Gonbad Kavous University
Journal of Plant
Ecosystem Conservation
Volume 13, Issue 27
http://pec.gonbad.ac.ir

Assessment of the allocation of elements in the aerial parts, litter and roots of some Gramineae species

Milad Parandeh-Roudi[1], Majid Mohammadasmaeili[2]*, Abolfazl Tahmasebi[2], Mehdi Sadeghi[4]

[1]MSc in Rangemanagement, Faculty of Agricultural & Natural Resources, University of Gonbad-Kavous, Gonbad-Kavous, Iran[2]

[2]Associate Professor, Department of Range & Watershed Management, Faculty of Agricultural & Natural Resources, University of Gonbad-Kavous, Gonbad-Kavous, Iran

[3]MSc in Rangemanagement, University of Zabol, Zabol, Iran

Received: 2025/08/31; Accepted: 2025/09/19

Abstract

Understanding the pattern of nutrient allocation in different plant organs is a key basis for comprehending nutrient cycling and achieving sustainable rangeland management. In this study, the distribution of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, carbon, and lignin was examined in the aboveground organs, litter, and roots of five dominant grass species in the Gomishan protected area. Sampling was conducted using a systematic-random method during the flowering stage. Transects were placed 100 m apart, and along each transect, ten 1 m² plots were randomly selected (30 plots in total). Element concentrations were measured using standard laboratory procedures. The results indicated that nitrogen showed no significant differences among species or organs, while phosphorus, potassium, calcium, carbon, and lignin exhibited clear interspecific variations. The highest phosphorus contents were recorded in the aboveground (206 ppm) and root (234 ppm) of *Phalaris minor*, whereas the lowest was found in the litter of *Bromus scoparius* (60 ppm). Potassium reached its maximum in the aboveground organ of *Puccinellia distans* (1083 ppm) and in the root of *Aeluropus lagopoides* (169 ppm), with the lowest value in the root of *Bromus scoparius* (53 ppm). Calcium was highest in the aboveground organ of *Lolium perenne* (600 ppm) and in the root of *Puccinellia distans* (944 ppm). Organic carbon reached maximum levels in the aboveground organ of *Puccinellia distans* (16.3%), in the litter of *Aeluropus lagopoides* (15%), and in the root of *Lolium perenne* (23.4%). The highest lignin contents were observed in the aboveground organ (4.7%) and litter (7.8%) of *Lolium perenne*. These findings highlight species-specific strategies for nutrient uptake, storage, and reallocation, which directly influence litter decomposition rates, soil fertility, and carbon sequestration. Future studies with extended temporal coverage, broader species diversity, and simultaneous assessment of soil properties and grazing intensity are recommended. The outcomes of this study provide a scientific foundation for selecting suitable species in rangeland restoration programs and for improving livestock nutrition management in semi-arid regions, particularly in the Gomishan protected area.

Keywords: Rangeland improvement, Restoration of rangeland, Rangeland ecosystem, Nutrient cycling, Sustainable rangeland management

*Corresponding author: ma_456@yahoo.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره سیزدهم، شماره بیست و هفتم
http://pec.gonbad.ac.ir

بررسی تخصیص عناصر دراندام هوایی، لاشبرگ و ریشه برخی از گونه‌های گرامینه

میلاد پرنده‌رودی[1]، مجید محمداسمعیلی[2*]، ابوالفضل طهماسبی[2]، مهدی صادقی[4]

[1]فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس
[2]دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس
[4]دانش آموخته کارشناسی‌ارشد مرتعداری، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۰۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۸

چکیده

شناخت الگوی تخصیص عناصر غذایی در اندام‌های مختلف گیاهان مرتعی، مبنای مهمی برای درک چرخه مواد و مدیریت پایدار مراتع است. در پژوهش حاضر، توزیع نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، کربن و لیگنین در اندام هوایی، لاشبرگ و ریشه پنج گونه گرامینه غالب در منطقه حفاظت‌شده گمیشان بررسی شد. نمونه‌برداری به روش سیستماتیک–تصادفی و در فصل گلدهی گیاهان انجام و مقادیر عناصر با روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. فاصله ترانسکت‌ها از یکدیگر ۱۰۰ متر و در طول هر ترانسکت ۱۰ پلات یک مترمربعی به‌صورت تصادفی (درمجموع ۳۰پلات) اختیار شد. نتایج نشان داد نیتروژن در هیچ اندام یا گونه‌ای اختلاف معنی‌دار نداشت، درحالی‌که فسفر، پتاسیم، کلسیم، کربن و لیگنین تفاوت‌های گونه‌ای آشکار نشان دادند. بیشترین فسفر (۲۰۶ ppm) و (۲۳۴ppm) به ترتیب در اندام هوایی و ریشه درگونه *Phalaris minor* و کمترین مقدار مربوط در لاشبرگ گونه *Bromus scopariu* (۶۰ppm) مشاهده شد. پتاسیم بیشترین مقدار را در اندام هوایی *Puccinellia distans* (۱۰۸۳ ppm) و در ریشه *Aeluropus lagopoides* (۱۶۹ ppm)، و کمترین مقدار در ریشه *Bromus scoparius* (۵۳ ppm) داشت. کلسیم در اندام هوایی *Lolium perenne* (۶۰۰ ppm) و در ریشه *Puccinellia distans* (۹۴۴ ppm) بیشترین مقادیر را نشان داد. کربن آلی نیز در اندام هوایی *Puccinellia distans* (۳/۱۶ درصد)، در لاشبرگ *Aeluropus lagopoides* (۱۵ درصد) و در ریشه *Lolium perenne* (۴/۲۳ درصد) بیشترین مقدار را داشت. بیشترین مقدار لیگنین در اندام هوایی *Lolium perenne* (۴/۷ درصد) و در لاشبرگ همان‌گونه (۷/۸ درصد) مشاهده شد. این یافته‌ها بیانگر استراتژی‌های متفاوت گونه‌ها در جذب، ذخیره و باز تخصیص عناصر است که بر سرعت تجزیه لاشبرگ، حاصلخیزی خاک و ترسیب کربن تأثیرگذار است. توصیه می‌شود پژوهش‌های آینده با پوشش زمانی طولانی‌تر، گونه‌های گیاهی متنوع‌تر و بررسی تعامل ویژگی‌های خاک و شدت چرا انجام گیرد. نتایج این پژوهش می‌تواند مبنای علمی برای انتخاب گونه‌های مناسب در طرح‌های احیای مراتع و مدیریت تغذیه دام در مناطق نیمه‌خشک به‌ویژه منطقه حفاظت‌شده گمیشان باشد.

واژه‌های کلیدی: **اصلاح مراتع، احیای مراتع، اکوسیستم مرتعی، چرخه مواد غذایی، مدیریت پایدار مراتع**

مقدمه

مراتع به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های نیمه‌طبیعی، نقشی اساسی در پایداری زیست‌بوم، تولید علوفه و حفظ تنوع زیستی ایفا می‌کنند (Bengtsson et al., 2019). این اکوسیستم‌ها علاوه بر ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی، ذخایر ژنتیکی غنی و گونه‌های گیاهی متنوعی را دربر دارند. عملکرد آن‌ها تا حد زیادی به چرخه عناصر غذایی وابسته است که از طریق اندام‌های گیاهی و بقایای آن‌ها در خاک جریان می‌یابد. اندام‌های گیاهی به‌ویژه اندام هوایی، لاشبرگ و ریشه هر یک سهم مهمی در چرخه عناصر دارند. اندام هوایی گیاهان به‌عنوان مرکز اصلی فتوسنتز و تولید مواد آلی، اساس تولید زیست‌توده و انرژی

[3] نویسنده مسئول: ma_456@yahoo.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

در اکوسیستم را تشکیل می‌دهد. لاشبرگ و سایر بقایای گیاهی با تجزیه در خاک، منبع اصلی تأمین عناصر غذایی و کربن برای پوشش گیاهی به شمار می‌روند و نقش مهمی در افزایش مواد آلی و بهبود خصوصیات شیمیایی خاک دارند (قزلسفلو و همکاران، ۱۳۹۳). این فرآیندها با فعالیت میکروارگانیسم‌ها و فونای خاک تقویت‌شده منجر به تأمین عناصر قابل‌جذب برای گیاهان می‌شوند (Nabi., 2023). از سوی دیگر، ریشه‌ها علاوه بر نقش مکانیکی در تثبیت گیاه، در جذب آب و عناصر غذایی اهمیت زیادی داشته و در تعامل نزدیک باانداام‌های هوایی قرار دارند (Bazmi & Panichayupakaranant., 2023). همچنین بر عقیده بسیاری از صاحب‌نظران لاشبرگ گیاهان به‌عنوان یک نوع ذخیره علوفه مطرح است که در شرایط خشک‌سالی می‌تواند نیازهای علوفه‌ای دام را تا حد زیادی تأمین کند. در نتیجه اندام‌های مختلف گیاه، ازجمله اندام هوایی، لاشبرگ و ریشه، سهمی متفاوت در جذب، ذخیره و بازتوزیع عناصر دارند به‌گونه‌ای که ریشه‌ها در جذب آب و مواد غذایی، اندام‌های هوایی در فتوسنتز و تولید زیست‌توده، و لاشبرگ در بازگشت عناصر به خاک نقشی حیاتی ایفا می‌کنند (Lu et al., 2025). همچنین وانگ و همکاران (Wang et al., 2024) در مطالعه اخیر نشان داده‌اند که مدیریت چرا و کاربری مراتع می‌تواند بر الگوی تخصیص عناصر تأثیرگذار باشد. چرا در حد اعتدال نه‌تنها موجب افزایش ذخیره کربن، نیتروژن و فسفر در گیاه و خاک می‌شود، بلکه پایداری چرخه عناصر را نیز تقویت می‌کند. در مقابل، چرا در دوره‌های حساس مانند زمان یخزدایی خاک می‌تواند اثرات منفی بر تخصیص منابع داشته باشد و کاهش زیست‌توده گیاهی را در پی داشته باشد، در حالی‌که استراحت چرایی در این دوره موجب افزایش تولید و بهبود تخصیص عناصر بین اندام‌های گیاهی می‌شود (Bai et al., 2025). از سوی دیگر، نقش کوددهی نیتروژن و فسفر در بهبود کیفیت و کمیت علوفه به‌ویژه در مراتع و مناطق کوهستانی تأیید شده است(Shi et al., 2024) . همچنین شواهد ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2025) نشان می‌دهد که افزودن نیتروژن می‌تواند جذب فسفر را از طریق تغییر رطوبت خاک و افزایش کربن آلی تقویت کند. این یافته‌ها نشان‌دهنده‌ی تعامل پیچیده عناصر غذایی و شرایط محیطی در تعیین استراتژی‌های گیاهی است. افزون بر این، مطالعاتی که به بررسی اندام‌های مختلف گیاهان مرتعی پرداخته‌اند، نشان می‌دهند که گونه‌های گیاهی بسته به شرایط اکولوژیکی و مدیریتی، الگوهای متفاوتی در جذب و ذخیره عناصر کلان و ریزمغذی‌ها دارند (Pruchniewicz et al., 2025). در ایران نیز بررسی‌های انجام‌شده نشان داده است که شدت چرای دام و ویژگی‌های خاک از جمله پتاسیم، بافت و کربن آلی می‌تواند به‌طور مستقیم بر الگوی تخصیص منابع در گونه‌های مرتعی تأثیر بگذارد. به‌طور مثال، مطالعه کیوان بهجو و همکاران (۱۴۰۳) بر روی گونه‌های درمنه در دامنه جنوب‌شرقی سبلان نشان داد که چرای شدید منجر به کاهش چشمگیر زیست‌توده اندام‌های هوایی و زیرزمینی و تغییر در الگوی تخصیص منابع می‌شود.

با وجود این پیشرفت‌ها، بیشتر پژوهش‌ها تاکنون به بررسی اثرات تک‌عاملی مانند چرا، کوددهی یا شرایط اقلیمی متمرکز بوده‌اند و کمتر به ماهیت چندعاملی و برهم‌کنش متغیرهای زیستی و غیرزیستی پرداخته‌اند. در واقع، پیچیدگی اکوسیستم‌های مرتعی ناشی از تعامل پویا بین عوامل مدیریتی چرای دام، استراحت مراتع، کوددهی و عوامل محیطی ارتفاع، بارش، دما، ویژگی‌های خاک است که می‌تواند به تفاوت‌های چشمگیر در تخصیص عناصر غذایی میان اندام‌های گیاهی منجر شود. این کمبود تحقیقاتی به‌ویژه در اکوسیستم‌های حساس کوهستانی و نیمه‌خشک که تغییرات اقلیمی و فشار بهره‌برداری انسانی به‌طور هم‌زمان رخ می‌دهند، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. از سوی دیگر، شناخت الگوهای تخصیص عناصر در اندام‌های مختلف گیاه نه‌تنها برای درک سازوکارهای اکولوژیکی پایداری مراتع ضروری است، بلکه می‌تواند مبنایی برای بهینه‌سازی مدیریت علوفه و حفظ تنوع زیستی نیز فراهم آورد. برای نمونه، تعیین سهم نسبی اندام‌های هوایی، ریشه و لاشبرگ در جذب، ذخیره و بازتوزیع عناصر غذایی می‌تواند راهگشای طراحی راهبردهای مدیریتی مبتنی بر اکولوژی باشد، راهبردهایی که همزمان هم بازدهی علوفه‌ای و هم پایداری عملکرد اکوسیستم را تضمین نمایند. منطقه حفاظت‌شده گمیشان با توجه به شرایط اکولوژیکی ویژه و تنوع گونه‌ای بومی، بستری مناسب برای مطالعه الگوهای تخصیص عناصر در گیاهان مرتعی محسوب می‌شود. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی و مقایسه الگوی تخصیص عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، کربن و لیگنین در اندام‌های هوایی،

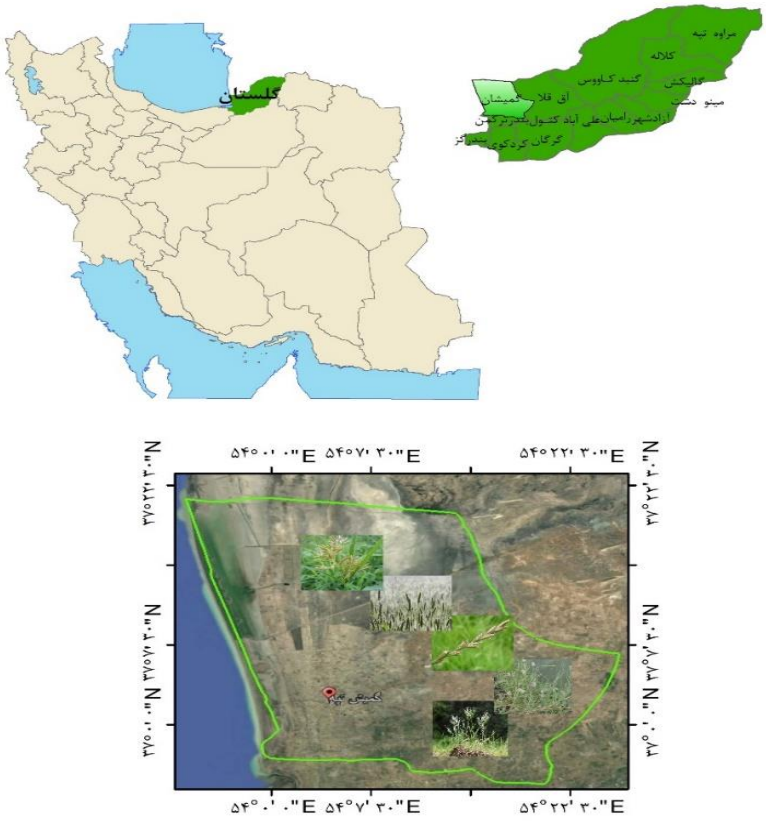
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

لاشبرگ و ریشه پنج گونه گرامینه در منطقه حفاظت‌شده گمیشان است.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه در شمال غرب استان گلستان، در محدوده شهرستان گمیشان و در حاشیه شرقی تالاب بین‌المللی گمیشان قرارگرفته است. مساحت کل مراتع دشت گمیشان ۳۲۱۴۸ هکتار است که در بین مختصات جغرافیایی با ´۲ °۵۴ تا ´۱۵ °۵۴ طول شرقی و ´۱۰ °۳۷ تا ´۱۸ °۳۷ عرض شمالی قرارگرفته است (شکل ۱). حداقل ارتفاع آن از سطح دریای آزاد ۲۴- متر و حداکثر آن ۱۱- متر می‌باشد. میانگین به دست آمده بارندگی سالانه از ایستگاه سینوپتیک منطقه در سال آبی ۱۴۰۲- ۴۲۰ میلی‌متر می باشد، و متوسط درجه حرارت سالیانه آن ۱۹/۲ درجه سانتی‌گراد است (سالنامه هواشناسی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ اداره کل هواشناسی استان گلستان). اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، نیمه‌خشک است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه نسبت به استان گلستان و ایران

روش نمونه‌برداری

پس از بررسی مقدماتی و عملیات صحرایی اولیه، گونه‌های غالب که از نظر تولید بذر نسبت به سایر گونه های منطقه برتری داشتند در منطقه حفاظت‌شده گمیشان، شامل، *Lolium perenne, Aeluropus lagopoides, Puccinellia distans,Bromus scoparius, Phalaris minor,* شناسایی شدند. نمونه‌برداری در زمان خوشه‌دهی گیاهان و با روش سیستماتیک - تصادفی در طول سه ترانسکت ۱۰۰ متری انجام شد. فاصله ترانسکت‌ها از یکدیگر ۱۰۰ متر و در طول هر ترانسکت ۱۰ پلات یک مترمربعی به صورت تصادفی (در مجموع ۳۰پلات) اختیار شد (مصداقی، ۱۳۸۶). چنانچه اگر در پلاتی یکی از

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

گونه‌های موردبررسی حضور نداشت برای آن‌گونه اقدام به انجام پلات تصادفی دیگری در طول ترانسکت انجام پذیرفت. در هر پلات، اندام‌های هوایی، لاشبرگ پای گیاه و ریشه همان گیاه جمع‌آوری شد و به تفکیک در پاکت‌های جداگانه قرار داده شد و شماره‌گذاری گردید. نمونه‌های گیاهی شامل اندام هوایی، لاشبرگ و ریشه بعد از برداشت به آزمایشگاه انتقال داده شد و توسط آسیاب برقی آسیاب شدند. عناصر، نیتروژن (N) به روش کجلدال، فسفر (P) به روش اسپکتروفتومتری، کلسیم (Ca) به روش تیترا سیون، پتاسیم(K) توسط فلیم فوتومتر، کربن به روش سوزاندن و در کوره، و لیگنین با دستگاه کلری متریک اندازه‌گیری شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. داده‌هایی که توزیع نرمال داشتند، برای مقایسه میانگین‌ها از تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده شد و تفاوت‌های معنادار میان گونه ها با آزمون دانکن (Duncan's Multiple Range Test) مشخص گردید (کیوان بهجو و همکاران، ۱۴۰۳). برای داده‌هایی که توزیع نرمال نداشتند، از آزمون غیرپارامتریک کروسکال-والیس استفاده شد. همچنین، برای بررسی روابط بین عناصر مختلف یا بین اندام‌های گیاه از ضریب همبستگی پیرسون (Pearson Correlation) استفاده شد. سطح معنی‌داری α ۰/۰۵= در نظر گرفته شد. تمامی تحلیل‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷,۰,۱ انجام شد.

نتایج

تخصیص عناصر در اندام‌های هوایی گونه‌های موردمطالعه

تجزیه واریانس عناصر موجود در اندام‌های هوایی گونه‌های موردمطالعه (جدول ۱) نشان می‌دهد که میانگین مقادیر عناصر مختلف تفاوت‌های متغیری بین گونه‌ها دارد. برای عنصر نیتروژن، تفاوت معناداری بین گونه‌ها مشاهده نشد. این یافته حاکی از یکنواختی نسبی توزیع نیتروژن در میان گونه‌های موردمطالعه بوده و نشان می‌دهد که فرآیندهای جذب و انتقال نیتروژن در این گونه‌ها تفاوت چشمگیری ندارد. در مقابل، بررسی عناصر فسفر، پتاسیم و کلسیم تفاوت‌های آماری معناداری را آشکار می‌سازد. این نتایج می‌تواند منعکس‌کننده تفاوت‌های گونه‌ای در نیازهای تغذیه‌ای، کارایی جذب عناصر معدنی یا سازگاری‌های محیط زیستی گیاهان باشد. کربن آلی و لیگنین بیشترین سطح معنی‌داری را در میان عناصر ترکیبی از خود نشان دادند. این نتایج نشان‌دهنده تفاوت‌های ساختاری و بیوشیمیایی بین گونه‌هاست که می‌تواند بر خواص مکانیکی اندام‌های هوایی، مقاومت در برابر تنش‌های محیطی و فرآیندهای پوسیدگی تأثیرگذار باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس تخصیص عناصر در اندام هوایی گونه‌های موردمطالعه

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
فسفر (ppm)	۲۰۱۴۴/۹۳	۴	۵۰۳۶/۲۳	۱۱/۰۶۴	۰/۰۰۱ **
پتاسیم (ppm)	۶۳۴۱۳۲/۹۳	۴	۱۵۸۵۳۳/۲۳	۳/۷۰۹	۰/۰۴۲ *
کلسیم (ppm)	۵۴۶۸۸۸/۲۶	۴	۱۳۶۷۲۲/۰۶	۱۵/۶۱۷	۰/۰۰۰ **
نیتروژن (٪)	۰/۰۱۸	۴	۰/۰۰۴	۰/۹۵۱	۰/۴۷۴ ns
کربن آلی (٪)	۲۱۸/۲۶	۴	۵۴/۵۶	۱۲/۰۳۷	۰/۰۰۱**
لیگنین (٪)	۱۴/۶۱	۴	۳/۶۵	۳۰/۶۰	۰/۰۰۰ **

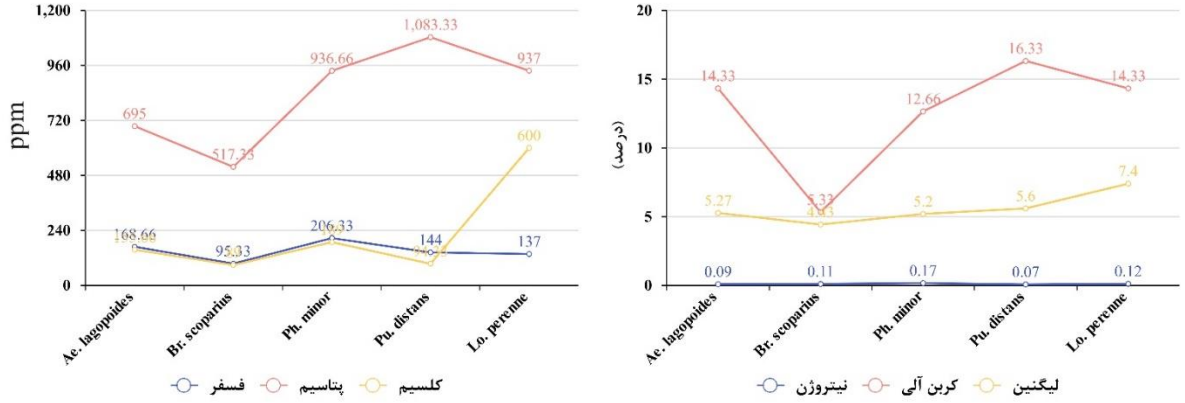
ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد

مقایسه میانگین تخصیص عناصر در اندام هوایی گونه‌های موردمطالعه

نمودار (۱) مقایسه میانگین مقادیر عناصر در اندام‌های هوایی گونه های گیاهی موردمطالعه را نشان می‌دهد. عنصر فسفر، بیشترین مقدار در گونه *Ph. Minor* (ppm ۲۰۶/۳۳) و کمترین مقدار در *Br. scoparius* (ppm۹۵/۳۳) مشاهده شد، گونه‌های *Ph. minor* و *Ae. lagopoides* در گروه‌های بالاتر قرار دارند، درحالی‌که *Br. scoparius* در پایین‌ترین گروه است. این نتایج نشان‌دهنده تفاوت گونه‌ای در ظرفیت جذب و ذخیره فسفر است که ممکن است با تفاوت‌های فیزیولوژیکی و محیط زیستی مرتبط باشد. بیشترین مقدار پتاسیم در *Pu. distans* (ppm ۱۰۸۳/۳۳) و کمترین مقدار در *Br. scoparius* (ppm۵۱۷/۳۳) حاصل شد، این الگوی توزیع بیانگر تفاوت در کارایی جذب پتاسیم و احتمالاً نیازهای تغذیه‌ای متفاوت گونه‌هاست. در مورد کلسیم،

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

گونه‌های *Lo. perenne* و *Ph. minor* بیشترین مقدار رادارند، درحالی‌که گونه‌های *Pu. distans* و *Br. scoparius* کمترین میزان را نشان می‌دهند. بیشترین مقدار کربن آلی در *Pu. distans* (۱۶/۳۳ درصد) و کمترین مقدار در *Br. scoparius* (۵/۳۳ درصد) مشاهده شد، در حالی که لیگنین بیشترین میزان را در *Lo. perenne* (۷/۴ درصد) و کمترین میزان را در *Br. scoparius* (۴/۴۳ درصد) دارد. این تفاوت‌ها می‌تواند بیانگر اختلافات گونه‌ای در ساختار دیواره سلولی، مقاومت مکانیکی و سازگاری محیط زیستی باشد.



نمودار ۱- مقایسه میانگین تخصیص عناصر در اندام هوایی گونه‌های مورد مطالعه

تخصیص عناصر در لاشبرگ گونه‌های مورد مطالعه

جدول (۲) تجزیه واریانس عناصر در لاشبرگ گونه‌های موردمطالعه را نشان می‌دهد. الگوی توزیع عناصر در بقایای گیاهی برای نیتروژن، سطح معنی‌داری بدست آمد، که نشان می‌دهد تفاوت گونه‌ای در سطح ۵٪ معنی‌دار نیست. این نتیجه مشابه الگوی مشاهده‌شده در اندام‌های هوایی زنده (جدول ۱) است و بیانگر آن است که نیتروژن، چه در بافت‌های زنده و چه در لاشبرگ، توزیع نسبتاً یکنواختی دارد. در مقابل، فسفر تفاوت معنی‌داری بین گونه‌ها نشان می‌دهد. این یافته نشان‌دهنده آن است که در فرآیند تشکیل لاشبرگ، گونه‌ها رفتار متفاوتی در حفظ یا از دست دادن فسفر دارند، که می‌تواند بر چرخه فسفر در اکوسیستم تأثیرگذار باشد. درحالی‌که پتاسیم و کلسیم تفاوت معناداری نشان نمی‌دهند، به نظر می‌رسد این عناصر در بقایای گیاهی بین گونه‌ها الگوی ثابتی دارند و احتمالاً تحت تأثیر مکانیسم‌های مشابهی در طول تجزیه قرار می‌گیرند . در میان ترکیبات ساختاری، کربن آلی و لیگنین تفاوت‌های معنی‌دار آشکاری نشان می‌دهند. این یافته‌ها حاکی از آن است که کیفیت لاشبرگ ازنظر ترکیبات آلی و ساختاری بین گونه‌ها متفاوت است. مقدار کربن آلی و لیگنین نقش کلیدی در سرعت و الگوی تجزیه لاشبرگ دارد، بنابراین تفاوت گونه‌ای در این ویژگی‌ها می‌تواند پیامدهای مهمی برای چرخه کربن و دینامیک مواد آلی در اکوسیستم داشته باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس تخصیص عناصر در لاشبرگ گونه‌های مورد مطالعه

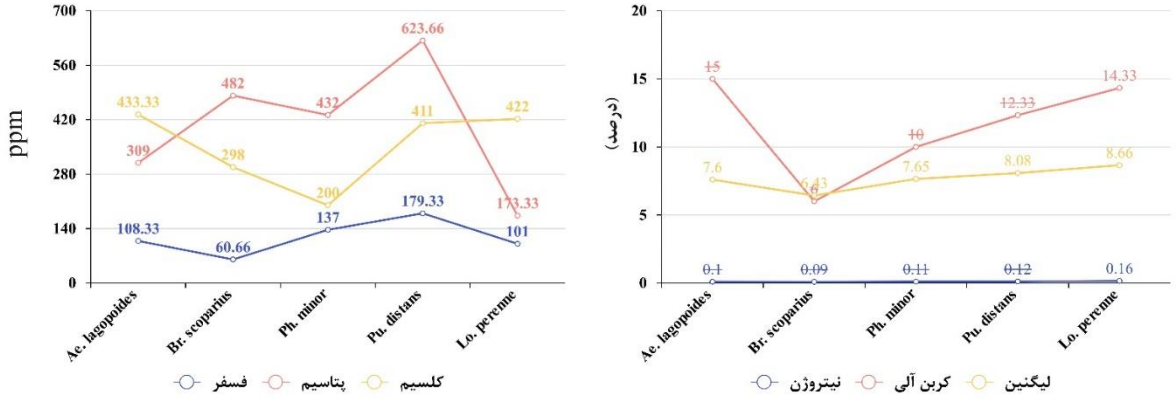
منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
فسفر (ppm)	۲۳۳۶۸/۹۳	۴	۵۸۴۲/۲۳	۸/۷۱	۰/۰۰۳ **
پتاسیم (ppm)	۳۵۳۶۰۳/۷۳	۴	۸۸۴۰۰/۹۳	۲/۷۰	۰/۰۹۲ ns
کلسیم (ppm)	۱۲۶۱۹۴/۲۶	۴	۳۱۵۴۸/۵۶	۰/۶۸	۰/۶۱۷ ns
نیتروژن (٪)	۰/۰۰۸	۴	۰/۰۰۲	۳/۱۱	۰/۰۶۶ ns
کربن آلی (٪)	۱۶۰/۴۰	۴	۴۰/۱۰	۸/۱۲	۰/۰۰۳**
لیگنین (٪)	۷/۹۹	۴	۱/۹۹	۱۰/۶۲	۰/۰۰۱ **

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

مقایسه میانگین تخصیص عناصر در لاشبرگ گونه-های موردمطالعه

مقایسه میانگین عناصر در لاشبرگ گونه‌های موردمطالعه (نمودار ۲) نشان می‌دهد که تفاوت‌های گونه‌ای در برخی عناصر بارز بوده، درحالی‌که برخی دیگر از عناصر الگوی یکنواخت‌تری دارند. در مورد نیتروژن، بیشترین مقدار در گونه *Lo. perenne* (۰/۱۶ درصد) و کمترین مقدار در *Br.scoparius* (۰/۰۹ درصد) بدست آمد. بیشترین مقدار فسفر در *Pu. distans* (۱۷۹/۳۳ppm) و کمترین مقدار در *Br. scoparius* (۶۰/۶۶ppm) به دست آمد. گونه *Ph. minor* نیز با مقدار متوسط (۱۳۷ppm) در گروه آماری میانی قرارگرفته است. این یافته هم‌راستا با نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که فسفر ازجمله عناصری است که هم در اندام زنده و هم در بقایای گیاهی تفاوت گونه‌ای آشکاری دارد. برای پتاسیم، بیشترین مقدار در *Pu. distans* (۶۲۳/۶۶ ppm) و کمترین مقدار در *Lo. perenne* (۱۷۳/۳۳ ppm) بدست آمد. بیشترین مقدار کربن آلی در *Ae. lagopoides* (۱۵ درصد) و *Lo. perenne* (۱۴درصد) و کمترین مقدار در *Br. scoparius* (۶ درصد) مشاهده شد. در خصوص لیگنین، بیشترین مقدار در *Lo. perenne* (۸/۶۶ درصد) و *Pu. distans* (۸/۰۸ درصد) و کمترین مقدار در *Br. scoparius* (۶/۴۳ درصد) مشاهده شد. این نتایج تأکید می‌کند که کیفیت لاشبرگ ازنظر ترکیبات آلی و لیگنین به‌طور معناداری بین گونه‌ها متفاوت است، که می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در سرعت و الگوی تجزیه داشته باشد.



نمودار۲- مقایسه میانگین تخصیص عناصر در لاشبرگ گونه‌های مورد مطالعه

تخصیص عناصر در ریشه گونه‌های مورد مطالعه

تحلیل واریانس عناصر در ریشه گونه‌های موردمطالعه (جدول ۳) نشان می‌دهد که نیتروژن تفاوت معنی‌داری بین گونه‌ها نشان نمی‌دهد، که مشابه الگوی مشاهده‌شده در اندام هوایی و لاشبرگ است. این امر تأیید می‌کند که نیتروژن عنصری باثبات نسبی در توزیع بین گونه‌ها و اندام‌های مختلف است. در مقابل، فسفر در ریشه اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد. بیشترین مقادیر فسفر در گونه‌های خاص مشاهده‌شده است و این یافته در هماهنگی با نتایج اندام هوایی و لاشبرگ است، جایی که فسفر نیز همواره تفاوت گونه‌ای آشکار داشته است. پتاسیم نیز در ریشه‌ها اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ نشان می‌دهد که باوجود تفاوت‌های کمتر در لاشبرگ، نشان می‌دهد این عنصر در ریشه‌ها حساسیت بیشتری به تفاوت گونه‌ای دارد. کلسیم تفاوت معنی‌داری بین گونه‌ها دارد. این یافته برخلاف نتایج لاشبرگ است که در آن کلسیم اختلاف معناداری نشان نمی‌داد، و نشان می‌دهد که ریشه‌ها نقش فعال‌تری در تمایز گونه‌ای ازنظر جذب و ذخیره کلسیم‌دارند. در خصوص ترکیبات ساختاری، کربن آلی بیشترین سطح معنی‌داری را نشان می‌دهد که تفاوت گونه‌ای بسیار آشکاری را در محتوای کربن ریشه‌ها نمایان می‌سازد. این ویژگی می‌تواند بر کیفیت زیست‌توده ریشه و پایداری کربن در خاک اثرگذار باشد. برخلاف کربن آلی، لیگنین در ریشه‌ها تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد. این در حالی است که در اندام هوایی و لاشبرگ تفاوت‌های معنی‌داری بدست آمد. این موضوع بیانگر آن است که ترکیب لیگنین در ریشه‌ها بین گونه‌ها تنوع کمتری دارد و شاید تحت‌فشارهای اکولوژیکی مشابهی شکل‌گرفته باشد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

جدول ۳- تجزیه واریانس تخصیص عناصر در ریشه گونه‌های مورد مطالعه

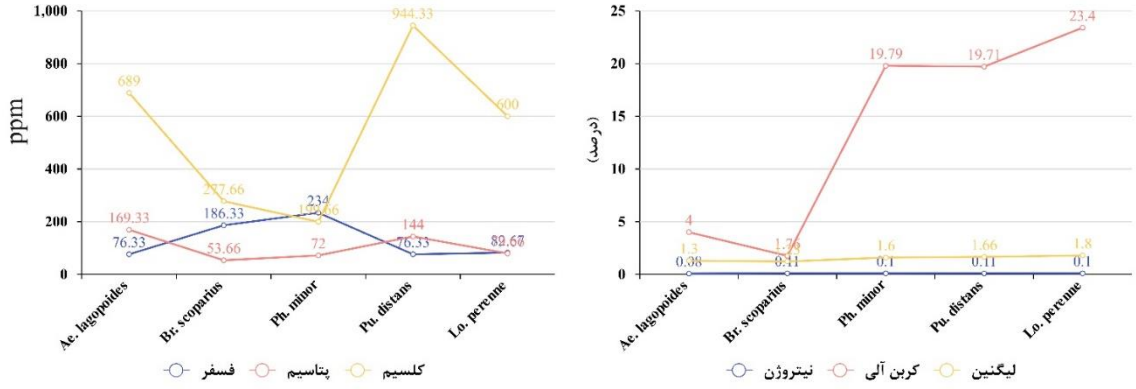
منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
فسفر (ppm)	۶۵۹۵۱/۰۶	۴	۱۶۴۸۷/۷۶	۸/۸۶	۰/۰۰۳ **
پتاسیم (ppm)	۳۰۰۵۲/۹۳	۴	۷۵۱۳/۲۳	۵/۳۸	۰/۰۱۴ *
کلسیم (ppm)	۱۱۲۱۷۲۷/۷۳	۴	۲۸۰۴۳۱/۹۳	۶/۸۲	۰/۰۰۶ **
نیتروژن (٪)	۰/۰۰۲	۴	۰/۰۰۱	۰/۵۴	۰/۷۰۵ ns
کربن آلی (٪)	۱۲۴۰/۹۰	۴	۳۱۰/۲۲	۶۲/۰۲	۰/۰۰۰ **
لیگنین (٪)	۰/۷۱	۴	۰/۱۷	۲/۰۳	۰/۱۶۵ ns

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

مقایسه میانگین تخصیص عناصر در ریشه گونه‌های مورد مطالعه

مقایسه میانگین عناصر در ریشه گونه‌های گیاهی (نمودار ۳) نشان‌دهنده وجود تفاوت‌های گونه‌ای در برخی عناصر و یکنواختی نسبی در برخی دیگر است. برای فسفر، بیشترین مقدار در *Ph. minor* (۲۳۴ppm) و کمترین مقدار در *Ae. lagopoides* و *Pu. distans* (۷۶/۳۳ppm) و در عنصر پتاسیم، بیشترین مقدار در *Ae. lagopoides* (۱۶۹/۳۳ppm) و کمترین مقدار در *Br. scoparius* (۵۳/۶۶ppm) بدست آمد. کلسیم نیز الگوی تفاوت گونه‌ای نشان می‌دهد، بیشترین مقدار در *Pu. distans* (۹۴۴/۳۳) و کمترین مقدار در *Ph. minor* (۱۹۹/۶۶) بدست آمد. در خصوص کربن آلی، اختلاف گونه‌ای بسیار بارزی مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار در *Lo. perenne* (۲۳/۴۰ درصد) و کمترین مقدار در *Br. scoparius* (۱/۷۶ درصد) مشاهده شد. این دامنه وسیع تغییرات تأییدی بر نتایج جدول ۳ است که نشان داد کربن آلی در ریشه‌ها بیشترین اختلاف آماری را در میان عناصر دارد. در مقابل، لیگنین در همه گونه‌ها مقادیر نزدیکی دارد (بین ۱/۲۳ الی ۱/۸۰ درصد). این الگوها نشان می‌دهد که ریشه گونه‌های گیاهی از نظر جذب و ذخیره برخی عناصر مانند فسفر، پتاسیم و کلسیم تفاوت‌های قابل توجهی دارند که می‌تواند ناشی از تفاوت در سیستم‌های ریشه‌ای و کارایی جذب عناصر آن‌ها باشد. گونه‌هایی با توانایی بالاتر در جذب فسفر و پتاسیم احتمالاً در شرایط کمبود این عناصر از مزیت رقابتی بیشتری برخوردارند و می‌توانند در حفظ عملکرد اکوسیستم نقشی پررنگ‌تر ایفا کنند. اختلاف بارز در میزان کربن آلی نیز بیانگر تفاوت در محتوای ترکیبات آلی ریشه‌ها و کیفیت زیست‌توده زیرزمینی است. این ویژگی می‌تواند بر پایداری کربن در خاک، نقش گونه‌ها در ذخیره‌سازی بلندمدت کربن و همچنین بر فرآیندهای میکروبی مرتبط با تجزیه مواد آلی تأثیرگذار باشد. در مقابل، یکنواختی مشاهده‌شده در لیگنین ریشه‌ها نشان می‌دهد که این ترکیب ساختاری کمتر تحت تأثیر تفاوت‌های گونه‌ای قرار دارد و احتمالاً عملکرد نسبتاً مشابهی در استحکام بافت‌های ریشه و مقاومت مکانیکی در برابر تجزیه ایفا می‌کند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]



نمودار ۳- مقایسه میانگین تخصیص عناصر در ریشه گونه‌های مورد مطالعه

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه نشان داد که تخصیص عناصر غذایی و ترکیبات ساختاری در اندام‌های مختلف گونه‌های گرامینه مورد بررسی از الگوهای متفاوتی تبعیت می‌کند. نیتروژن، علی‌رغم اهمیت آن در رشد و متابولیسم گیاه، در اندام‌های هوایی اختلاف معناداری بین گونه‌ها نداشت. این یکنواختی با نتایج قزلسفلو و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد و مشابه الگوهای گزارش‌شده توسط لیو و همکاران (Lu et al., 2025)است که در مراتع بیابانی نیز راهبردی همگرا در توزیع نیتروژن بین اندام‌های اصلی گونه‌های غالب مشاهده شد. با این حال، در لاشبرگ تفاوت‌هایی ظاهر شد، به‌ویژه در گونه *Lo. Perenne* که غلظت بالاتری از نیتروژن داشت که می‌تواند به سهم بالای برگ‌ها در ترکیب لاشبرگ نسبت داده شود. فسفر برخلاف نیتروژن در اندام‌های هوایی و ریشه تفاوت گونه‌ای آشکاری داشت. غلظت بالاتر فسفر در گونه‌هایی نظیر *Ph. Minor* و *Br. scoparius* احتمالاً ناشی از فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز ریشه و تسهیل فرآیند معدنی شدن فسفر در مجاورت ریزوسفر است. این یافته‌ها با نتایج شی و همکاران (She et al., 2024) همسو است که نشان دادند بهینه‌سازی مدیریت فسفر می‌تواند به ارتقای کیفیت علوفه و کارایی مصرف عناصر منجر شود. همچنین ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2025) گزارش کردند که افزودن نیتروژن در اکوسیستم‌های نیمه‌خشک سبب افزایش جذب فسفر در بخش هوایی گیاه از طریق بهبود رطوبت خاک و محتوای کربن آلی می‌شود، نکته‌ای که با یافته‌های ما درباره پیوند بین چرخه نیتروژن، فسفر و کربن مطابقت دارد. بیشترین غلظت پتاسیم در اندام‌های هوایی و لاشبرگ گونه *Pu. distans* و در ریشه گونه *Ae. lagopoides* مشاهده شد. این تفاوت‌ها نشان‌دهنده استراتژی‌های گونه‌ای در بازتخصیص پتاسیم پیش از خزان و نقش آن در تحمل تنش خشکی است (ملکوتی و همایی،۱۳۸۳؛ جعفری و همکاران، ۱۳۸۹). کلسیم نیز در اندام هوایی *Lo. perenne* و در ریشه *Pu. Distans* بیشترین مقدار را داشت که می‌تواند ناشی از نقش این عنصر در استحکام دیواره سلولی باشد. این یافته با مطالعه پروچنویچ و همکاران (Pruchniewicz et al., 2025) که نشان داد مدیریت اکوسیستم و شرایط زیستگاهی تأثیر مستقیمی بر محتوای عناصر ماکرو و میکرو در بافت‌های گیاهی دارد همسو است. از نظر ترکیبات ساختاری، تفاوت‌های بارزی در کربن آلی و لیگنین مشاهده شد. گونه‌هایی مانند *Pu. distans* و *Lo. perenne* مقادیر بالاتری از کربن آلی و لیگنین داشتند، که می‌تواند بیانگر کارایی بالاتر آن‌ها در تثبیت کربن و استراتژی‌های دفاعی در برابر فشارهای محیطی باشد. در مقابل، لیگنین در ریشه‌ها تفاوت معناداری بین گونه‌ها نشان نداد، که احتمالاً ناشی از فشارهای اکولوژیکی مشابه در بخش زیرزمینی است. این نتایج با یافته‌های وانگ و همکاران (Wang et al., 2024) که نشان دادند چرای متوسط می‌تواند ذخیره کربن، نیتروژن و فسفر را در گیاه و خاک افزایش دهد و به پایداری چرخه مواد آلی کمک کند مطابقت دارد. از منظر چرخه عناصر و پویایی اکوسیستم نیز، نتایج این پژوهش با یافته‌های کیوان‌بهجو و همکاران (۱۴۰۳) بر روی گونه‌های *Artemisia* هم‌راستا است، به این معنا که شرایط زیستگاهی و شدت بهره‌برداری (مانند چرای دام) نقش تعیین‌کننده‌ای در تخصیص منابع گیاه دارد .در هر دو مطالعه، مشاهده شد که اختصاص منابع در شرایط مساعد بیشتر بوده و به افزایش زیست‌توده اندام‌های مختلف منجر می‌شود، درحالی‌که فشارهای محیطی، کاهش اختصاص

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

منابع و افت تولید زیست‌توده را در پی دارد.
اهمیت این یافته‌ها در آن است که نشان می‌دهند گونه‌های گرامینه نقش‌های متفاوتی در بازگشت عناصر به خاک و کیفیت لاشبرگ ایفا می‌کنند. درنتیجه، شناخت این تفاوت‌ها می‌تواند مبنای علمی ارزشمندی برای مدیریت تغذیه دام، بهبود حاصلخیزی خاک و انتخاب گونه‌های مناسب در طرح‌های احیای مراتع باشد. به‌ویژه توجه به گونه‌هایی با توان بالاتر در ترسیب کربن یا بازگردانی فسفر می‌تواند به پایداری اکوسیستم‌های مرتعی در مناطق نیمه‌خشک کمک کند. باوجود نتایج ارزشمند، این مطالعه محدودیت‌هایی نیز دارد. نمونه‌برداری تنها در یک‌فصل رویشی انجام شد و بنابراین تغییرات فصلی در تخصیص عناصر در نظر گرفته نشد. همچنین تنها پنج گونه گرامینه موردبررسی قرار گرفتند و سایر گروه‌های گیاهی مراتع (مانند لگوم‌ها یا بوته‌ها) مطالعه نشدند. این عوامل می‌تواند تعمیم نتایج را محدود کند. برای تحقیقات آینده پیشنهاد می‌شود بررسی‌های مشابه در مقیاس زمانی طولانی‌تر و با گونه‌های گیاهی متنوع‌تر انجام شود. همچنین مطالعه ارتباط بین ویژگی‌های خاک، شدت چرا و تغییرات عناصر در اندام‌های گیاهی می‌تواند درک جامع‌تری از چرخه مواد غذایی در مراتع فراهم کند. این یافته‌ها با تأکید بر اهمیت گونه‌های مختلف در چرخه عناصر، می‌تواند مبنایی برای مدیریت پایدار مراتع و تقویت خدمات اکوسیستمی در منطقه حفاظت‌شده گمیشان فراهم آورد.

منابع

جعفری، م.، آذرنیو، ح.، حاجیبگلو، ع.، علیزاده، ع. ۱۳۸۹. بررسی کیفیت لاشبرگ و شاخساره و تأثیر آن بر خاک رویشگاه چهار گونه مرتعی (ارزیابی موردی: همند آبسرد). مجله مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۳ (۳):۳۰۷-۳۱۸.

قزلسفلو، ن.، مهدوی، س.خ.، حسینی، س.ع. ۱۳۹۳. مطالعه کیفیت لاشبرگ دو گونه مرتعی *Artemisiasieberi* و *Salsola Dendroides* و تأثیر آن بر ویژگی‌های خاک در منطقه تیل‌آباد استان گلستان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان، ۴ (۱): ۴۹-۶۰.

https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085958.1391.4.10.5.4

کیوان بهجو، ف.، فیروزپور، س. قربانی، ا. زندی اصفهان، ا.، معصوم تمیمی، م . ۱۴۰۳. میزان تخصیص منابع در اندام‌های مختلف گونه‌های درمنه (Artemisia spp.) در دامنهٔ جنوب شرقی سبلان. مهندسی اکوسیستم بیابان، ۱۲(۴۱), ۳۳-۴۸. doi: 10.22052/deej.2024.255052.1058

مصداقی، م. (۱۳۸۶). مرتع در ایران. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

ملکوتی، ج.، همایی، م. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک مناطق خشک و نیمه‌خشک، مشکلات و راهکارها. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۴۸۸ صفحه.

Pruchniewicz, D., Łobas, Z., Dradrach, A., Żołnierz, L. 2025. The Influence of Management on the Content of Macro-and Microelements in Plant Shoots of a Meadow Sward of an Arrhenatheretalia Plant Community. Agronomy, 15(5), 1020. https://doi.org/10.3390/agronomy15051020

Zhang, M., Liu, S., An, Y., Zhang, D., Tan, J., Wang, L., ... Tong, S. 2025. Exogenous nitrogen enhances aboveground plant phosphorus accumulation through soil moisture and organic carbon in semi-arid grazed wetlands. Agriculture, Ecosystems & Environment, 388, 109635. https://doi.org/10.1016/j.agee.2025.109635

Bai, M., Zhang, X., Xu, C., Yu, X. 2025. Rest grazing from the critical period of soil thawing in spring promoted the biomass accumulation and optimized resource allocation of 21 plant species in alpine meadow. Journal of Environmental Management, 386, 125806. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125806

Bazmi, R. R., Panichayupakaranant, P. 2023. The Role of Roots, Stems, and Leaves in Plant Function: Structural and Physiological Perspectives for Optimized Plant Growth. Advances in Herbal Research, 6(1), 1-5. https://doi.org/10.25163/ahi.619956

Bengtsson, J., Bullock, J. M., Egoh, B., Everson, C., Everson, T., O'connor, T., ... Lindborg, R. 2019. Grasslands—more important for ecosystem services than you might think. Ecosphere, 10(2), e02582. https://doi.org/10.1002/ecs2.2582

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

Lu, J., Zhao, X., Li, Y. 2025. Nitrogen and phosphorus allocation strategy among dominant species' major organs in desert grassland. Research in Cold and Arid Regions . https://doi.org/10.1016/j.rcar.2025.02.008

Nabi, M. 2023. Role of microorganisms in plant nutrition and soil health (pp. 263–282). Elsevier eBooks. https://doi.org/10.1016/b978-0-443-18675-2.00016-x

Shi, Z., Liang, G., Liu, W., Li, S., Qin, Y.2024. Optimization of nitrogen and phosphorus fertilization for enhanced forage production and quality of Festuca Krylovianacv. Huanhu artificial grassland in alpine regions. Heliyon, 10(15).

Wang, M., Zhang, C., Chen, S., Zhang, Y., Yu, T., Xue, X., Bai, K. 2024. Moderate grazing increased carbon, nitrogen and phosphorus storage in plants and soil in the Eurasian meadow steppe ecosystem. Science of the Total Environment, 914, 169864. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169864

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]