاط مختلف رویشگاه این گونه‌ها برداشت شد.

برای هر تکرار، علوفه رشد سال جاری هر پایه از سطح یک سانتی‌متری خاک قطع و در پاکت قرار داده شد. مجموع علوفه ۱۰ پایه برداشت شده از هر تکرار با یکدیگر ترکیب و یک نمونه به عنوان تکرار در هر مرحله فنولوژیک، پس از خشک شدن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، آسیاب شده و پس از عبور از الک یک میلیمتری، جهت آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد. انتخاب این دما بر اساس مرور منابع مختلف صورت گرفت که در آن‌ها دمای بین ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان دمای مناسب برای خشک‌کردن نمونه‌ها معرفی شده است (Shahi *et al.*, 2025). سپس ۱۰ گرم از نمونه‌ها در محفظه مربوط در دستگاه طیف‌سنج مادون قرمز نزدیک[2] (NIRS) مدل اینفراماتیک ۸۶۲۰ که از قبل برای این کار کالیبره شده بود، قرار داده شد. تحلیل طیف‌سنجی مادون قرمز نزدیک مستلزم تابش اسکن الکترومغناطیسی بر نمونه در بازه‌ی طول‌موج ۱۱۰۰ تا ۲۵۰۰ نانومتر (محدوده نزدیک به مادون قرمز) است. در این روش، انرژی در این محدوده طیفی به نمونه تابیده شده و انرژی بازتابی توسط دستگاه اندازه‌گیری می‌شود. بازتاب پراکنده، حاوی اطلاعاتی درباره پیوندهای شیمیایی موجود در نمونه است. جذب انرژی مرتبط با پیوندهای شیمیایی در نمونه‌های علوفه، پایه اصلی مواد آلی را تشکیل می‌دهد و امکان شناسایی قندها، فیبرهای ساختمانی، پروتئین‌ها، لیپیدها و برخی از اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها را فراهم می‌کند. دقت برآورد ترکیب خوراک توسط NIRS به کیفیت داده‌های استفاده‌شده برای واسنجی دستگاه بستگی دارد (Mohebi *et al*., 2016).

ترکیبات شیمیایی اندازه‌گیری شده شامل هضم‌پذیری ماده خشک، کربوهیدارت‌های محلول در آب، پروتئین خام، الیاف نامحلول در

1. Modified Dumartin method
2. Near-Infrared Reflectance Spectroscopy

شوینده اسیدی و خنثی، خاکستر، انرژی متابولیسمی، ازت، فسفر و پتاسیم بودند. استفاده از این دستگاه، روش کالیبره کردن آن و اندازه‌گیری صفات بر اساس دستورالعمل ارائه شده توسط جعفری[1] و همکاران (۲۰۰۳) بوده است.

مقدار انرژی متابولیسمی در یک کیلوگرم علوفه خشک با واحد مگاژول بر اساس رابطه کمیته استاندارد کشاورزی استرالیا[2] (SCA) (۱۹۹۰) برآورد شد:

$$ME\ (Mj/kg) = (0.17 * DMD\%) - 2$$ رابطه ۱)

درصد قابلیت هضم ماده خشک با استفاده از معادله‌ای که توسط اوودی[3] و همکاران (۱۹۹۰) پیشنهاد شده، بر اساس درصد نیتروژن و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی نمونه‌ها محاسبه شد. این معادله به‌صورت زیر است:

$$DMD\ (\%) = 83.58 - 0.824\ ADF + 2.262\%N$$ رابطه ۲)

فسفر و پتاسیم با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری[4] اندازه‌گیری شدند.

۲-۳. تحلیل آماری

پیش از انجام تحلیل‌ها، داده‌ها از نظر رعایت پیش‌فرض‌های نرمال بودن و یکنواختی واریانس (آزمون لوین، در سطح معنی‌داری $\alpha > 0.05$) بررسی شدند. از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی (CRD) به منظور تعیین اختلاف آماری صفات بررسی شده، و از آزمون دانکن[5] جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. آنالیزها در نرم‌افزار آماری R (نسخه ۴.۵.۱) انجام شد.

۳. یافته‌های پژوهش

نتایج تجزیه واریانس مقادیر مولفه‌های کیفیت علوفه گونه‌های علف پشمکی، علف بره و استپی در جدول ۱ به نمایش درآمده است. بر اساس نتایج، بجز در مورد فسفر و اثر متقابل گونه*مرحله فنولوژیکی برای نیتروژن، میانگین مقادیر سایر صفات کیفی در سطح ۰/۰۰۱ و ۰/۰۱ درصد معنی‌دار شدند.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر زمان بر خصوصیات کیفی علوفه در گونه‌های مورد بررسی

منبع تغییرات	درجه آزادی	مقادیر F								
		DMD	CP	WSC	ADF	ME	Ash	N	P	K
گونه گیاهی	۲	۹۲۸/۳۳***	۱۲۰/۵۵***	۵۸۷/۸***	۲۱۹۶/۲۶***	۱۰۹/۹۲***	۲۳/۸۹***	۷/۱۱**	۰/۱۵ns	۱۱/۸۶***
مرحله فنولوژیکی	۲	۲۱۹۰/۸۲***	۴۲۷۸/۶۹***	۴۱۹/۰***	۲۷۰۴/۱۳***	۲۷۴/۰۹***	۸۱/۹۷***	۲۸۸/۷۳***	۰/۳۳ns	۲۰/۳۹***
اثر متقابل	۴	۵۰/۶۲***	۱۴/۲۴***	۱۹۸/۶***	۵۶/۹۳***	۶/۵۳**	۸/۲۰***	۱/۱۷ns	۰/۰۸ns	۸/۴۷***
خطا	۱۸	۰/۲	۰/۱	۰/۰۷	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۴

معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ (**)، ۰/۰۰۱ (***) و عدم معنی‌داری (ns)

بر اساس مقایسه میانگین ساده شاخص‌های کیفیت علوفه در گونه‌های گیاهی علف پشمکی، علف بره و استپی، مشخص شد که با پیشرفت مراحل فنولوژی، درصد هضم ماده خشک، درصد پروتئین خام، انرژی متابولیسمی، درصد خاکستر، درصد ازت و پتاسیم روند

1. Jafari
2. Standing Committee on Agriculture
3. Oddy
4. Spectrophotometry
5. Duncan test

کاهشی داشته، اما درصد کربوهیدرات محلول در آب، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی در طی مراحل فنولوژیکی افزایش یافت (جدول ۲). همچنین گونه *Bromus tomentellus* دارای بالاترین و گونه *Stipa lessingiana* دارای کمترین درصد هضم ماده خشک، درصد کربوهیدرات محلول در آب، محتوای انرژی متابولیسمی و درصد خاکستر بودند. گونه *Stipa lessingiana* بیشترین درصد پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را داشت (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین ساده خصوصیات کیفی اندازه‌گیری شده در مراحل فنولوژیکی و گونه‌های مورد بررسی

گونه‌های گیاهی	میانگین صفات							
	DMD	CP	WSC	ADF	ME	Ash	N	K
Stipa lessingiana	۴۳/۴۸± ۵/۷۸c	**۱۵/۹۹± ۶/۰۶a**	۴/۵۵± ۰/۴۷c	**۵۲/۱۶± ۳/۹۵a**	۵/۳۹± ۰/۹۹c	۵/۶۷± ۰/۹۲c	**۲/۵۶± ۰/۹۸a**	۲/۳۵± ۰/۵۸b
Festuca ovina	۴۷/۹۲± ۷/۶۱b	۱۳/۷۹± ۵/۹۲b	۵/۴۸± ۱/۰۶b	۴۵/۸۲± ۶/۴۱b	۶/۱۰± ۱/۳۰b	۶/۰۵± ۰/۹۳b	۲/۲۳± ۰/۹۶b	**۲/۷۰± ۰/۳۷a**
Bromus tomentellus	**۵۳/۴۲± ۶/۸۴a**	۱۴/۱۱± ۶/۴۶b	**۸/۶± ۳/۵۸a**	۴۰/۶۳± ۶/۲۹b	۷/۰۵± **۱/۲۱a**	۶/۵۴± **۰/۴۸a**	۲/۲۷± ۱/۰۵b	۲/۸۳± **۰/۲۲a**
مرحله فنولوژیکی								
رشد رویشی	**۵۶/۷۴± ۵/۱۴a**	**۲۲/۲۷± ۱/۱۹a**	۶/۶۳± ۲/۶۴b	۳۹/۱۶± ۶/۳۸c	**۷/۶۴± ۰/۹۱a**	**۶/۸۱± ۰/۲۴a**	**۳/۵۶± ۰/۲۵a**	**۲/۷۲± ۰/۲۴a**
گلدهی	۴۶/۲۳± ۳/۱۷b	۱۳/۳۵± ۰/۷۱b	۴/۲۵± ۰/۴۱c	۴۷/۷۷± ۴/۷۲b	۵/۸۰± ۰/۵۰b	۰/۷۱± ۰/۵۰b	۲/۱۸± ۰/۱۸b	**۲/۸۹± ۰/۳۲a**
بذردهی	۴۱/۸۶± ۵/۰۹c	۸/۲۷± ۱/۴۹c	**۷/۷۶± ۳/۱۵a**	**۵۱/۶۸± ۴/۰۰a**	۵/۱۱± ۰/۸۷c	۵/۲۰± ۰/۵۷c	۱/۳۱± ۰/۲۹c	۲/۲۷± ۰/۵۲b

همان‌طور که در جدول مربوط به اثرات متقابل گیاهان در طی مراحل فنولوژیکی ارائه شده است (جدول ۳)، بیشترین قابلیت هضم ماده خشک و انرژی متابولیسمی به ترتیب به میزان ۶۲/۵۴ درصد و ۸/۶۳ مگاژول بر کیلوگرم مربوط به گونه علف پشمکی در مرحله رشد رویشی بوده که دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها بوده است. در حالی که مرحله رشد رویشی در گونه استپی بالاترین درصد پروتئین خام (۲۳/۷۶ درصد) را نشان داد (جدول ۳). کربوهیدرات محلول در آب در مرحله بذردهی گونه علف پشمکی به بیشترین میزان (۱۱/۸۶ درصد) رسیده بود. گونه استپی در مرحله بذردهی دارای بالاترین درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (۵۶/۰۱ درصد) بوده است. کمترین مقادیر خاکستر زمانی ثبت شد که گونه‌های استپی و علف بره به مرحله بذردهی رسیده بودند. همچنین محتوای پتاسیم در مرحله بذردهی در گونه استپی به کمترین میزان رسید (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل خصوصیات کیفی اندازه‌گیری شده

تیمار	میانگین صفات						
	DMD	CP	WSC	ADF	ME	Ash	K
S1P1	۵۰/۷۰c	**۲۳/۷۶a**	۴/۰۷e	۴۷/۱۴d	۶/۶۱c	۶/۷۹a	۲/۸۷ab
S1P2	۴۲/۱۷f	۱۴/۰۰c	۴/۶۵de	۵۳/۳۳b	۵/۲۰e	۵/۴۰cd	۲/۵۵ab
S1P3	۳۷/۵۸h	۱۰/۲۲e	۴/۹۵d	**۵۶/۰۱a**	۴/۳۸f	۴/۸۲d	۱/۶۵c
S2P1	۵۷/۰۰b	۲۱/۱۹b	۵/۸۲c	۳۷/۷۱f	۷/۶۹b	۶/۷۸a	۲/۵۰b
S2P2	۴۷/۳۰e	۱۲/۵۶d	۴/۱۶e	۴۷/۵۵d	۵/۹۲d	۶/۵۲ab	۳/۱۴a
S2P3	۳۹/۴۸g	۷/۶۲f	۶/۴۷c	۵۲/۲۱c	۴/۷۱ef	۴/۸۶d	۲/۴۷b
S3P1	**۶۲/۵۴a**	۲۱/۸۶b	۱۰/۰۰b	۳۲/۶۴g	**۸/۶۳a**	۶/۸۶a	۲/۷۹ab
S3P2	۴۹/۲۲d	۱۳/۵۰c	۳/۹۵e	۴۲/۴۵e	۶/۲۸cd	۶/۸۴a	۳/۰۰ab
S3P3	۴۸/۵۲de	۶/۹۹f	**۱۱/۸۶a**	۴۶/۸۲d	۶/۲۴cd	۵/۹۴bc	۲/۷۰ab

S1-S3: گونه‌های گیاهی، S1 (*Stipa lessingiana*)، S2 (*Festuca ovina*) و S3 (*Bromus tomentellus*)- P1-P3: مراحل فنولوژیکی، P1 (رشد رویشی)، P2 (گلدهی) و P3 (بذردهی)

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، شاخص‌های کیفیت علوفه در طی مراحل فنولوژیکی گیاهان و بین گونه‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری داشتند. مقایسه میانگین مراحل فنولوژیکی گیاهان نشان داد که بیشترین قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و انرژی متابولیسمی در مرحله رشد رویشی ثبت شد. از طرفی، مقادیر بالاتر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی مربوط به مرحله بذردهی بوده است. به نظر می‌رسد کاهش قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و انرژی متابولیسمی با افزایش مقادیر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و همچنین نسبت ساقه به کل گیاه در طول بلوغ گیاه ارتباط دارد. بنابراین، ارزش غذایی گیاهان با شاخص‌های DMD، CP و ME نسبت مستقیم، و با ADF نسبت معکوس دارد (Uniyal *et al*., 2005; Dastenai *et al*., 2012). این یافته‌ها با نتایج گزارش‌شده توسط تمل[1] و همکاران (۲۰۱۵) و تمل و همکاران (۲۰۲۲) نیز همسو است.

در همین راستا، نتایج مقایسه ارزش غذایی دو گونه گندمی *Puccinella bulbosa* و *Aeluropus littoralis* توسط احمدی[2] (۲۰۱۶) نشان داد که کیفیت علوفه بین دو گونه و نیز مراحل رشد فنولوژیکی اختلاف معنی‌داری داشتند. در هر دو گونه با پیشرفت رشد، میزان پروتئین خام و انرژی متابولیسمی روند کاهشی داشته و مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی افزایش یافت. حسینی[3] و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی ارزش غذایی پنج گونه مهم از گندمیان مرتعی یعنی *Bromus tomentellus*، *Poa angustifolia*، *Festuca ovina*، *Agropyron intermedium* و *Agropyron trichophorum* در مراتع استان گلستان اظهار داشتند که کیفیت علوفه بین گونه‌ها و مراحل مختلف رشد اختلاف معنی‌داری داشتند. مرحله رشد رویشی بیشترین و مرحله بذردهی کمترین کیفیت علوفه را داشت. خراسانی‌نژاد[4] و همکاران (۲۰۱۸) در ارزیابی و مقایسه کیفیت علوفه سه گونه از گندمیان (*Avena fatua*، *Hordeum glaucum* و *Agropyron elongatum*) در مراحل مختلف فنولوژی در شهرستان درگز به کاهش درصد پروتئین خام، قابلیت هضم ماده خشک و انرژی متابولیسمی با بلوغ گیاه اشاره کردند که با نتایج ما همخوانی دارد.

با رشد گیاه، بافت‌های نگهدارنده و استحکامی که هضم آن‌ها دشوار است بیشتر می‌شود. از آنجایی که این بافت‌ها غالبا متشکل از کربوهیدرات‌های ساختمانی مثل سلولز، همی‌سلولز و لیگنین هستند، با تکامل گیاه و افزایش درصد کربوهیدرات‌های ساختاری، نسبت الیاف گیاه بیشتر و ظرفیت هضم‌پذیری آن کاسته می‌شود (George & Ogden, 1993; Temel *et al*., 2022). بنابراین، با کاهش نسبت ADF در علوفه، میزان قابلیت هضم ماده خشک و به‌تبع آن، محتوای انرژی متابولیسمی افزایش و برعکس آن اتفاق می‌افتد (Temel *et al*., 2022). چرا که ترکیبات درون‌سلولی مانند کربوهیدرات‌های محلول، پروتئین و چربی، از نظر قابلیت هضم و محتوای انرژی، بالاتر از ترکیبات دیواره سلولی مانند لیگنین، سلولز، پکتین و همی‌سلولز هستند (Collins & Fritz, 2003). از آن‌جا که اندام‌های گیاه در مراحل اولیه رشد گیاهان علوفه‌ای حالت آبدار دارند، دیواره‌های سلولی آن‌ها به‌خوبی توسعه نیافته‌اند (Hoffman *et al*., 2003). بنابراین، در این بافت‌های جوان، برگ و ساقه، تعداد سلول‌های جوان، میزان تقسیم سلولی و نسبت ترکیبات درون‌سلولی غیرساختاری (از جمله سنتز پروتئین و محتوای کربوهیدرات) بالا است (Temel *et al*., 2022). همچنین، در مراحل اولیه رشد، گیاهان دارای ساقه‌های ضعیف‌تر، پهنک برگ‌های بزرگ‌تر و نسبت برگ به ساقه‌ی بالاتری هستند (Temel and Keskin, 2022). با این حال، با پیشرفت مراحل رشد و افزایش نسبت ساقه به برگ، نسبت کربوهیدرات‌های ساختاری افزایش یافته و میزان پروتئین خام کاهش می‌یابد (Temel and Keskin, 2022).

طبق گزارش پیراسته-انوشه[5] و همکاران (۲۰۲۱)، حداقل میزان مورد نیاز پروتئین خام برای حفظ سلامت دستگاه گوارش نشخوارکنندگان ۷ درصد است. اگرچه محتوای پروتئین خام در هر سه گونه از مرحله رویشی تا بذردهی روند کاهشی نشان داد، اما مقدار پروتئین خام برای همه گونه‌ها و در مراحل مختلف فنولوژیکی، در حد مطلوب و مقدار مورد نیاز برای نگهداری دام حفظ شد. بیشترین

1. Temel
2. Ahmadi
3. Hoseini
4. Khorasaninejad
5. Pirasteh-Anosheh

مقدار پروتئین خام برای گونه‌های *Aeluropus littoralis* (۱۴/۴۶ درصد) و *Puccinella bulbosa* (۱۲/۴۸ درصد) در مرحله رشد رویشی، از مقادیر ثبت شده برای گونه‌های بررسی شده در این مطالعه کمتر بوده است (Ahmadi, 2016). محمدی[1] و همکاران (۲۰۲۳) مقادیر پروتئین خام را برای گونه‌های گندمی فستوکای بلند (*Festuca arundinacea* L.)، علف پشمکی (*Bromus inermis* Leyss.) و علف باغ (*Dactylis glomerata* L.) در مرحله گلدهی به ترتیب ۹/۵ درصد، ۱۰/۸۵ درصد و ۱۲/۰۶ درصد گزارش کردند، که در مقایسه با گونه‌های بررسی شده در این مطالعه کمتر است. انتظار می‌رود در زمان رسیدگی بذر، محتوای پروتئین افزایش یابد، اما به‌دلیل ریزش بذر در هر سه گونه و نیز اندازه کوچک بذرها، میزان پروتئین کاهش یافت (Kashki *et al*., 2016). این یافته با نتایج گزارش‌شده توسط ابرسجی[2] و همکاران (۲۰۰۹) و سنجری[3] و همکاران (۲۰۱۳) هم‌خوانی دارد. هدی و پیت[4] (۱۹۷۹) بیان کردند که محتوای محلول‌های سلولی، پروتئین خام و فسفر در مرحله رشد فعال بیشینه بوده و سپس با ورود به دوره رکود کاهش می‌یابد. این روند کاهشی به‌دلیل حرکت مواد غذایی از برگ‌ها و ساقه‌ها به سمت طوقه و ریشه‌ها در آغاز رکود است. از سوی دیگر، برگ گیاه که نقش اصلی را در فرآیند فتوسنتز ایفا می‌کند، از فعالیت آنزیمی بالاتری نسبت به ساقه برخوردار بوده و دارای مقدار بیشتری کربوهیدرات‌های غیرساختمانی و پروتئین است؛ به‌طوری‌که میزان پروتئین خام در برگ تقریباً دو برابر ساقه گزارش شده است. به همین دلیل، با پیشرفت رشد گیاه، محتوای پروتئین آن کاهش می‌یابد (Humphries, 1956; Kamali *et al*., 2014). تاندوه[5] و همکاران (۲۰۱۹) نیز کیفیت علوفه گونه *Agropyron cristatum* را در مراحل مختلف فنولوژیکی در کانادا بررسی کردند و دریافتند که مقدار پروتئین خام در مرحله رویشی بیشتر از مرحله گلدهی، و در مرحله گلدهی نیز بیشتر از مرحله بذردهی بود.

مقدار انرژی متابولیسمی مورد نیاز برای تولید دام با توجه به وزن واحد دامی در ایران (۵۰ کیلوگرم) (Arzani, 2009) و بر اساس معادله پیشنهادی وزارت کشاورزی، شیلات و غذا در انگلستان (MAFF, 1984) به صورت ($ME_m = 1.4 + 0.09 \times 50$) محاسبه شده و برابر با ۵/۹ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک است. بنابراین، انتخاب مناسب‌ترین زمان برداشت و نوع گیاه، در تأمین میزان انرژی متابولیسمی مورد نیاز بسیار حائز اهمیت است. در بین گونه‌های مورد بررسی گونه علف پشمکی با اختلافی معنی‌دار دارای بیشترین میزان انرژی متابولیسمی در مرحله رشد رویشی (۸/۶۳ مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک) بوده که به وضوح نشان می‌دهد از این نظر نسبت به دو گونه دیگر برتری دارد. مشابه با نتایج این تحقیق، در مقایسات ارزش غذایی گونه‌های گندمی که توسط محمدی و همکاران (۲۰۲۳) و حسینی و همکاران (۲۰۱۴) انجام شد، بیشترین انرژی متابولیسمی برای گونه علف پشمکی و به ترتیب ۷/۵۱ و ۷/۵۲ مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک در مرحله رشد رویشی گزارش شد.

میزان کربوهیدارت محلول در آب سه گونه مورد مطالعه در مراحل رویشی، گلدهی و بذردهی، تفاوت معنی‌داری نشان داد. این شاخص در مرحله بذردهی گونه علف پشمکی به طور قابل توجهی بالاتر بود؛ که نشان‌دهنده کیفیت علوفه بالاتر علف پشمکی در پایان فصل رشد در مقایسه با گیاهان علف بره و استپی است. درصد کربوهیدرات محلول در آب در تابستان برای گونه‌های علف پشمکی، علف بره و استپی به ترتیب به ۱۱/۸۶ درصد، ۶/۴۷ درصد و ۴/۹۵ درصد، به حداکثر خود رسید که همزمان با مرحله بذردهی گونه‌های مورد بررسی بوده است. شناخت روند تغییرات فصلی ذخایر هیدرات کربن و تعیین حد بحرانی این ذخایر در گیاهان مرتعی، می‌تواند به مرتعدار کمک کند تا زمان مناسب چرا را انتخاب کرده و شرایط بهینه‌ای را که توازن میان کمیت و کیفیت علوفه برقرار می‌کند، فراهم سازد (Arzani *et al*., 2012). مطالعه چاره‌ساز[6] و همکاران (۲۰۱۰) روی سه گونه *Dactylis glomerata*، *Bromus tomentellus* و *Agropyron intermedium* در سه مرحله فنولوژیکی نشان داد که با افزایش مراحل رشد، درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب افزایش می‌یابد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. کربوهیدرات‌های محلول در آب معمولا در انتهای دوره رویش یعنی در اواخر بهار و فصل

1. Mohammadi
2. Abarsaji
3. Sanjari
4. Heady & Pitt
5. Tandoh
6. Charehsaz

تابستان که نسبت ساقه به برگ بیشتر می‌شود و محتوای کربوهیدرات‌های محلول در ساقه ۵۰ درصد بیشتر از برگ است، به حداکثر سطح خود می‌رسند (Holecheck *et al*., 2004; Charehsaz *et al*., 2010; Ghorbanian *et al*., 2016).

در این تحقیق، گونه علف پشمکی دارای بیشترین درصد هضم ماده خشک در مرحله رویشی (۶۲/۵۴ درصد) است که با نتایج محمدی و همکاران (۲۰۲۳) مبنی بر هضم‌پذیری بالای ماده خشک این گونه (۵۵/۹۳ درصد) نسبت به گیاهان *Festuca arundinacea* و *Dactylis glomerata* هم‌خوانی دارد. در تأیید نتایج ما، حسینی و همکاران (۲۰۱۴) نیز بیشترین قابلیت هضم‌پذیری ماده خشک را در بین پنج گونه گندمی برای *Bromus tomentellus* در مرحله رشد رویشی به میزان ۵۶ درصد گزارش دادند. در پژوهشی دیگر، در گیاه گندمی *Aeluropus lagopoides* بیشترین قابلیت هضم ماده خشک مربوط به مرحله رشد رویشی و به میزان ۴۴/۴ درصد بود که کمتر از مقادیر ثبت شده برای گیاهان مورد بررسی است (Soltanipour & Zandi Esfahan, 2021). کوک و استابندیک[1] (۱۹۸۶) عنوان کردند که اختلاف بین محتوای شیمیایی گونه‌های گیاهی ممکن است با توجه به جذب مواد غذایی خاص از خاک و تجمع آنها در بافت‌ها باشد. اختلاف نسبت برگ به ساقه می‌تواند عامل دیگری در تفاوت محتوای غذایی و کیفیت علوفه در گونه‌ها باشد.

به طور کلی گونه علف پشمکی (*Bromus tomentellus*) دارای ارزش غذایی بالاتری بوده است. در همین راستا، در مطالعه‌ای روی ارزش غذایی پنج گونه مهم از گندمیان مرتعی یعنی *Bromus tomentellus*، *Poa angustifolia*، *Festuca ovina*، *Agropyron intermedium* و *Agropyron trichophorum* در مراتع استان گلستان، گونه *Bromus tomentellus* با بیشترین میزان پروتئین خام، انرژی متابولیسمی و هضم‌پذیری ماده خشک، بالاترین ارزش غذایی را از نظر خوشخوراکی به خود اختصاص داده بود (Hoseini *et al*., 2014).

نتایج این تحقیق نشان داد که اثر زمان بر خصوصیات کیفی علوفه در گونه‌های مورد بررسی موجب بروز اختلافات معنی‌داری شد. با توجه به پارامترهای کیفی، گونه علف پشمکی دارای کیفیت علوفه بالاتری است، زیرا نسبت به گونه‌های علف بره و استپی، محتوای انرژی متابولیسمی، قابلیت هضم ماده خشک و خاکستر خام بیشتر و از طرفی میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی کمتری در هر سه مرحله رشد رویشی، گلدهی و بذردهی دارد. با توجه به این موضوعات، گونه علف پشمکی می‌تواند در برنامه‌های مدیریتی منطقه مورد توجه قرار گیرد. اگرچه گونه استپی در هر یک از مراحل فنولوژی محتوای پروتئین خام بیشتری نسبت به دو گونه دیگر دارد، اما مقادیر کمتر هضم‌پذیری ماده خشک، انرژی متابولیسمی و خاکستر و درصد بالاتر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ثبت شده در مراحل مختلف فنولوژی موجب شده تا این گونه از ارزش غذایی و کیفیت علوفه پایین‌تری برخوردار باشد. به‌رغم کیفیت پایین‌تر این گونه و به‌دلیل مقاومت بالاتر به چرا و نقش حفاظتی در خاک، استپی می‌تواند گونه‌ای ارزشمند برای تثبیت دامنه و احیای مراتع باشد. با توجه به اطلاعات این تحقیق، می‌توان نتیجه گرفت که بهترین زمان چرای دام در مراتع منطقه مورد مطالعه، مرحله رشد رویشی و ابتدای مرحله گلدهی است که گیاهان از کیفیت علوفه بالاتری برخوردار هستند. از آن‌جا که برگ‌ها در اغلب مراحل رشد گیاهان گندمیان دارای پروتئین خام بالاتر و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی کمتری هستند، بلوغ علوفه معمولاً با کاهش پروتئین خام و افزایش محتوای فیبر همراه است. از این‌رو، چرا در اوایل فصل رشد، امکان دسترسی به علوفه‌ای با کیفیت بالاتر و نسبت برگ به ساقه بیشتر را فراهم می‌کند.

References

Abarsaji, G. A., Shahi, G. A., & Pasandi, M. (2008). Determination of forage quality of *Hedysarum coronarium* at phenological different stages. *Pajouhesh & Sazandegi, 78*(1), 51-55 (In Persian).

Abtahi, M., & Zandi Esfahan, E. (2017). Effects of phenological stage on forage quality of halophyte species *Salsola arbuscula* Pall. in the central desert of Iran. *Applied Ecology & Environmental Research*, *15*(3), 901-909. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1503_901909.

Ahmadi, A. (2016). Determination and comparison of nutritive value of two halophyte grasses: *Puccinella bulbosa* and *Aeluropus littoralis* in marginal rangelands of Mighan desert wetland (Arak). *Journal of Wetland Ecobiology*, *8*(3), 15-26. (In Persian).

1. Cook & Stubbendieck

Arzani, H. (2009). *Forage Quality and Daily Requirement of Grazing Animal*. University of Tehran Press, Tehran, Iran. 354 pp.

Arzani, H., Pouzesh, H., Motamedi, J., Mirakhorli, R., & Niknejad, S. A. (2012). Effects of phenological stages on forage quality of five rangeland species in semi-steppe rangeland of Jashlobar Semnan. *Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 19*(3), 384-394. (In Persian). https://doi.org/10.22092/ijrdr.2012.3068.

Asaadi, A. M., & Yazdi, A. K. (2011). Phenological stage effects on forage quality of four forbs species. *Journal of Food Agriculture and Environment, 9*(2): 380-384.

Asri, Y. (2011). *Range Plants of Iran, Volume I: Monocotyledons*. Research Institute of Forests and Rangelands, First Edition, Tehran, Iran. 574 pp.

Bagheri Rad, E., Mesdaghi, M., Norhayati, A., & Maimon, A. (2015). Nutritional quality and quantity of available forages relative to demand: a case study of the goitered gazelles of the Golestan National Park, Iran. *Rangelands*, *37*(2), 68-80. https://doi.org/10.1016/j.rala.2015.01.004.

Ball, D. M., Collins, M., Lacefield, G. D., Martin, N. P., Mertens, D. A., Olson, K. E., Putnam, D. H., Undersander, D. J., & Wolf, M. W. (2001). Understanding forage quality. *American Farm Bureau Federation Publication*, *1*(01), 1-15. Park Ridge, IL. *Washington DC*.

Baron, V. S., Dick, A. C., & King, J. R. (2000). Leaf and stem mass characteristics of cool-season grasses grown in the Canadian Parkland. *Agronomy Journal*, *92*(1), 54-63. https://doi.org/10.2134/agronj2000.92154x.

Behnamfar, K., Zandi Esfahan, E., Hasanzadeh, M., & Syahi, S. S. (2018) Comparison of biomass and structural and non-structural carbohydrate stores of halophytes and salinity-resistant species for potential measurement and introduction in ethanol production (Species of *Atriplex leucoclada*, *Suaeda fruticosa*, *Seidlitzia rosmarinus* and *Phragmites australis* in Khuzestan province). Final report of the research project, Research Institute of Forests and Rangelands publication, Tehran, Iran, 50 pp. (In Persian).

Buxton, D. R. (1996). Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Science and Technology*, *59*(1-3), 37-49. https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00885-3.

Charehsaz, N., Jafari, A., Arzani, H., & Azarnivand, H. (2010). Reviews trends percent water soluble carbohydrate in three species of *Agropyron intermedium*, *Bromus tomentellus, Dactylis glomerata* at three phenological stages. *Journal of Rangeland, 4*(1), 121-129. (In Persian).

Collins, M., & Fritz, J. O. (2003). Forage Quality. Forages. In: Barnes, R. F., Nelson, C. J., Collins, M. & Moore, K. J. (Eds.) Vol. I. 6th ed. Oxford, UK: Blackwell Publishing Company, 363-390.

Cook, C. W., & Stubbendieck, J. (1986). *Range Research: Basic Problems and Techniques*. Society for Range Management, Colorado. 317 pp.

Crowe, T. D., & White, P. J. (2001). Adaptation of the AOCS official method for measuring hydroperoxides from small-scale oil samples. *Journal of the American oil chemists' society*, *78*(12), 1267-1269. https://doi.org/10.1007/s11745-001-0424-7.

Dastenai, M. V., Mirhadi, M. J., & Mehrani, A. (2012). The study and comparison of 3 foxtail millet (*Setaria italica* L.) cultivars in different phenological stages in Karaj region. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences, 2*(3): 62-68.

Esmaeili, M. M., Kheirfam, H., Deilam, M., Akbarloo, M., & Saboori, H. (2010) Study on effects of cutting on production of *Agropyron elongatum* and *Festuca ovina* species. *Journal of Rangeland, 4*(1): 72-81 (In Persian).

George, R., & Ogden, P. H. (1993). What is an A.U.M.? Rangeland Management Specialists, School of Renewable Natural Resources, College of Agriculture and University of Arizona, United States, 33 p.

Ghorbanian, D., Zandi Esfahan, E., & Amirjan, M. (2016). Investigation and determination of forage quality *Aellenia subaphylla* during three vegetative winter pastures in Semnan province. *Iranian Journal of Range and Desert Research, 23*(1), 177-187. (In Persian). https://doi.org/10.22092/ijrdr.2016.106482.

Heady, H. F., & Pitt, M. D. (1979). Seasonal versus continuous grazing on annual vegetation of northern California. *Rangelands Archives*, *1*(6), 231-232.

Herrero, M., Havlík, P., Valin, H., Notenbaert, A., Rufino, M. C., Thornton, P. K., Blümmel, M., Weiss, F., Grace, D. & Obersteiner, M. (2013). Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(52), 20888-20893. https://doi.org/10.1073/pnas.1308149110.

Hilario, M. C., Wrage-Mönnig, N., & Isselstein, J. (2017). Behavioral patterns of (co-) grazing cattle and sheep on swards differing in plant diversity. *Applied Animal Behaviour Science*, *191*, 17-23. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.02.009.

Hoffman, P. C., Lundberg, K. M., Bauman, L. M., & Shaver, R. D. (2003). The effect of maturity on NDF digestibility. *Focus on Forage*, *5*(15), 1-3.

Holecheck, J. L., Rex, D., & Carlton, H. (2004). Presence of major and trace elements in seven medicinal plants growing in the South-Eastern Desert, Egypt. *Journal of Arid Environments*, *66*(2), 210-217. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.10.022.

Hopkins, A., & Wilkins, R. J. (2006). Temperate grassland: key developments in the last century and future perspectives. *Grass and Forage Science, 61*(3), 265–275. https://doi.org/10.1017/S0021859606006496.

Hoseini, S. A., Mesdaghi, M., & Pambukhchyan, S. (2014). Study on the forage quality of five important grasses at different phenological stages in summer rangelands of Golestan province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, *21*(2), 189-197. (In Persian). https://doi.org/10.22092/ijrdr.2014.11361.

Humphries, E. C. (1956). Mineral Components and Ash Analysis. In: Paech, K. & Tracey, M. V. (Eds.) Modern Methods of Plant Analysis/Moderne Methoden der Pflanzenanalyse. Modern Methods of Plant Analysis/Moderne Methoden der Pflanzenanalyse, vol 1. Springer, Berlin, Heidelberg. 468-502. https://doi.org/10.1007/978-3-642-80530-1_17.

Jafari, A., Connolly, V., Frolich, A., & Walsh, E. J. (2003). A note on estimation of quality parameters in perennial ryegrass by near infrared reflectance spectroscopy. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 293-299. (In Persian).

Kamali, A. A., Foroozandeh, A. D., Tabatabaei, S., & Ranjbari, A. R. (2014). Determination of nutritive value of *Aeluropus lagopides* in Bushehr province rangelands. *Animal Sciences Journal, 27*(102), 81-87. (In Persian).

Kashki, M. T., Zandi Esfahan, E., Mohammadi, M., & Ranjbar, M. (2016). Effects of growth stages on forage quality of specific halophytes (*Limonium iranicum* and *Reaumuria fruticosa*) in the Bajestan desert of Korasan province, Iran. *European Online Journal of Natural and Social Sciences, 5*(3), 787-794.

Keskin, B., & Temel, S. (2022). The effects of different sowing and harvest periods on herbage yield and some yield components of mountain spinach (*Atriplex nitens* schkuhr) grown in rainfed conditions. *Turkjans*, *9*(2), 340-349. https://doi.org/10.21597/jist.1243402.

Khorasaninejad, Z., Ajorlo, M., Pahlevanroy, A., & Yousofelahi, M. (2018). Comparing forage quality of three grass species at different phenological stages in summer rangelands of Aslomeh Kalat Chenar, Dargaz City. *Journal of Rangeland, 12*(1), 24-34. (In Persian). https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20080891.1397.12.1.3.7.

MAFF. 1984. *Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants*. ADAS references book, Technical Bulletin 33, Her Majesty's Stationary Office (HMSO), London.

Masters, D. G., Benes, S. E., & Norman, H. C. (2007). Biosaline agriculture for forage and livestock production. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *119*(3-4), 234-248. https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.08.003.

Melo, C. D., Maduro Dias, C. S., Wallon, S., Borba, A. E., Madruga, J., Borges, P. A., Ferreira, M. T., & Elias, R. B. (2022). Influence of climate variability and soil fertility on the forage quality and productivity in Azorean pastures. *Agriculture*, *12*(3), 358. https://doi.org/10.3390/agriculture12030358.

Moghimi, J., & Ansari, V. (2004) *Introduction Some Important Range Species Suitable for the Development and Improvement of Rangelands Iran*. Range Technical Office. 132-138. Aron publication, Tehran, Iran. (In Persian).

Mohammadi, R., Nakhoda, B., & Amiri, S. (2023). Evaluation of three forage grasses (tall fescue, orchard grass and wooly brome) for forage production in agro-ecosystems of cold and temperate regions. *Journal of Forage and Animal Feed, 4*(2), 33–47. (In Persian).

Mohebi, Z., Heshmati, G. A., Sefidkon, F., & Zare Chahouki, M. A. (2016). Optimal harvest timing of *Prangos ferulacea* (L.) Lindl: effects of phenology stages, elevation and type of plant factors on forage quality. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 16*(3), 650-661. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162016005000047.

Moore, K. J., Lenssen, A. W., & Fales, S. L. (2020). Factors affecting forage quality. *Forages: The Science of Grassland Agriculture*, *2*, 701-717. https://doi.org/10.1002/9781119436669.ch39.

Oddy, V. H., Ewoldt, C. L., Jones, A. W., & Warren, H. M. (1990). Metabolisable energy content of diets based on oats grain. *Australian Journal of Experimental Agriculture, 30*(4), 503-506. https://doi.org/10.1071/EA9900503.

Pirasteh-Anosheh, H., Mirhosseini, A., Akram, N. A., & Hasanuzzaman, M. (2021). Forage potential of Salsola species in arid-saline rangelands. *Turkish Journal of Botany, 45*(3), 203-215. https://doi.org/10.3906/bot-2010-36.

Saffariha, M., Azarnivand, H., Zare Chahouki, M. A., Tavili, A., Nejad Ebrahimi, S., & Potter, D. (2021). Phenological effects on forage quality of *Salvia limbata* in natural rangelands. *Central Asian Journal of Environmental Science and Technology Innovation*, *2*(1), 36-44. https://doi.org/10.22034/CAJESTI.2021.01.04.

Sanjari, M., Ahmadi, A., & Toranjzar, H. (2013, September). *Determination and comparison of nutrient value of Limonium iranicum on halophytic rangelands in border of Migan playa*, Paper presented at the Third National Seminar of Combating Desertification and Sustainable Development of Iran playas, Markazi, Iran (pp. 176-183) (In Persian)

Shahi, M., Azarnivand, H., Zandi Esfahan, E., & Jafari, M. (2025). Exploring the potential forage quality of some halophytic species at different phenological stages. *BMC Plant Biology, 25*(1), 794. https://doi.org/10.1186/s12870-025-06735-z.

Shooshtari, M. R., GHasryani, F., & Ghorbankhani, A. (2017). Effects of different harvesting intensities on forage production and other characteristics of *Bromus tomentellus* Boiss. in Gavanban Rangelands of Kermanshah Province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, *23*(4), 810-822. https://doi.org/10.22092/ijrdr.2017.109514.

Soltanipour, M., & Zandi Esfahan, E. (2021). Forage quality of five halophytes at different growth stages in Zaminsang and Sirik regions of Hormozgan province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, *28*(1), 55-68. (In Persian). https://doi.org/10.22092/ijrdr.2021.123854.

Standing Committee on Agriculture (SCA), CSIRO. (1990). Melbourne, Australia, 266 p.

Tandoh, S., Coulman, B., & Biligetu, B. (2019). Assessment of crested wheatgrass (*Agropyron cristatum* L.) accessions with different geographical origins for agronomic and phenotypic traits and nutritive value. *Euphytica, 215*(10), 161. https://doi.org/10.1007/s10681-019-2476-4.

Temel, S. (2017). Determination of feed contents of some wild species growing in the high-altitute grasslands. *Journal of the Institute of Science and Technology*, *7*(3), 293-298.

Temel, S. (2018). Determination of nutritional contents at the different development stages of *Puccinellia distans* and *Aeluropus littoralis* commonly growing in saline-alkaline pastures. *International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences, 2*, 237-246. https://doi.org/10.24180/ijaws.440309.

Temel, S., & Keskin, B. (2022). The effect of different sowing and harvest periods on herbage yield and some yield components in mountain spinach as alternative forage resource. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 8*(1): 92-107. https://doi.org/10.21597/jist.1133553.

Temel, S., Keskin, B., & Güner, Z. (2022). Change in forage quality of whole plant, leaf and stem according to sowing and harvesting periods in *Atriplex nitens* Schkuhr grown without fertilizer. *Turkish Journal of Field Crops*, *27*(2), 208-216. https://doi.org/10.17557/tjfc.1105275.

Temel, S., Surmen, M., & Tan, M. (2015). Effects of growth stages on the nutritive value of specific halophyte species in saline grasslands. *Journal of Animal & Plant Sciences*, *25*(5): 1419-1428.

Tucak, M., Ravlić, M., Horvat, D., & Čupić, T. (2021). Improvement of forage nutritive quality of alfalfa and red clover through plant breeding. *Agronomy*, *11*(11), 2176.

Uniyal, S. K., Awasthi, A., & Rawat, G. S. (2005). Biomass availability and forage quality of *Eurotia ceratoides* Mey in the rangelands of Changthang, eastern Ladakh. *Current Science*, 201-205.

Vallentine, J. F. (1990). *Grazing Management*. Academic Press Inc., San Diego, 528pp.

Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, New York.