



Comparison of Physicochemical Indices and Nutritional Value of Two Medicinal Rangeland Species, *Dorema aucheri* Boiss. and *Allium haemanthoides* Boiss. & Hausskn., in Four Habitats of the Central Zagros

Sajad Ebtekar-Asl¹ | Esmail Asadi borujeni² | Somayeh Dehghani^{3*}  

1. Forests and Rangelands Research Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bushehr, Iran.

2. Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

3. Soil and water Research Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bushehr, Iran.

Correspond E-mail: somayehdehghani1988@gmail.com

Article Info

Abstract

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 01 May. 2026
Revised: 14 Jun. 2026
Accepted: 17 Jun. 2026
Published online: 01 Oct. 2026

Keywords:
Dorema aucheri,
Allium haemanthoides,
Nutritional value,
Ecotypic diversity,
Flowering stage,
Zagros rangelands.

This study aimed to evaluate the impact of various ecotypes on the physicochemical indices and nutritional value of two medicinal-rangeland species, namely Bilhar (*Dorema aucheri*) and Bon-Sorkh (*Allium jesdianum*), across the habitats of the Central Zagros region. Sampling of the aerial parts of the plants was conducted during the flowering stage. Following the homogenization of leaves and stems, samples were analyzed in four replicates for ash content (ASH), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), crude protein (CP), water-soluble carbohydrates (WSC), dry matter digestibility (DMD), moisture content (HUM), crude fat (FAT), titratable acidity (ACID), and pH. Results: Based on the mean comparisons, the "Bid-Sardareh" ecotype emerged as the superior habitat for both species, exhibiting the highest crude protein content (23.43% in Bilhar and 27.68% in Bon-Sorkh) and the lowest NDF (24.09% in Bilhar and 23.35% in Bon-Sorkh). Notably, this ecotype also yielded the highest dry matter digestibility, peaking at 72.58% in Bilhar. Furthermore, Bilhar in the "Zangva" habitat (20.91%) under drought stress, and Bon-Sorkh in "Kuhrang" under cold stress, responded by upregulating their water-soluble carbohydrate (WSC) levels. A highly significant negative correlation was observed between ADF and DMD, confirming the reliability and efficiency of using ADF for the rapid estimation of forage quality. Overall, the results underscore the superiority of the Bid-Sardareh ecotype and highlight the importance of conserving ecotypic diversity as a strategic approach for the sustainable management and conservation of the Zagros rangelands.

Cite this article: Ebtekar-Asl, S., Asadi borujeni, E., Dehghani, S. (2026). Comparison of Physicochemical Indices and Nutritional Value of Two Medicinal Rangeland Species, *Dorema aucheri* Boiss. and *Allium haemanthoides* Boiss. & Hausskn., in Four Habitats of the Central Zagros. *Journal of Range & Watershed Management*, 79 (3), 399-413. DOI: <http://doi.org/10.22059/jrwm.2026.413536.1873>



EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Rangelands are among the most extensive terrestrial ecosystems and play a vital role in maintaining ecological balance, preserving biodiversity, and supporting livestock production in many parts of the world. In arid and semi-arid regions, rangelands provide the primary source of forage for grazing animals and constitute an essential component of rural livelihoods. In addition to their forage value, many rangeland plants possess medicinal properties and are widely used in traditional medicine and local food systems. Consequently, evaluating the nutritional value and physicochemical characteristics of rangeland plant species is crucial for sustainable ecosystem management and the optimal utilisation of natural resources. The Zagros mountain range is one of the most important ecological regions in Iran, characterised by high plant diversity and complex environmental conditions. The Central Zagros, in particular, hosts a wide range of medicinal and forage species that have adapted to different climatic and edaphic conditions. Environmental heterogeneity in this region often leads to the formation of distinct ecotypes within the same species. These ecotypes may exhibit variations in morphological traits, physiological responses, and chemical composition, which can significantly influence their forage quality and nutritional value.

Among the numerous species found in Zagros rangelands, *Dorema aucheri* and *Allium haemanthoides* are considered valuable medicinal and forage plants. These species are widely distributed in mountainous habitats and are known for their ecological adaptability and economic importance. However, information regarding the influence of habitat conditions and ecotypic variation on their physicochemical properties and nutritional quality remains limited. Understanding such variations is essential for identifying superior ecotypes and improving rangeland management strategies. Therefore, the present study aimed to compare the physicochemical indices and nutritional value of *Dorema aucheri* and *Allium haemanthoides* across four different habitats of the Central Zagros. By analysing parameters related to forage quality, this research seeks to clarify how environmental conditions influence plant nutritional characteristics and to determine ecotypes with higher forage potential.

Materials and Methods: This study was conducted in four natural habitats located in the Central Zagros region, each representing distinct ecological and climatic conditions. These habitats differ in factors such as altitude, temperature, precipitation, and soil characteristics, which are known to influence plant growth and chemical composition. Two medicinal rangeland species, *Dorema aucheri* Boiss. and *Allium haemanthoides* Boiss. & Hausskn., were selected as the target species due to their ecological importance and widespread distribution in the region.

Sampling was carried out during the flowering stage of plant development, which is generally considered the most suitable stage for evaluating forage quality and nutritional characteristics. At this stage, the aerial parts of plants, including leaves and stems, were collected from each habitat. Plant samples were carefully harvested and transported to the laboratory for further analysis. To ensure the reliability of the results, four replicates were prepared for each sampling site.

In the laboratory, the collected plant materials were dried and homogenised prior to chemical analysis. Several physicochemical and nutritional parameters were measured to assess the forage quality of the studied species. These parameters included ash content (ASH), which reflects the mineral composition of plant tissues; neutral detergent fibre (NDF) and acid detergent fibre (ADF), which represent the structural components of plant cell walls; crude protein (CP), which is an essential indicator of forage nutritional value; and water-soluble carbohydrates (WSC), which provide an important source of readily available energy for grazing animals. In addition, dry matter digestibility (DMD) was determined to estimate the proportion of plant material that can be digested by livestock. Other measured characteristics included moisture content (HUM), crude fat (FAT), titratable acidity (ACID), and pH.

The obtained data were statistically analysed using analysis of variance (ANOVA) to determine the effects of species, habitat, and their interaction on the measured traits. Mean comparisons were subsequently conducted to identify significant differences among ecotypes and to determine the habitats that produced plants with superior nutritional characteristics.

Results and Discussion: The results of the statistical analysis indicated that the interaction between species and habitat had a significant effect on most of the measured traits at the 1% probability level. This finding demonstrates that the nutritional and physicochemical characteristics of the studied species were strongly influenced by environmental conditions in different habitats. However, some parameters, including ash content, neutral detergent fibre, and moisture content, were not significantly affected by the interaction between species and region.

Among the investigated habitats, the Bid-Sardareh ecotype exhibited the most favourable nutritional characteristics for both species. Plants collected from this habitat showed the highest crude protein content and relatively low fibre fractions, indicating high forage quality and improved digestibility. The crude protein content reached 23.43% in Bilhar

and 27.68% in Bon-Sorkh populations, suggesting that plants growing in this habitat can provide valuable nutritional resources for grazing livestock. Furthermore, the lowest neutral detergent fibre values were observed in this ecotype, which indicates greater palatability and digestibility of the forage.

Dry matter digestibility also showed considerable variation among habitats. The highest digestibility value was recorded in the Bid-Sardareh population of Bilhar, reaching 72.58%. High digestibility values indicate that a greater proportion of plant biomass can be effectively utilised by livestock, thereby increasing the overall feeding value of the species. These findings highlight the importance of habitat conditions in determining the forage potential of rangeland plants.

The study also revealed significant physiological responses to environmental stress conditions. In the Zangva habitat, which is characterised by drought conditions, Bilhar plants exhibited increased levels of water-soluble carbohydrates. Similarly, Bon-Sorkh plants growing in the colder Kuhrang habitat also showed elevated concentrations of soluble carbohydrates. The accumulation of water-soluble carbohydrates is commonly associated with plant adaptation to environmental stresses such as drought and low temperature. These compounds help maintain osmotic balance within plant cells and contribute to improved stress tolerance.

Another important observation was the strong negative relationship between acid detergent fibre and dry matter digestibility. As the ADF content increased, digestibility decreased significantly, confirming that ADF can be considered a reliable indicator of forage quality. High ADF levels are associated with greater lignification of plant tissues, which reduces the accessibility of nutrients to rumen microorganisms and ultimately decreases digestibility.

Conclusion: The results of this study demonstrate that ecotypic variation plays a significant role in determining the nutritional value and physicochemical characteristics of *Dorema aucheri* and *Allium haemanthoides* in the rangelands of the Central Zagros. Among the studied habitats, the Bid-Sardareh ecotype showed superior performance in terms of crude protein content, digestibility, and favourable fibre composition, indicating its high potential as a valuable forage resource. The findings also revealed that environmental stresses such as drought and cold can influence plant biochemical composition, particularly through the accumulation of water-soluble carbohydrates.

These results highlight the importance of considering habitat conditions and ecotypic diversity when evaluating rangeland plant species. Identifying ecotypes with superior nutritional characteristics can contribute to improved rangeland management and more efficient utilisation of natural forage resources. Furthermore, the strong relationship observed between fibre fractions and digestibility suggests that certain physicochemical parameters can be used as reliable indicators for rapid forage quality assessment. Future studies should focus on long-term monitoring of these species across different ecological gradients to better understand their adaptive mechanisms and potential role in sustainable rangeland ecosystems.

Keywords: Nutritional value, Forage quality, Digestible dry matter, Water-soluble carbohydrates, Plant fiber, Zagros habitats.



مقایسه شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و ارزش غذایی دو گونه دارویی-مرتعی بیلهر (*Dorema aucheri* Boiss.) و بن‌سرخ (*Allium haemanthoides* Boiss. & Hausskn.) در چهار اکوتیپ زاگرس مرکزی

سجاد ابتکار اصل^۱ | اسماعیل اسدی بروجنی^۲ | سمیه دهقانی^۳

۱. بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران.
۲. گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
۳. بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران.
ایانامه: somayehdehghani1988@gmail.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۱۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۳/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۲۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۷/۰۹

کلیدواژه‌ها:

ارزش تغذیه‌ای،

کیفیت علوفه،

ماده خشک قابل هضم،

قندهای محلول،

الیاف گیاهی،

رویشگاه‌های زاگرس.

این پژوهش با هدف ارزیابی مقایسه شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و ارزش غذایی دو گونه دارویی-مرتعی بیلهر (*Dorema aucheri*) و بن‌سرخ (*Allium haemanthoides*) در چهار رویشگاه زاگرس مرکزی (زنگوا، بیدسردره، جونقان-سالدوران، کوه‌رنگ-زردکوه) انجام شد. نمونه‌برداری از اندام‌های هوایی گیاهان در مرحله گلدهی انجام و پس از اختلاط برگ و ساقه، نمونه‌ها در چهار تکرار از لحاظ درصد خاکستر، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، درصد پروتئین، درصد قندهای محلول، درصد ماده خشک قابل هضم، درصد رطوبت، درصد چربی، اسیدیته قابل تیتراسیون و شدت اسیدی بودن (PH) مورد تجزیه قرار گرفتند. از تجزیه واریانس فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی برای تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SAS استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطوح ۵ و ۱ درصد انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل گونه و منطقه به جز درصد خاکستر، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و درصد رطوبت بر سایر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بر اساس مقایسه میانگین‌ها، اکوتیپ بیدسردره در هر دو گونه با بیشترین پروتئین خام (۲۳/۴۳ درصد در بیلهر و ۲۷/۶۸ در بن‌سرخ)، کمترین الیاف نامحلول در شوینده خنثی (۲۴/۰۹ درصد در بیلهر و ۲۳/۳۵ درصد در بن‌سرخ) و بالاترین قابلیت هضم به‌عنوان برترین رویشگاه شناسایی شد. به‌گونه‌ای که بیشترین پروتئین خام و بالاترین قابلیت هضم (۷۲/۵۸ درصد در بیلهر) را به خود اختصاص داد. همچنین، بیلهر در زنگوا (۲۰/۹۱) تحت تنش خشکی و بن‌سرخ در کوه‌رنگ تحت تنش سرمایی با افزایش درصد قندهای محلول پاسخ نشان دادند. همبستگی منفی بسیار قوی بین الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و قابلیت هضم، کارایی الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را برای برآورد سریع کیفیت علوفه تأیید کرد. در مجموع، نتایج بر برتری اکوتیپ بیدسردره و اهمیت حفاظت از تنوع اکوتیپی به‌عنوان راهبردی برای مدیریت پایدار مراتع زاگرس تأکید دارد.

استناد: ابتکار اصل؛ سجاد، اسدی بروجنی؛ اسماعیل، دهقانی؛ سمیه (۱۴۰۵). مقایسه شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و ارزش غذایی دو گونه دارویی-مرتعی بیلهر (*Dorema aucheri* Boiss.) و بن‌سرخ

(*Allium haemanthoides* Boiss. & Hausskn.) در چهار اکوتیپ زاگرس مرکزی. نشریه مرتع و آبخیزداری، ۷۹ (۳)، ۴۱۳-۳۹۹.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jrwm.2026.413536.1873>



© نویسندگان.

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

مراعات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای منابع طبیعی، نقش اساسی در پایداری اکولوژیکی، تأمین علوفه دام و معیشت جوامع روستایی دارند. این اکوسیستم‌ها با ارائه خدماتی مانند تولید علوفه، حفاظت خاک، تنظیم چرخه آب و حفظ تنوع زیستی، از ارکان حیاتی پایداری محیط‌زیست محسوب می‌شوند (Pirasteh-Anosheh *et al.*, 2021; Rimal *et al.*, 2021; Melo *et al.*, 2022; Rahmani *et al.*, 2019; Eldridge *et al.*, 2023). در ایران، مراعات حدود ۵۳ تا ۵۵ درصد از سطح کشور را پوشش می‌دهند و نقشی کلیدی در تأمین خوراک دام، جلوگیری از بیابان‌زایی و حمایت از نظام دامداری سنتی ایفا می‌کنند (Arzani & Ahmadi, 2009; FAO, 2020) با این وجود، فشارهای انسانی و تغییرات اقلیمی همچون چرای مفرط، تغییر کاربری اراضی و کاهش بارندگی موجب تخریب گسترده مراعات کشور شده و پیامدهایی مانند کاهش تنوع گونه‌ای، فرسایش خاک و افت کیفیت رویشگاه‌ها را به دنبال داشته است؛ روندی که مشابه گزارش‌های جهانی نگرانی‌های جدی برای آینده این اکوسیستم‌ها ایجاد کرده است (Van Soest, 1994; Herrick *et al.*, 2010). همچنین تنوع اقلیمی گسترده خشک و نیمه‌خشک تا کوهستانی و مرطوب باعث شکل‌گیری طیف وسیعی از اکوتیپ‌های گیاهی شده که بررسی آن‌ها می‌تواند نقشی مهم در انتخاب گونه‌های مناسب برای مدیریت و احیای مراعات ایفا کند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ارزش غذایی، ترکیبات شیمیایی و توان تکثیر گیاهان مرتعی تحت تأثیر مستقیم شرایط محیطی و شیوه‌های مدیریتی قرار دارد (Moghaddam, 2007; Arzani, 2008; Ashrafzadeh *et al.*, 2023). همچنین اهمیت گونه‌های بومی و دارویی در برنامه‌های احیا، به‌ویژه با تمرکز بر شرایط جوانه‌زنی و تکثیر آن‌ها، در دهه‌های اخیر مورد توجه ویژه قرار گرفته است و می‌تواند رویکردی مؤثر برای بازسازی مراعات تخریب‌شده کشور باشد (Baes, 2007; Chang, 2000). در چنین شرایطی، شناسایی کمی و کیفی گونه‌های چندمنظوره که همزمان ارزش علوفه‌ای، دارویی و اکولوژیک دارند، از اولویت‌های پژوهشی و مدیریتی محسوب می‌شود.

دو گونه بیلهر و بن‌سرخ از گیاهان بومی و ارزشمند زاگرس می‌باشند که در طب سنتی ایران برای درمان اختلالات گوارشی، التهاب‌ها و عفونت‌های میکروبی مورد استفاده قرار می‌گیرند و همچنین در فصل‌های خشک به‌عنوان منبع علوفه جایگزین برای دام‌های نشخوارکننده اهمیت دارند (Zargari, 2020). ارزش تغذیه‌ای و ترکیبات مؤثره این گیاهان تحت تأثیر ارتفاع، بارش، دما و ویژگی‌های خاک تغییر کرده و به شکل‌گیری فنوتیپی اکوتیپ‌های مختلف و خصوصیات بیوشیمیایی متفاوت منجر می‌شود (Gholami *et al.*, 2023). بیلهر از خانواده چتریان، گیاهی علفی و چندساله با گل‌آذین چتری (غرامان^۱، ۱۹۹۳؛ وولن^۲، ۱۹۹۵؛ فرسام^۳، ۲۰۰۰) و بن‌سرخ نیز گونه‌ای پیازدار و پایا از خانواده سوسنیان و بومی ارتفاعات ۱۸۰۰ تا ۲۶۰۰ متری ایران است که تاکنون بیشتر اثرات آن بر تنظیم آنزیم‌های کبدی و تنظیم کلسترول خون بررسی شده است (طالعی، ۲۰۰۷؛ خاکساریان، ۲۰۰۴).

اکوتیپ‌های گیاهی به‌عنوان واحدهای ژنتیکی سازگار با شرایط محیطی متفاوت، نقش تعیین‌کننده‌ای در ویژگی‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک و ارزش تغذیه‌ای گونه‌های مرتعی دارند و مطالعه آن‌ها می‌تواند بینش دقیقی درباره توان تولیدی و سازگاری گیاهان در رویشگاه‌های مختلف ارائه دهد (Peñuelas, 2009 and Gepts, 2006). اکوسیستم‌های مرتعی ایران، به‌ویژه در دامنه‌های مرکزی زاگرس، از تنوع گونه‌ای بالا و نقش اکولوژیک منحصربه‌فردی برخوردارند. این مناطق نه‌تنها زیستگاه گونه‌های گیاهی بومی هستند، بلکه به‌عنوان منبع اصلی خوراک دام‌های اهلی و وحشی، تنظیم‌کننده چرخه‌های آب و خاک، و مخزن ترکیبات زیست‌فعال دارویی عمل می‌کنند (Karimi *et al.*, 2021). با این حال، فشارهای انسانی از جمله چرای بی‌رویه، برداشت غیرمجاز گیاهان دارویی و تغییرات اقلیمی، پایداری این اکوسیستم‌ها را به شدت تهدید کرده است (Hosseini *et al.*, 2022). ربیع‌زاده و ناصری (۲۰۲۲) گزارش کردند که پراکنش و تراکم *Dorema ammoniacum* در استان سمنان تحت تأثیر عوامل محیطی، به‌ویژه ویژگی‌های خاک، شرایط اقلیمی و توپوگرافی قرار دارد و

¹ Gharaman

² Wollen

³ Farsam

زیستگاه گرمسار مناسب‌ترین شرایط را برای این گونه نشان می‌دهد. همچنین، بافت سبک خاک به‌عنوان شرط مهم بقا مطرح شده و گچ و کلسیم با افزایش تراکم گونه همبستگی مثبت، در حالی که منیزیم و سدیم همبستگی منفی با تراکم آن داشته‌اند. شاخص‌های کیفی علوفه مانند پروتئین خام^۱ (CP)، الیاف نامحلول در خنثی‌کننده^۲ (NDF)، الیاف نامحلول در اسید^۳ (ADF)، کربوهیدرات‌های محلول در آب^۴ (WSC) و قابلیت هضم ماده خشک^۵ (DMD) به‌عنوان معیارهای استاندارد برای ارزیابی ارزش خوراک‌دهی گیاهان مرتعی شناخته می‌شوند (Van Soest, 2018). NDF و ADF نشان‌دهنده میزان لیگنوسولوز و قابلیت پر شدن شکمبه هستند، در حالی که CP و WSC شاخص‌های انرژی‌زایی و قابلیت تخمیر میکروبی محسوب می‌شوند (McDonald et al., 2020). نسبت این ترکیبات نه تنها بر عملکرد تولیدی دام تأثیر می‌گذارد، بلکه با تعادل متابولیک، تولید متان و بازده نیتروژن در نشخوارکنندگان مرتبط است (Hristov et al., 2021). با وجود اهمیت این گونه‌ها، مطالعات جامع و به‌روزی که به‌طور همزمان ترکیبات شیمیایی، شاخص‌های کیفی و تنوع اکوتیپی آن‌ها را در شرایط طبیعی زاگرس بررسی کرده باشند، محدود است. اکثر پژوهش‌های پیشین بر خواص دارویی یا پراکنش جغرافیایی متمرکز بوده‌اند و کمتر به تعامل عوامل اکولوژیک با ترکیبات غذایی و قابلیت هضم پرداخته‌اند (Rahmani et al., 2019). از سوی دیگر، تغییرات اقلیمی اخیر و الگوی نامنظم بارش‌ها در غرب ایران، ضرورت پایش دوره‌ای کیفیت گیاهان مرتعی را دوچندان کرده است (Ashrafzadeh et al., 2023).

علی‌رغم نقش مهم این گیاهان در تغذیه دام و حفظ تعادل اکوسیستم، مطالعات جامعی که تنوع بین‌رویشگاهی و ویژگی‌های کیفی آن‌ها را در پهنه زاگرس به‌صورت تطبیقی بررسی کرده باشد، اندک است. از این رو، پژوهش حاضر با هدف سنجش شاخص‌های تغذیه‌ای و ترکیبات شیمیایی اکوتیپ‌های مختلف بیلهر (*Dorema aucheri*) و بن‌سرخ (*Allium haemanthoides*) در چهار منطقه رویشگاهی شامل زنگوا، بیدسدره، جونقان-سالدوران و کوه‌رنگ-زردکوه طراحی شده است. در این راستا، روابط میان صفات کیفی علوفه و عوامل محیطی تحلیل، و اکوتیپ‌های برخوردار از ارزش تغذیه‌ای و سازگاری اکولوژیک بالاتر شناسایی می‌شوند. یافته‌های این تحقیق می‌تواند مبنایی مستند برای مدیریت پایدار مراتع، تعیین زمان مناسب برداشت و انتخاب اکوتیپ‌های مطلوب در برنامه‌های اصلاحی و حفاظتی فراهم کند.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. مناطق مورد مطالعه

بر اساس بازدیدهای میدانی مقدماتی و بررسی ویژگی‌های اکولوژیک رویشگاه‌ها، چهار منطقه به‌عنوان رویشگاه‌های معرف دو گونه تعیین شد (شکل ۱). معیارهای انتخاب شامل حضور خالص یا غالب گونه مورد نظر، عدم تأثیر مستقیم چرای سنگین یا آتش‌سوزی در دو سال اخیر، پراکنش مناسب گونه در سطحی حداقل ۱۰ هکتاری و همچنین قابلیت دسترسی و ایمنی تیم نمونه‌برداری بود. منطقه زنگوا (استان کهگیلویه و بویراحمد) در شمال غربی سی‌سخت (استان کهگیلویه و بویراحمد) با مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی، ۵۱ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی. ارتفاع ۲۷۸۰ متر، میانگین بارندگی سالانه ۵۵۰ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۵/۹ درجه سانتی‌گراد. خاک از نوع رندزینا با عمق کم (کمتر از ۳۰ سانتی‌متر) و بافت لومی شنی می‌باشد. منطقه بیدسدره (استان کهگیلویه و بویراحمد) در شرق یاسوج، ۴۰ کیلومتری، با مختصات ۳۰ درجه و ۴۱ دقیقه عرض شمالی، ۵۱ درجه و ۴۵ دقیقه طول شرقی. ارتفاع ۲۴۰۰ متر، بارندگی ۶۸۰ میلی‌متر، دمای متوسط ۱۲ درجه. خاک عمیق‌تر (۷۰-۵۰ سانتی‌متر) با بافت لومی و محتوای مواد آلی نسبتاً

¹ Crude Protein

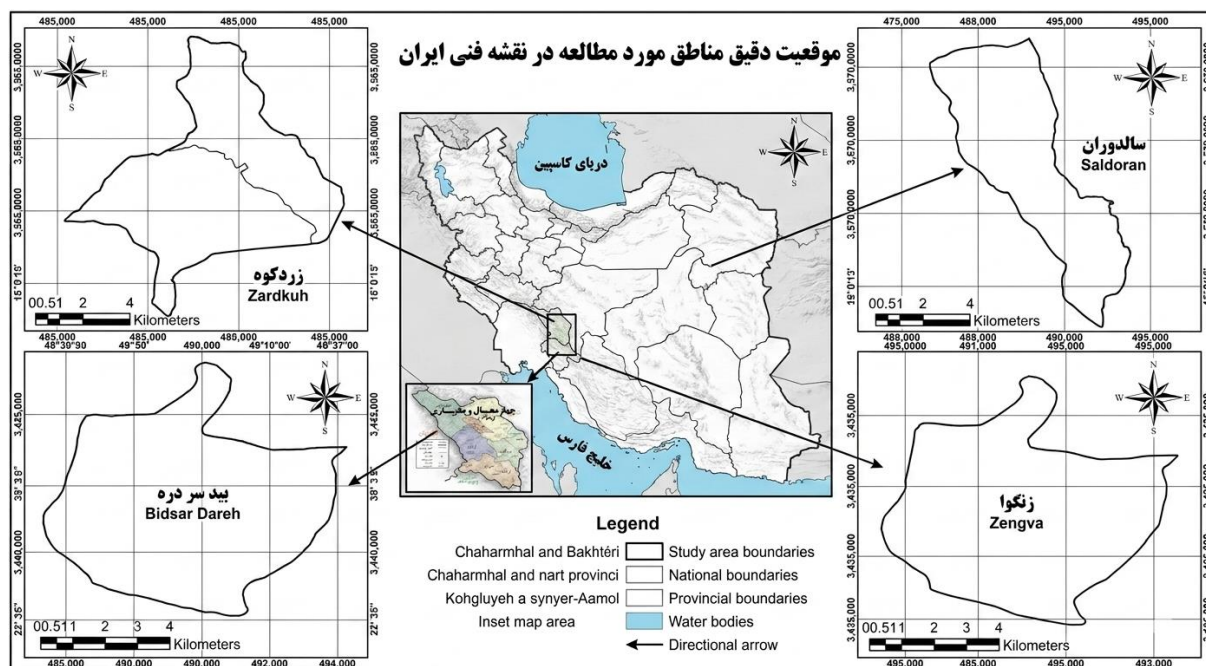
² Neutral Detergent Fiber

³ Acid Detergent Fiber

⁴ Water Soluble Carbohydrates

⁵ Dry Matter Digestibility

بالامی‌باشد. منطقه جونقان-سالدوران (چهارمحال بختیاری) در ۳۴ کیلومتری شهرکرد، مختصات ۳۲ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی، ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی. ارتفاع ۲۰۲۷ متر، بارندگی ۴۵۰ میلی‌متر، دمای متوسط ۲/۱۴ درجه. خاک آهکی با زهکشی خوب (با عمق ۳۰-۵۰ سانتی متر) می‌باشد. منطقه کوه‌رنگ-زردکوه (چهارمحال بختیاری) در ۸۶ کیلومتری شهرکرد، مختصات ۳۲ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی، ۵۰ درجه و ۷۵ دقیقه طول شرقی. ارتفاع ۲۳۰۲ متر، بارندگی ۷۲۰ میلی‌متر، دمای متوسط ۸/۱۰ درجه و خاک نسبتاً اسیدی (pH حدود ۵/۶) با بافت لومی رسی (۳۰-۵۰ سانتی متر) می‌باشد.



شکل ۱. نقشه پراکندگی مناطق مورد مطالعه (زردکوه، سالدوران، بیدسر دره و زنگوا) در محدوده جغرافیایی ایران

۲-۲. نمونه‌برداری

نمونه‌های گیاهی گونه بیلهر (*Dorema aucheri*) در رویشگاه زنگوا، بیدسر دره، جونقان و بن‌سرخ (*haemanthoides Allium*) در رویشگاه زنگوا، بیدسر دره، کوه‌رنگ در ارتفاعات کوه‌های استان‌های کهگیلویه و بویراحمد و چهارمحال و بختیاری شناسایی شدند. پس از تعیین مناطق حضور این گونه‌ها، نمونه‌برداری در چهار تکرار از نقاط مختلف هر منطقه انجام گرفت. در استان کهگیلویه و بویراحمد، چهار تکرار از گونه بیلهر و چهار تکرار از گونه بن‌سرخ جمع‌آوری شد. همچنین در استان چهارمحال و بختیاری، در ارتفاعات کوه‌رنگ چهار تکرار از گونه بن‌سرخ و در ارتفاعات جونقان چهار تکرار از گونه بیلهر برداشت گردید. نمونه‌برداری در مرحله گلدهی انجام شد. برای تعیین دقیق این مرحله، هر منطقه از ابتدای اردیبهشت در هفته بازدید گردید. زمان گلدهی بیلهر در مناطق مختلف بین ۲۵ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد و برای بن‌سرخ بین ۱۵ خرداد تا ۵ تیر متغیر بود. در هر منطقه، به نمونه‌ها به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای در ۴ تکرار (هر تکرار در فاصله حداقل ۱۰۰ متر از تکرار دیگر) انتخاب گردید. در هر تکرار، ۱۰ پایه گیاهی که کاملاً سالم و بدون علائم بیماری یا آفت بودند، به طور تصادفی انتخاب و از هر پایه، تمام اندام هوایی (برگ‌ها و ساقه گل‌دهنده) از ارتفاع ۵ سانتی‌متری از سطح زمین برداشت گردید. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند.

۲-۳. آماده‌سازی و اندازه‌گیری نمونه‌ها

در آزمایشگاه، هر نمونه به دو بخش تقسیم شد: بخشی برای اندازه‌گیری رطوبت وزنی و pH به صورت تازه، و بخشی دیگر برای خشک کردن. نمونه‌ها در سینی‌های توری قرار گرفتند و در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. سپس با استفاده از آسیاب برقی با الک ۱ میلی‌متری پودر شدند. پودر حاصل در کیسه‌های زیپ‌دار پلاستیکی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش‌های شیمیایی نگهداری شد. به منظور اندازه‌گیری رطوبت وزنی تر ۵۰ گرم از نمونه تازه بلافاصله پس از برداشت توزین شد، سپس پس از خشک شدن در آون مجدداً توزین گردید. درصد رطوبت از رابطه ۱ محاسبه شد.

رابطه ۱

$$100 \times \text{وزن تر} / (\text{وزن تر} - \text{وزن خشک}) = \text{درصد رطوبت وزنی}$$

برای اندازه‌گیری pH و اسیدیته قابل تیتراسیون، ۱۰ گرم نمونه تازه له شده در هاون چینی، با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه روی شیکر قرار گرفت. سپس از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عبور داده شد pH عصاره با pH متر که با بافرهای ۷، ۴ و ۱۰ کالیبره شده بود، اندازه‌گیری شد. برای تست اسیدیته به ۵ گرم گیاه پودر شده ۱۰۰ سی‌سی آب اضافه کردیم و با سود ۰/۱ نرمال تیتر شد تا حجم سود مصرفی بدست آید. تعیین مقدار اسیدیته قابل تیتر موجود در نمونه‌ها با استفاده از سود ۰/۱ نرمال و معرف فنیل فتالین تیتراسیون انجام گردید. نتایج بر اساس گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر محاسبه گردید (AOAC, 1990). به منظور اندازه‌گیری درصد خاکستر حدود یک گرم از نمونه پودر شده در بوته چینی وزن شد، در کوره الکتریکی با دمای ۴۵۰-۴۰۰ درجه به مدت ۵ ساعت قرار گرفت. سپس بوته در دسیکاتور خنک و وزن شد. درصد خاکستر از رابطه ۲ محاسبه گردید (AOAC, 2013).

رابطه ۲

$$100 \times (\text{نمونه وزن نمونه اولیه} / \text{وزن خشک نمونه} - \text{وزن اولیه نمونه}) = \text{درصد خاکستر}$$

برای اندازه‌گیری پروتئین خام ۰/۵ گرم از نمونه خشک و آسیاب‌شده با روش کج‌دال (Kjeldahl, 1883) در دستگاه کج‌دالتور هضم، تقطیر و تیتر شد. نیتروژن کل به دست آمده در ضریب ۶/۲۵ ضرب شد. برای اندازه‌گیری درصد چربی خام ۵ گرم نمونه در کارتریج سوکسله قرار گرفت و با ۱۵۰ میلی‌لیتر اتر دی‌اتیل به مدت ۶ ساعت (۵۰ سیکل) استخراج شد. پس از تبخیر حلال، چربی باقی‌مانده توزین شد (AOAC, 2013). به منظور اندازه‌گیری قندهای محلول در آب (WSC) ۰/۵ گرم نمونه با ۲۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب جوش هضم شد. پس از سانتریفیوژ، عصاره با معرف آنترون (۲ گرم آنترون در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) در دمای ۱۰۰ درجه به مدت ۱۰ دقیقه واکنش داد. جذب نوری در طول موج ۶۲۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر خوانده شد. غلظت از روی منحنی استاندارد گلوکز محاسبه گردید (Yemm & Willis, 1954). برای اندازه‌گیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی از روش فیلتر کیسه‌ای (Van Soest, 2018) با دستگاه فیبر آنالایزر استفاده شد. ۰/۵ گرم نمونه در کیسه‌های مخصوص با اندازه منافذ ۲۵ میکرون قرار گرفت. برای اندازه‌گیری میزان NDF، نمونه‌ها با محلول دودسیل سولفات سدیم (SDS) و EDTA در pH=7 به مدت ۶۰ دقیقه جوشانده شدند. برای ADF اندازه‌گیری میزان، از محلول سولفوریک اسید ۰/۵ مولار و ستیل تری متیل آمونیوم بروماید (CTAB) به مدت ۶۰ دقیقه استفاده شد. پس از شستشو با آب داغ و استون، کیسه‌ها در آون ۱۰۵ درجه خشک و وزن شدند. درصد NDF و ADF نسبت به وزن اولیه نمونه محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری ماده خشک قابل هضم، درصد قابلیت هضم ماده خشک نمونه‌ها از روش پیشنهادی ادی و همکاران (۱۹۹۰) به شرح ذیل برآورد شد.

رابطه (۳)

$$\text{DMD (\%)} = 83.58 - 0.824 \text{ ADF} + 2.262\% \text{N}$$

۲-۴. تحلیل آماری

به منظور انجام تحلیل‌های آماری ابتدا نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. سپس با توجه به تفاوت اکوتیپ‌ها در هر گونه (بیلهر

(*Dorema aucheri*): زنگوا، بیدسدره، جونقان و بن سرخ (*Allium haemanthoides*): زنگوا، بیدسدره، کوهرنگ)، اثر متقابل گونه $\times$ منطقه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد انجام شد. تمامی تحلیل‌های آماری در محیط SAS 9.4 اجرا گردید. همچنین ماتریس همبستگی پیرسون برای همه صفات محاسبه شد.

۳. یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از آزمایش‌های شیمیایی انجام‌شده بر روی ۲۴ نمونه (شامل دو گونه و چهار اکوتیپ با چهار تکرار) در سه بخش ارائه می‌شود. در بخش نخست، نتایج تجزیه واریانس به‌منظور بررسی اثر گونه، اکوتیپ و اثر متقابل آن‌ها گزارش شده است. در بخش دوم، مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در اکوتیپ‌های هر گونه ارائه می‌شود. در نهایت، در بخش سوم ماتریس همبستگی میان تمامی صفات اندازه‌گیری‌شده ارائه شده است.

۳-۱. تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل گونه $\times$ منطقه به جز درصد خاکستر، لیاف نامحلول در شوینده خنثی و درصد رطوبت بر سایر ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های فیزیکوشیمیایی بیلهر و بن سرخ در سه اکوتیپ

میانگین مربعات										df	منابع تغییر
PH	ACID	FAT	HUM	DMD	WSC	CP	ADF	NDF	ASH		
۳/۴۰**	۱/۳۸*	۰/۱۴ ^{ns}	۶/۲۹ ^{ns}	۵۶/۴۵**	۲۴۴۰**	۸۵/۶۰**	۲۵۹/۱۸**	۴۰/۹۵**	۱/۳۲ ^{ns}	۲	منطقه
۵/۹۰**	۱/۶۰*	۰/۰۰۴ ^{ns}	۱/۷۹ ^{ns}	۱۱۷/۷۹**	۴۵۱۷/۹۹**	۲۳۶/۲۳**	۸/۲۵ ^{ns}	۴۴/۹۹**	۱۵/۶۳**	۱	گونه
۵/۹۳**	۶/۷۰*	۰/۸۱*	۱۲/۶۰ ^{ns}	۳۷/۶۰**	۲۵۹۷/۳۱**	۳۷/۶۸**	۵/۶۰**	۶/۶۷ ^{ns}	۳/۰۲ ^{ns}	۲	منطقه $\times$ گونه
۰/۶	۰/۲۷	۰/۱۴۵	۵/۹۳	۴/۱۲	۱۶/۹۵	۳/۶۹	۴/۰۸	۴/۵۲	۰/۷۹	۹	خطا
										۲۳	کل

PH, ACID, FAT, HUM, DMD, WSC, CP, ADF, NDF, ASH: به ترتیب درصد خاکستر، لیاف نامحلول در شوینده خنثی، لیاف نامحلول در شوینده اسیدی، درصد پروتئین، درصد قندهای محلول، درصد ماده خشک قابل هضم، درصد رطوبت، درصد چربی، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسیدیته. ^{ns}: به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ می‌باشد.

معنی‌دار بودن این اثر بیانگر آن است که پاسخ دو گونه به تغییرات منطقه‌ای یکسان نبوده و الگوی تغییرات این صفات در مناطق مختلف به نوع گونه وابسته است. بیشترین مقدار میانگین مربعات اثر مربوط به صفت قندهای محلول در آب که نشان‌دهنده حساسیت بالای این صفت به برهم‌کنش ژنتیکی-محیطی است. پس از آن به ترتیب پروتئین خام، ماده خشک قابل هضم، لیاف نامحلول در شوینده خنثی و درصد خاکستر قرار داشتند. معنی‌دار بودن اثر متقابل در این صفات نشان می‌دهد که اختلاف بین مناطق برای هر یک از آن‌ها در دو گونه روند مشابهی نداشته است و مقایسه ساده اثرات اصلی گونه یا منطقه به‌تنهایی نمی‌تواند بیانگر الگوی واقعی تغییرات باشد. در مجموع، نتایج حاکی از وجود برهم‌کنش قابل توجه بین عوامل ژنتیکی (گونه) و شرایط محیطی (منطقه) در تعیین ویژگی‌های کیفی مورد بررسی است.

۳-۲. مقایسه میانگین

نتایج مقایسه میانگین صفات کیفی برای گیاه بیلهر در سه اکوتیپ زنگوا، بیدسدره و جونقان در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل گیاه و منطقه بر روی صفات کیفی گیاه بیلهر در سه اکوتیپ

منطقه	ASH	NDF	ADF	CP	WSC	DMD	HUM	FAT	ACID	PH
زنگوا	۸/۱ ^b	۲۷/۲۱ ^b	۲۸/۹۳ ^b	۱۳/۸۹ ^c	۲۰/۹۱ ^a	۶۶/۹۰ ^a	۸۴/۳۷	۱/۶۰ ^b	۰/۶۳ ^c	۵/۶۳ ^a
بید سرده	۹/۵۶ ^a	۲۴/۱ ^c	۲۸/۳۳ ^b	۲۳/۴۳ ^a	۱۰/۹۱ ^c	۷۰/۲۱ ^a	۸۴/۲۳	۲ ^a	۳ ^a	۶ ^a
جونقان	۹/۶۳ ^a	۳۰/۳۹ ^a	۱۹/۵۶ ^a	۱۹/۹۶ ^b	۱۴/۸۴ ^b	۲۶ ^b	۸۴/۹۶	۱/۱۰ ^c	۱/۷۰ ^b	۵/۶۵ ^a

PH, ACID, FAT, HUM, DMD, WSC, CP, ADF, NDF, ASH: به ترتیب درصد خاکستر، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، درصد پروتئین، درصد قندهای محلول، درصد ماده خشک قابل هضم، درصد رطوبت، درصد چربی، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسیدیته.

*حروف مشابه عدم تفاوت معنی دار و حروف غیر مشابه تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۱ را نشان می‌دهد.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد درصد خاکستر در بیدسرده (۹/۵۶ درصد) و جونقان (۹/۶۳ درصد) تقریباً برابر و به طور معنی داری بیشتر از زنگوا (۸/۱ درصد) است. این امر نشان می‌دهد که رویشگاه‌هایی با بارندگی مناسب‌تر (بیدسرده و جونقان)، جذب عناصر معدنی از خاک را تسهیل کرده‌اند. میزان NDF در اکوتیپ بیدسرده (۲۴/۱ درصد) به طور معنی داری کمتر از دو اکوتیپ دیگر (زنگوا با ۲۷/۲۱ و جونقان با ۳۰/۳۹ درصد) است. NDF پایین‌تر بیانگر دیواره سلولی نازک‌تر و در نتیجه مصرف خوراک اختیاری بیشتر توسط دام است که یک شاخص کیفی مثبت برای بیدسرده محسوب می‌شود.

همچنین نتایج نشان داد درصد پروتئین خام در اکوتیپ بیدسرده با میانگین ۲۳/۴۳ درصد، بالاترین و اکوتیپ زنگوا با ۱۳/۸۹ درصد، پایین‌ترین میزان پروتئین را دارا هستند. این اختلاف معنی دار بین این مناطق، ارزش تغذیه‌ای برتر بیلهر بیدسرده را به عنوان یک منبع پروتئینی برای دام تأیید می‌کند. میزان پروتئین اکوتیپ جونقان (۱۴/۸۴ درصد) در حد واسطه ولی به زنگوا نزدیک‌تر است. اکوتیپ زنگوا با میانگین ۲۰/۹۱ درصد، بیشترین میزان WSC را دارد و اختلاف معنی داری با بیدسرده (۱۰/۹۱ درصد) و جونقان (۱۴/۸۴ درصد) نشان می‌دهد. این افزایش قابل توجه در زنگوا (منطقه‌ای با ارتفاع بیشتر و بارندگی کمتر) به عنوان یک پاسخ فیزیولوژیک به تنش خشکی و تنظیم اسمزی برای حفظ آماس سلولی تفسیر می‌شود. تجمع قندها منبع انرژی سریعی برای دام فراهم می‌کند.

ماده خشک قابل هضم (DMD) در اکوتیپ بیدسرده با ۷۰/۲۱ درصد طبق محاسبه از ADF مربوطه بدست آمد. بالا بودن DMD در این اکوتیپ با پروتئین بالا و NDF پایین آن همخوانی کامل دارد و نشان می‌دهد که بیلهر بیدسرده از نظر کلی ارزش تغذیه‌ای، اکوتیپ برتر است. چربی خام در درصد چربی در بیلهر بسیار پایین است (بین ۱/۱۰ تا ۱/۶۰ درصد) و اگرچه اختلافات آماری معنی داری بین برخی اکوتیپ‌ها دیده می‌شود، اما ارزش تغذیه‌ای آن از این جنبه ناچیز است. اسیدیته قابل تیتراسیون در اکوتیپ بیدسرده با ۳ درصد بالاترین سطح اسیدهای آلی (عمدتاً اسید سیتریک) را دارد که با pH آن نیز همخوانی دارد.

۳-۳. مقایسه میانگین صفات در اکوتیپ‌های بن سرخ

نتایج مقایسه میانگین برای گیاه بن سرخ در سه اکوتیپ زنگوا، بیدسرده و کوه‌رنگ در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- میانگین اثر متقابل گیاه و منطقه بر روی صفات کیفی گیاه بن سرخ در سه اکوتیپ

منطقه	ASH	NDF	ADF	CP	WSC	DMD	HUM	FAT	ACID	pH
زنگوا	۱۱ ^a	۲۴/۰۴ ^b	۲۲/۶۸ ^b	۲۶/۲۳ ^a	۲۲/۱۳ ^b	۷۵/۲۸ ^b	۸۵/۴۹ ^a	۱/۶۰ ^a	۳/۱۷ ^a	۵/۷۵ ^a
بید سرده	۱۱/۱۱ ^a	۲۳/۳۶ ^b	۲۲/۲۳ ^a	۲۷/۶۸ ^a	۲۲/۳۰ ^b	۷۵/۱۷ ^b	۸۴/۹۱ ^a	۱/۳۵ ^a	۲ ^b	۳/۰۲ ^b
جونقان	۱۱/۱۰ ^a	۲۶/۰۷ ^a	۱۸/۴۰ ^c	۲۲/۵۱ ^b	۲۵/۸۶ ^a	۸۳/۵۸ ^a	۸۱/۵۳ ^b	۱/۷۳ ^a	۱/۷ ^b	۵/۵۲ ^a

PH, ACID, FAT, HUM, DMD, WSC, CP, ADF, NDF, ASH: به ترتیب درصد خاکستر، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، درصد پروتئین، درصد قندهای محلول، درصد ماده خشک قابل هضم، درصد رطوبت، درصد چربی، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسیدیته.

*حروف مشابه عدم تفاوت معنی دار و حروف غیر مشابه تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۱ را نشان می‌دهد.

مطابق جدول ۳ از میان صفات مورد بررسی درصد خاکستر و درصد چربی گیاه بن سرخ تفاوت معنی داری را نشان نداد. میزان ADF در کوهرنگ ۱۸/۴ درصد کمترین مقدار را دارد که مستقیماً دلیل بالا بودن DMD در این اکوتیپ را توضیح می‌دهد. اکوتیپ کوهرنگ با ۸۳/۵۸ درصد، بیشترین میزان DMD را داراست، و در حالی که زنگوا (۷۵/۳۸ درصد) و بیدسدره (۷۵/۱۷ درصد) قابلیت هضم مشابه و بالایی دارند. افزایش DMD در کوهرنگ می‌تواند به علت کاهش ترکیبات دیواره سلولی (NDF) تحت تأثیر دمای این منطقه مرتفع باشد. پروتئین خام (CP) در بن سرخ نیز همانند بیلهر، اکوتیپ بیدسدره بالاترین میزان پروتئین (۲۷/۶۸ درصد) را دارد، اما نکته جالب این است که برتری آن نسبت به زنگوا ۲۶/۲۲ درصد و کوهرنگ ۲۲/۵۱ درصد کمتر از حد انتظار است. در مقایسه با بیلهر، بن سرخ زنگوا سطح پروتئین بسیار بالاتری (حدود ۲۶ درصد) دارد که نشان‌دهنده واکنش متفاوت دو گونه به شرایط سخت زنگوا (تنش خشکی) است. احتمالاً بن سرخ در این منطقه با حفظ متابولیسم نیتروژن، پروتئین بالایی تولید کرده است.

اکوتیپ کوهرنگ با ۲۵/۸۶ درصد، بالاترین میزان WSC را به خود اختصاص داده است. این افزایش معنی‌دار نسبت به زنگوا ۲۳/۱۳ درصد و بیدسدره ۲۲/۳۰ درصد احتمالاً پاسخی به تنش سرمایی در این رویشگاه (ارتفاع ۲۳۰۲ متر) و نقش قندها به عنوان محافظ سرمادگی (Cryoprotectant) است. این الگو با الگوی مشاهده شده در بیلهر (افزایش قند در اکوتیپ دارای تنش خشکی) متفاوت است، اما اصل کلی "افزایش WSC در پاسخ به تنش" را تأیید می‌کند. درصد رطوبت اختلاف معنی‌داری را در کوهرنگ نسبت به دو اکوتیپ دیگر نشان داد. pH عصاره بن سرخ در زنگوا ۵/۷۵ و کوهرنگ ۵/۵۲ نسبت به بیدسدره با مقدار ۳/۰۲ قلیایی‌تر است pH بالاتر در زنگوا می‌تواند به شرایط خاک آهکی منطقه مرتبط باشد.

۳-۴. همبستگی بین شاخص‌های کیفی مورد مطالعه

به منظور بررسی روابط خطی بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده، ماتریس همبستگی پیرسون بر اساس ۲۴ مشاهده (داده‌های ترکیبی دو گونه و شش اکوتیپ) محاسبه گردید. نتایج در جدول ۴ ارائه شده است. ماتریس همبستگی، روابط خطی بین صفات در جدول ۴ نشان می‌دهد پروتئین خام یک همبستگی مثبت و معنی‌دار با درصد خاکستر ۰/۶۰۹ و یک همبستگی منفی با NDF دارد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که گیاهان با پروتئین بالاتر، معمولاً محتوای مواد معدنی و اسیدهای آلی بیشتر و دیواره سلولی کمتری دارند که همگی به معنای کیفیت بالاتر علوفه است. همچنین مهم‌ترین همبستگی منفی DMD با ADF است. این ضریب بالا و بسیار معنی‌دار، قدرت معادله تجربی استفاده شده در پژوهش را تأیید می‌کند و تأکید می‌کند که ADF مهم‌ترین عامل محدودکننده قابلیت هضم در این گیاهان است.

جدول ۴ - ضرایب همبستگی پیرسون بین شاخص‌های کیفی بیلهر و بن سرخ

صفات مورد مطالعه	ASH	NDF	ADF	CP	WSC	DMD	HUM	OIL	ACID	pH
ASH	۱									
NDF	-۰/۲۶۳ ^{ns}	۱								
ADF	-۰/۳۶۴ ^{ns}	-۰/۴۵۳ ^{ns}	۱							
CP	۰/۶۰۹**	-۰/۶۰۷**	۰/۲۴۵ ^{ns}	۱						
WSC	۰/۴۲۴*	۰/۲۳۳ ^{ns}	-۰/۴۷۷*	۰/۱۰۸ ^{ns}	۱					
DMD	-۰/۱۶۱ ^{ns}	-۰/۵۹۶**	۰/۷۴۰**	۰/۳۸۲ ^{ns}	-۰/۵۵۲**	۱				
HUM	-۰/۰۵۶ ^{ns}	-۰/۱۶۹ ^{ns}	۰/۱۳۰ ^{ns}	-۰/۰۰ ^{ns}	-۰/۴۹۶*	۰/۲۸ ^{ns}	۱			
OIL	۰/۰۷۲ ^{ns}	-۰/۳۱۰ ^{ns}	۰/۰۱۱	۰/۰۲۸ ^{ns}	۰/۰۹۹ ^{ns}	۰/۲۰ ^{ns}	-۰/۰۹ ^{ns}	۱		
ACID	۰/۵۹**	-۰/۴۹۹*	-۰/۰۲۶ ^{ns}	۰/۵۹***	-۰/۱۹۱ ^{ns}	۰/۳۰۶	۰/۱۹۳	۰/۳۱ ^{ns}	۱	
PH	-۰/۱۱۴ ^{ns}	۰/۲۸۵ ^{ns}	-۰/۴۷*	-۰/۴۵*	۰/۰۴۸ ^{ns}	-۰/۲۷ ^{ns}	-۰/۰۲ ^{ns}	۰/۲۱ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۱

^{ns}، *، ** : ضرایب همبستگی به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱

همچنین DMD همبستگی منفی معنی‌داری با NDF و WSC دارد. همبستگی منفی با WSC اگرچه در نگاه اول عجیب به نظر می‌رسد، اما می‌تواند ناشی از این باشد که افزایش WSC در شرایط تنش، همراه با تغییرات نامطلوب دیگر در ترکیب دیواره سلولی است که در مجموع هضم‌پذیری را کاهش می‌دهد. قندهای محلول همبستگی مثبتی با درصد خاکستر و همبستگی منفی با ADF را نشان دادند. چربی خام با هیچ‌یک از صفات دیگر همبستگی معنی‌داری نشان نداد. این امر به دلیل پایین بودن ذاتی درصد چربی (کمتر از ۲٪ در همه نمونه‌ها) و تغییرات محدود آن است که از نظر فیزیولوژیکی و تغذیه‌ای فاقد ارتباط معنی‌دار با سایر اجزای سلولی می‌باشد.

۴. بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش، اکوتیپ بیدسدرده به‌عنوان برترین رویشگاه برای هر دو گونه شناسایی شد، به‌گونه‌ای که بیشترین پروتئین خام (۲۳/۴۳ درصد در بیلهر و ۲۷/۶۸ درصد در بن‌سرخ)، کمترین الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و بالاترین قابلیت هضم را به خود اختصاص داد. این برتری هم‌سو با بارندگی مناسب و خاک عمیق‌تر منطقه، گویای نقش تعیین‌کننده شرایط اقلیمی و اقلیمی در سنتز پروتئین و کاهش ضخامت دیواره سلولی است. مطالعات نشان می‌دهد که عوامل اقلیمی، به‌ویژه دما و بارندگی، از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت علوفه هستند و حتی می‌توانند تأثیر بیشتری نسبت به عوامل خاکی داشته باشند. به‌طوری‌که ترکان^۱ و همکاران (۲۰۰۷) عوامل آب‌وهوایی را مؤثرتر از عوامل خاکی دانستند. با توجه به اینکه بیشتر مراتع ایران طبیعی هستند و مدیریت‌هایی مانند کوددهی در آن‌ها کمتر انجام می‌شود، عوامل آب‌وهوایی از مهم‌ترین تعیین‌کننده‌های کیفیت علوفه در این اکوسیستم‌ها محسوب می‌شوند. مطالعات نشان می‌دهد کیفیت علوفه در گونه‌های مختلف گیاهی متفاوت است؛ به‌طوری‌که در مراتع گلستان، یک گونه گندمیان دارای بالاترین و گونه‌ای دیگر کمترین کیفیت علوفه گزارش شده است (حسینی و همکاران^۲، ۲۰۱۴). همچنین در بررسی چند گونه علوفه‌ای، گونه علف باغ دارای درصد پروتئین بیشتری نسبت به علف پشمکی داشت (محمدی و همکاران^۳، ۲۰۲۳). سنبل و همکاران^۴ (۲۰۰۸) با بررسی مقایسه ترکیب‌های شیمیایی *Salvia hydrangea* در دو رویشگاه مختلف به این نتیجه رسیدند که تفاوت‌های کمی و کیفی در ترکیبات اسانس گیاه ناشی از عوامل مختلف اکولوژیکی، جغرافیایی، اقلیمی و خاکی روی ترکیبات شیمیایی اسانس جمعیت‌های مختلف گیاه مورد مطالعه است.

نتایج نشان داد اثر متقابل گونه در منطقه برای پروتئین، قندهای محلول و درصد ماده خشک قابل هضم ثابت کرد که پاسخ فیزیولوژیک دو گونه به تنش‌های محیطی یکسان نیست؛ برای نمونه، بیلهر با تجمع قند (۲۰/۹۱ درصد) به خشکی زنگوا واکنش نشان داد، در حالی که بن‌سرخ در کوه‌رنگ با افزایش قند (۲۵/۸۶ درصد) به افزایش ارتفاع پاسخ داد. همبستگی منفی و بسیار قوی بین ADF و DMD نیز اعتبار کاربرد ADF را به‌عنوان شاخصی سریع برای تخمین هضم‌پذیری در این گیاهان مرتعی تأیید کرد. درصد چربی پایین و تغییرناپذیر نشان داد که این ترکیب صرفاً ساختاری بوده و ارزش تغذیه‌ای چندانی ندارد. علاوه بر این، همبستگی مثبت و قوی میان پروتئین خام و درصد خاکستر نشان داد که جذب هم‌زمان نیتروژن و عناصر معدنی، راهبرد تغذیه‌ای مشترک در هر دو گونه برای دستیابی به کیفیت بالاتر است. تغییرات معنی‌دار NDF بین اکوتیپ‌ها نیز مؤید آن است که انتخاب رویشگاه می‌تواند مصرف گیاهان توسط دام را به‌طور محسوسی تحت تأثیر قرار دهد. نکته شایان توجه دیگر، پاسخ متمایز دو گونه در تولید قندهای محلول بود که نشان‌دهنده ظرفیت بالای سازگاری متابولیک این گیاهان به تنش‌های غیرزیستی متفاوت است. مالان و ریتمن^۵ (۲۰۰۳) خوشخوراکی گیاهان را ناشی از عواملی چون پروتئین خام،

¹ Torkan

² Hosseini

³ Mohammadi

⁴ Sanboli

⁵ Malan & N. Rethman

ترکیبات شیمیایی، مقدار فیبر، مورفولوژی، فرم رویشی و مرحله رشد می‌دانند. کریشچنکو^۱ و همکاران (۱۹۸۴) کیفیت علوفه ۸ جنس خانواده اسفناجیان را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که در بیشتر گیاهان میزان پروتئین خام و قند با رشد گیاه کاهش و میزان سلولز افزایش یافت. مسعودی^۲ و همکاران (۲۰۰۶) در رشته کوه هزار در کرمان با بررسی ترکیبات شیمیایی گیاه بیلهر ۳۵ ترکیب در این گیاه شناسایی کردند. همچنین، یاری و همکاران (۱۴۰۲) با بررسی شاخص‌های کیفیت ۹ گونه گیاه دارویی اسانس‌دار در مراتع خراسان رضوی، تغییرات معنی‌دار پروتئین خام، NDF، ADF و DMD را در دو مرحله رویشی و گلدهی گزارش و تأیید کردند که ارزش غذایی در مرحله رویشی نسبت به گلدهی به طور معنی‌داری بالاتر است (Yari et al., 2023). همچنین نتایج برخی پژوهش‌های داخلی نشان داده است که متغیرهایی نظیر ارتفاع از سطح دریا و اقلیم، بر ترکیبات موثر و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گونه‌های دارویی نظیر چویل^۳ و درمنه کوهی^۴ تأثیرات متفاوت و گاه معنی‌داری دارند (ناصری و همکاران، ۱۴۰۲؛ قربانی و همکاران، ۱۴۰۳).

در مجموع، این یافته‌ها تأکید می‌کنند که مدیریت مرتع و حفاظت از ذخایر ژنتیکی در معرض خطر باید بر پایه انتخاب آگاهانه رویشگاه و گونه استوار باشد و اکوتیپ بیدسدرده به‌عنوان گزینه برتر برای برنامه‌های احیای مراتع و اهلی‌سازی معرفی می‌شود. از منظر کاربردی، نتایج نشان می‌دهد که در پروژه‌های احیای مراتع زاگرس، اکوتیپ بیدسدرده برای بهبود محتوای پروتئین جیره دام و اکوتیپ‌های زنگوا و کوه‌رنگ برای تولید علوفه مدنظر قرار گیرند. در نهایت، با توجه به وضعیت در معرض خطر انقراض این گونه‌ها، حفاظت از تنوع اکوتیپی به‌عنوان یک مخزن ژنتیکی ارزشمند برای برنامه‌های اصلاحی آینده و افزایش تاب‌آوری مراتع در برابر تغییرات اقلیمی، یک اولویت راهبردی به‌شمار می‌رود. همچنین اطلاعات مربوط به ارزش غذایی علوفه در مراحل مختلف فنولوژی گیاه می‌تواند به مدیران مرتع کمک کند تا زمان مناسب چرای دام و فصل بهره‌برداری به‌موقع را به‌درستی انتخاب کنند و بدون آسیب‌زدن به پوشش گیاهی، عملکرد بالاتری از دام به‌دست آورند.

Reference

- Arzani, H., & Ahmadi, H. (2009). Rangeland management in Iran: Challenges and opportunities. *Journal of Rangeland Science*, 1(1), 1-9.
- Ahmadi, E., Panahi, S., Karimzadeh, A., Hassanzadeh, H., & Hosseini, M. (2025). Investigating the Physicochemical and Antimicrobial Properties of Gelatin-carboxymethyl Cellulose Edible Film Containing Dorema aucheri Extract. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 21(1), 103-117.
- Agroindustriais, P. (2013). AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. *Caracterização, Propagação E Melhoramento Genético De Pitaya Comercial E Nativa Do Cerrado*, 26(74), 62. Arzani, H. (2009). Forage Quality and Daily Requirement of Grazing Animal. University of Tehran Press, Tehran, Iran. 354 pp.
- Ashrafzadeh, M. R., Hosseini, S. M., & Zarei, M. (2023). Climate variability impacts on forage production in Zagros rangelands. *Rangeland Ecology & Management*, 86, 100-112.
- Baes Khc. & Kosar M. (2007). Koyuncum composition of essential oil of Allium macrochaetm Boss et Haskin. *Journal of essential oil Research*: 9 (1):125-126.
- Beauchemin, K. A., Ungerfeld, E. M., & Eckard, R. J. (2019). Predicting digestibility of western Canadian forages from chemical composition. *Canadian Journal of Animal Science*, 99(4), 831-842.
- Chang, Y.S. & F.H. Sung., (2000). Effects of gibberellic acid and dormancy-breaking chemicals on flower development of *Rhododendron plectrum* sweet and *R. scsbrum* Don. *Sci. Heretic.*, 83: 331-337 *Chromatography/Mass Spectroscopy*. Carol Stream, IL.: Allured Publishing Corporatio.

¹ Krishchenko

² Masoudi

³ *Ferulago angulata*

⁴ *Artemisia aucheri*

- Farsam H, et al., (2000). Antiinflammatory and analgesic activity of bibber saline multifidia DS, Rootextracy. J Ethno pharm. 71(3): 443-7 From the Fiber and Nitrogen Content of a Feed, N.S.W. Department of Agriculture, Nutrition.
- Gepts, P. (2006). Plant genetic resources conservation and utilization: The view from crop evolution. *Indian Journal of Plant Genetic Resources*, 19(1), 1–12.
- Ghahraman A. (1993). Iranian chromophytes. First edition. University press.; 2:668-768.
- Gholami, A., Karimi, N., & Alizadeh, M. (2023). Phenotypic plasticity and secondary metabolite accumulation in *Allium* species across elevational gradients. *Industrial Crops and Products*, 194, 116345.
- Ghorbani, A., Hosseini, S. M., & Karimi, Z. (2024). Interactive effect of altitude and climate on the quantity and quality of essential oil of two *Artemisia aucheri* species in the summer rangelands of the Central Alborz Mountains. *Journal of Rangeland and Watershed Management*, 77(1), 15–30.
- FAO. (2020). *Global forest resources assessment 2020: Country report – Islamic Republic of Iran*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Habila, D., Boulebda, N., Bensouici, C., Djemouai, N., Laouni, A., Benbelaid, F., Khalfallah, M., Al-Dahash, B. N., & Hamdi, P. (2025). Pharmacokinetic and phytochemical screening of *Allium subhirsutum* leaves for antimicrobial and anti-inflammatory properties. *Scientific Reports*, 15, 34806.
- Herrick, J. E., Van Zee, J. W., Havstad, K. M., Burkett, L. M., & Whitford, W. G. (2010). Monitoring manual for grassland, shrubland and savanna ecosystems: Volume I. Quick start. USDA-ARS Jornada Experimental Range.
- 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).
- Hosseini, S. M., Ashrafzadeh, M. R., & Karimi, N. (2022). Overharvesting and ecological degradation of medicinal plants in Iran's rangelands. *Journal of Environmental Management*, 304, 114256.
- Hristov, A. N., Oh, J., Giallongo, F., & Frederick, T. W. (2021). Nutritional and environmental implications of dietary fiber in ruminants. *Journal of Dairy Science*, 104(3), 2678–2695.
- Hsiao G, et al. (2003). Antioxidant and hepatoprotective effect of *androdia camphorata* extract. *J Agric Food Chem*. 51:7. 3302. Iranian. Arvan Publishing. (In Persian).
- Karimi, N., Gholami, A., & Zargari, A. (2021). Biodiversity and ecosystem services of Zagros rangelands: A review. *Biodiversity and Conservation*, 30(5), 1345–1367. (In Persian).
- Khaksarian, M. (2004). Investigation of the analgesic effects of three medicinal plants: Ben-Sorkh, chamomile, and oregano in male rats (Project No. 55/82). (In Persian).
- Kjeldahl, J. (1883). A new method for the determination of nitrogen in organic matter. *Zeitschrift für analytische Chemie*, 22(1), 366–383.
- Krishchenko, V. P., Rotar, A. I., Zaadnipyany, Y. F., Korsakov, M.L., Prator, U., & Anofrina, N. D. (1984). the chemical composition and nutritive value of plant belonging to chenopodiaceae in the range land massif of bibya I zvestiya-Timirya zevskoi-sel shokhozaistevennoi- Academia, 320 pp.
- Malan, P. J., & N. Rethman. (2003). Selection preference of sheep grazing different *Atriplex* species, proceeding of 7 the International Rangeland Congress, Durban, pp115-193.
- Masoudi, Sh et al. (2006). Volatile constituents of *Dorema aucheri* Boiss. was collected from Hezar mountain, province of kerman, Iran, in June 2003. Published online 31 May 2006 in Wiley Inter Science (In Persian).
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., & Morgan, C. A. (2020). *Animal nutrition* (8th ed.). Pearson Education.
- 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.
- Moghadam, M. (1998). *Rangeland and rangeland management* (2nd ed.). University of Tehran, 470 p.
- 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).

- Mottaghipisheh, J., Vitalini, S., Pezzani, R., & Iriti, M. (2021). A comprehensive review on ethnobotanical, phytochemical and pharmacological aspects of the genus *Dorema*. *Phytochemistry Reviews*, 20, 945–989. (In Persian).
- Nasahi, F., Akbarinia, A., & Dehghani, F. (2023). Effect of altitude on phenolic compounds and antioxidant activity of medicinal plant *Ferulago angulata* in natural habitats of Mazandaran Province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 39(4), 572–586.
- Peñuelas, J., & Filella, I. (2009). Phenology feedbacks on climate change. *Science*, 324(5929), 887–888.
- 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.
- Rahmani, M., Sadeghi, H., & Jafari, M. (2019). A review of medicinal and forage values of *Dorema* species in Iran. *Journal of Herbal Medicine*, 18, 100–109.
- Rabizadeh, F., & Naseri, S. (2023). Environmental parameters and habitats of *Dorema ammoniacum* (D. Don) in south-central Alborz. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(1), 725–738.
- Rimal, B., Rijal, S., Stork, N., Keshtkar, H., & Zhang, L. (2021). Forest restoration and support for sustainable ecosystems in the Gandaki Basin, Nepal. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(9), 1–24.
- Sanboli, A., Kanani, M., Yousefzadi, M., & Mojarrad, M. (2008). Comparative study of the chemical composition of *Salvia hydrangea* in two different habitats. *Quarterly Journal of Medicinal Plants*, 6(2), Issue 30, 9 pp. (In Persian).
- Selmar, D., & Kleinwächter, M. (2015). Stress enhances the synthesis of secondary plant products: The impact of stress-related over-reduction on the accumulation of natural products. *Plant and Cell Physiology*, 56(5), 817–826.
- Talei, G. R., Meshkatsadat, M. H., & Mosavi, Z. (2007). Antibacterial activity and chemical composition of essential oils from four medicinal plants of Lorestan, Iran. *J. Med. Plants*, 6 (S3):45–52. (Persian)
- Torkan, J., Alijanpour, A. H., Fajri, A., Bernousi, I., & Nazarnejad, H. (2007). Investigation of the effect of sampling year and phenological stage on forage quality of rangeland species in West Azerbaijan province. *Iranian Journal of Natural Resources*, 60(3), 1059–1073.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Van Soest, P. J. (2018). *Nutritional ecology of the ruminant* (2nd ed.). Cornell University Press.
- Wollenweber, E., Dörr, M., & Rustiyan, A. (1995). *Dorema aucheri*, the first umbelliferous plant found to produce exudate flavonoids. *Phytochemistry*, 38(6), 1417.
- Yang, D., Liu, X., Xu, X., Niu, T., Ma, X., Fu, G., Song, C., & Hou, X. (2024). Effect of soil and community factors on the yield and medicinal quality of *Artemisia argyi* growth at different altitudes of the Funiu Mountain. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1430758.
- Yari, R., Rostampour, M., & Mirmiran, S. M. (2023). Investigating forage quality indicators of important essential medicinal species in rangelands of Khorasan-Razavi province. *Journal of Range and Watershed Management*, 77(3), 253–263.
- Yemm, E. W., & Willis, A. J. (1954). The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemical Journal*, 57(3), 508–514.
- Zargari, A. (2020). *The book of medicinal plants of Iran* (5th ed.). University of Tehran Press.
- Eldridge, D. J., Bowker, M. A., Maestre, F. T., Roger, E., Reynolds, J. F., & Whitford, W. G. (2016). Ecological roles of biological soil crusts in drylands. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(1), 1–13.