ارزیابی پاسخ ویژگی‌های کارکردی گیاهان نسبت به عوامل محیطی با استفاده از روش‌های RLQ و Q-Corner (مطالعه موردی: مراتع زیار ، استان مازندران)

منصوره کارگر[۱]، زینب جعفریان*[۲]، سارا فرازمند[۳] و علی طاهری[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۲/۲۳

چکیده

ویژگی‌های کارکردی پل ارتباطی خوبی بین فیزیولوژی گیاهی، اجتماع و فرآیندهای اکوسیستم هستند، بنابراین ابزار مناسبی برای تغییرات محیطی و تنوع زیستی فراهم می‌کنند. برای این هدف مراتع ییلاقی زیار در دامنه‌های جنوبی کوه دماوند با مساحت حدود۶۰۰۰ هکتار انتخاب شد. برای نمونه‌برداری از پوشش گیاهی و خاک از روش طبقه‌ای تصادفی- مساوی استفاده شد. تعیین متغیرهای توپوگرافی شامل شیب، ارتفاع، جهت در نرم‌افزار Arc GIS انجام گرفت. در هر واحد نمونه‌برداری تعداد ده پلات یک متر مربعی به طور تصادفی مستقر گردید و در پلات‌ها لیست گونه‌ها، تعداد آن‌ها، و ویژگی‌های کارکردی شامل سطح ویژه برگ، ماده خشک برگ، ارتفاع گیاه و وزن بذر یاددشت گردید. تعداد ۳ نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک درهر واحدنمونه‌برداری برداشت شد. در آزمایشگاه متغیرهای خاکی شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم و درصد کربن آلی اندازه‌گیری شدند. هم‌چنین متغیرهای اقلیمی در این تحقیق شامل رطوبت نسبی سالانه، میانگین دمای سالانه و میانگین بارندگی سالانه بودند. ارزیابی ویژگی‌های کارکردی نسبت به عوامل محیطی با استفاده از روش‌های RLQ و Q-corner در نرم‌افزار R و با استفاده از بسته ade4 انجام گرفت. نتایج نشان داد که اولین محور RLQ، ۸۴ درصد تغییرپذیری محیطی و ۸۷ درصد واریانس ویژگی‌ها را نشان داد. مجموع همبستگی در طول محورهای RLQ به میزان ۰/۶۲ بود و به میزان ۷۱ درصد بهترین همبستگی را داشتند. هم‌چنین نتایج آزمون Fourth-corner بیانگر این مطلب است که سطح ویژه برگ با متغیرهای کربن آلی، فسفر و نیتروژن خاک دارای ارتباط مثبت و معنی‌داری بودند. ماده خشک برگ و وزن بذر با کربن آلی خاک ارتباط منفی و معنی‌داری داشتند. ترکیب دو روش به طور واضح می‌تواند ارتباط‌های بین محورهای RLQ و متغیرهای محیط- ویژگی‌ها را بهبود بخشد. با توجه به این که در مرتع برخی از گونه‌های گیاهی در اثر عوامل محیطی از بین می‌روند، لذا از ویژگی‌های کارکردی گیاهان می‌توان برای عملیات اصلاح و احیای مراتع تخریب شده استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تغییرات محیطی، سطح ویژه برگ، کربن آلی خاک، روش RLQ.

[۱]- اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان البرز، کرج، ایران.

[۲]- استاد گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

*: نویسنده مسئول: jafarian79@yahoo.com

[۳] - استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.

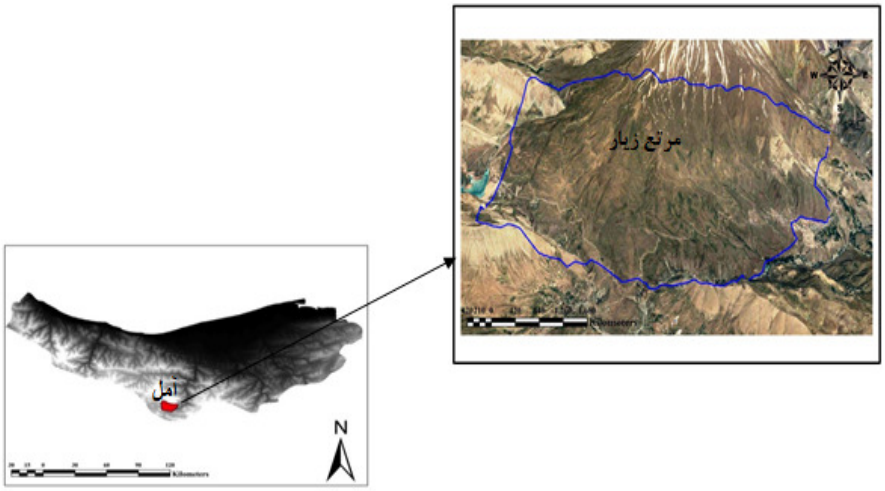
مقدمه

ترکیب ویژگی‌ها و پراکنش ارزش ویژگی های گونه‌ها در درون جامعه نقش کلیدی در فرآیندهای اکولوژیکی دارد. از این رو مشخصه های کارکردی گیاهی به دلیل پتانسیل آنها در تحت تاثیر قراردادن قابلیت و موفقیت گیاه در رشد تولید مثل و زنده مانی تغییر بر اثر پاسخ‌های آن به شرایط محیطی و تاثیر در فرایندهای اکوسیستم نظیر چرخه عناصر غذایی مطرح هستند. اکولوژیست‌ها معتقدند که در هر اکوسیستم گروه گونه‌های گیاهی خاصی وجود دارند که بر یک کارکرد خاص در اکوسیستم بیشترین تأثیر را می‌گذارند. بنابراین حذف یک گروه کارکردی تأثیرات زیادی بر روی کارکرد اکوسیستم داشته تا این که همان تعداد گونه از گروه‌های کارکردی دیگر برداشت شود (۲۳). محدود کردن ارزیابی‌ها به سطح گونه، پیچیدگی‌های موجود در یک جامعه را به خوبی نشان نمی‌دهد. این احتمال وجود دارد که بعضی از جوامع گیاهی با غنای گونه‌ای زیاد، تنوع اکولوژیکی کمتری نسبت به جوامع گیاهی با غنای گونه‌ای کم داشته باشند. به این علت که ممکن است همه گونه‌ها متعلق به یک گروه گونه یکسان از نظر اکولوژیکی باشند (۲۱). اگر تنها یک گونه از یک گروه کارکرد گیاهی حذف شود گونه‌های دیگر متعلق به این گروه احتمالاً نقش آن را بعهده می‌گیرند و تغییری چندانی در نتیجه حذف آن گونه در جریان اکولوژیکی بوجود نمی‌آید. گروه کارکردی (*Functional group*) شامل گونه‌هایی است که دارای خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و یا فنولوژیکی تقریباً یکسانی هستند و یا در یکی از خصوصیات فوق به هم شبیه هستند و احتمالاً از لحاظ پاسخی که به شرایط محیطی زنده و غیرزنده از خود نمایش می‌دهند و هم‌چنین از نظر تأثیری که بر روی کارکرد آن جامعه دارند یکسان هستند (۲۳، ۱۷). تعدادی از مطالعات به بررسی ارتباط بین ویژگی‌های کارکردی و عوامل محیطی با روش‌های مختلف آماری پرداختند (۲، ۶، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۴). در داخل کشور مطالعات اندکی در زمینه ارتباط بین ویژگی‌های کارکردی و عوامل محیطی انجام شده است می‌توان به تحقیقی که در بررسی پیش‌بینی پراکنش مکانی برخی ویژگی‌های کارکردی مراتع لاسم نشان داد که مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر شاخص تنوع کارکرد CWM ارتفاع گیاه شامل نقطه ظرفیت زراعی، تراکم ظاهری، رطوبت اشباع و اسیدیته می‌باشند. هم‌چنین نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل گروه‌بندی تغییرات عوامل محیطی بر شاخص‌های تنوع عملکرد بیانگر این مطلب بود که عوامل شیمیایی خاک با ۰/۳۳ درصد نسبت به سایر عوامل محیطی، بیشترین تغییرات را بر تنوع کارکرد منطقه داشتند (۱۱). در تحقیقی به تعیین عوامل خاکی موثر بر شاخص‌های تنوع کارکردی و گونه‌ای گیاهان در مراتع چشمه سرخو راور، استان کرمان پرداخته شد. نتایج نشان داد که عواملی نظیر ارتفاع از سطح دریا، آهک، ماده آلی و رطوبت بیشترین تآثیر را بر روی گونه‌ها داشتند. نتایج حاصل از همبستگی بین متغیرهای محیطی با تنوع کارکردی نشان داد که بیشترین همبستگی برای محور اول مربوط به درصد رطوبت اولیه ۰/۶۴ و محور دوم مربوط به درصد آهک با مقدار ۰/۳۸۱۷ می‌باشد (۹). مطالعات بسیاری در ارتباط با ویژگی‌های کارکردی و عوامل محیطی در خارج از کشور انجام گرفته است.با توجه به این که تا کنون مطالعه در زمینه ارتباط ویژگی‌های کارکردی با عوامل محیطی با آنالیز RLQ و fourth-corner انجام نشده است و از آنجا که آگاهی از تاثیر عوامل محیطی بر ویژگی‌های کارکردی که باعث کاهش تنوع گونه‌ای و کارکردی می‌شود ضروری است، چنین مطالعاتی در سطح کشور از جمله مراتع زیار در دامنه‌های جنوبی کوه دماوند ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مراتع زیار در دامنه‌های جنوبی کوه دماوند در استان مازندران و با مختصاتی به طول جغرافیایی ″۱۸ ′۱۱ °۵۲ تا ″۲۳ ′۵ °۵۲ و عرض جغرافیایی ″۳۶ ′۴۶ °۳۵ تا ″۴۱ ′۴۹ °۳۵ واقع شده است. مساحت منطقه مورد مطالعه حدود ۶۰۰۰ هکتار می‌باشد. دامنه ارتفاعی آن از ۲۵۰۰ متر تا ۳۴۶۰ متر از سطح دریا می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت مرتع زیار در شهرستان آمل و استان مازندران.

منطقه دارای خاک نسبتاً عمیق از نوع رسی، شنی و سیلتی لومی بوده و از نظر تشکیلات زمین شناسی بر روی سازندهای مربوط به دوره ائوسن قرار دارد. از نظر اقلیمی، میانگین درجه حرارت در زمستان ۰/۰۳- و در تابستان ۱۹/۲ درجه سانتی‌گراد و اقلیم منطقه به روش آمبرژه نیمه خشک سرد بوده، هم‌چنین میانگین بارندگی سالانه آن ۶۰۰ میلی‌متر می‌باشد (۱۱). از جمله تیپ‌های گیاهی شناسایی شده در این منطقه شامل ذیل می‌باشد.

Astragalus brachystachys – Festuca ovina، Bromus tomentellus –Poa bulbosa، Acantholimon scornuta – Dactylis microcephalum، Astragalus gossypinus – Onobrychis glomerata، Achillea millefolium- Thymus pubescence، Astragalus brachystachys – Bromus tomentellus و Stachys lavandulifolia

جمع‌آوری داده‌ها

نمونه‌برداری در فصل رویش منطقه (خرداد و تیر) سال ۱۳۹۶ آغاز گردید. منطقه مورد مطالعه بر اساس ارتفاع، شیب و جهت به تعدادی طبقه یا واحد همگن نمونه‌برداری تقسیم شد و نقشه‌های طبقات ارتفاع، طبقات جهت و طبقات شیب روی‌هم‌گذاری شد تا در نهایت ۳۵ واحد نمونه‌برداری[1] حاصل گردید. تعداد طبقات ارتفاعی شامل پنج طبقه که بیشترین مساحت مربوط به طبقات ارتفاعی ۲۹۰۰-۲۷۰۰ متر و کمترین مساحت مربوط به طبقه ۲۵۰۰-۲۳۰۰ متر می‌باشد. تعداد کلاس شیب نیز چهار کلاس بدست آمد که بیشترین مساحت مربوط به طبقه شیب ۱۵< درصد و کمترین مساحت مربوط به طبقه ۵-۰درصد است. تعداد طبقات مربوط به جهت نیز بشترین مساحت مربوط به طبقه جهت شمال و کمترین مساحت مربوط به طبقه مسطح و بعد از آن طبقه جنوب شرقی است. در جدول (۱) خصوصیات برخی واحدهای کاری آمده است.

[1] - Sampling units

جدول ۱: خصوصیات برخی واحدهای نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه

شماره واحد	شیب	جهت	ارتفاع	تیپ گیاهی
۱	>۱۵	شمال	۳۲۰۰	*Onobrychis cornuta – Acantholimon microcephalum*
۲	>۱۵	شمال	۳۲۰۰	*Onobrychis cornuta – Acantholimon microcephalum*
۳	>۱۵	شمال غربی	۳۲۲۰	*Onobrychis cornuta- Astragalus brachystachys*
۱۱	>۱۵	جنوب شرقی	۲۹۰۰	*Astragalus brachystachys -Thymus pubescence*
۱۵	>۱۵	شمال	۲۹۰۰	*Stachys lavandulifolia -Bromus tomentellus*
۱۹	>۱۵	جنوب	۲۷۰۰	*Astragalus brachystachys – Festuca ovina*
۲۰	>۱۵	جنوب	۲۷۰۰	*Astragalus brachystachys – Festuca ovina*
۲۳	>۱۵	جنوب شرقی	۲۷۰۰	*Achillea millefolium-Onobrychis cornuta*

در هر واحد نمونه‌برداری تعداد ۱۰ پلات یک متر مربعی به طور تصادفی مستقر گردید و در پلات‌ها لیست گونه‌ها، تعداد آن‌ها، درصد پوشش و برخی ویژگی‌های کارکردی آنها یادداشت گردید. در واقع در ۳۵ واحد نمونه برداری حدود ۳۵۰ پلات ۱ متر مربعی مستقر گردید. داده‌های اقلیمی از اداره کل هواشناسی استان مازندران گردآوری شد. داده‌های اقلیمی از ایستگاه‌های رینه، آبعلی، بلده نور، طالع سواد کوه، پل سفید، زرد گل به‌ترتیب با ارتفاع ۱۹۵۰، ۲۴۶۵، ۸۴۴، ۲۱۲۰، ۶۱۰ و ۱۵۰۰ متر از سطح دریا جمع‌آوری گردید. در هر واحد نمونه‌برداری به طور متوسط ۳ نمونه خاک و در مجموع ۱۰۰ نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری خاک گرفته شد. از آنجا که منطقه شیبدار و کوهستانی است، عمق خاک کم و در حد ۳۰ سانتی‌متر بود. نمونه‌های خاک در هوای آزاد خشک گردیده و سپس در هاون کوبیده شد و با استفاده از الک ۲ میلی متری صاف گردید تا آماده برای آزمایشات مختلف گردد. نیتروژن با روش کجلدال، کربن آلی خاک با روش اکسداسیون مرطوب والکی – بلاک، فسفر بعد از تهیه محلول در $H_2SO_4+HCLO_4$ با روش کلسیمتری و پتاسیم بعد از استخراج با استات آمونیوم ۱ نرمال با pH ۷ اندازه‌گیری شد (۳).

اندازه‌گیری ویژگی‌های کارکردی گونه‌های گیاهی

برای محاسبه ارتفاع گیاهان از خط کش استفاده گردید. بدین صورت که خط کش از سطح زمین تا بافت فتوسنتز کننده گیاه قرار داده شد و ارتفاع گیاه (بر حسب متر) اندازه‌گیری گردید (شکل ۲).

شکل ۲: نحوه اندازه‌گیری ارتفاع گیاه در منطقه مورد مطالعه

برای محاسبه سطح ویژه برگ ابتدا برگ‌های همه گونه گیاهی موجود در هر پلات جدا شدند. سپس برگ‌ها توسط دستگاه اسکن‌کننده، اسکن شدند و با نرم‌افزار Leaf area meter سطح آن‌ها بدست آمد (شکل ۳). سپس از نسبت سطح برگ به وزن خشک برگ، سطح ویژه برگ به‌دست آمد که واحد آن میلی‌متر مربع بر میلی‌گرم می‌باشد (۲۰).

شکل ۳: اسکن سطح برگ

برای تعیین ماده خشک برگ ابتدا نمونه‌های تر برگ برای هر گونه توزین‌شده (شکل ۴)، سپس داخل آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شد تا کاملا خشک شود. سپس درصد ماده خشک برگ برای گونه گیاهی به صورت نسبت وزن تر به ماده خشک برگ محاسبه گردید که واحد آن گرم بر میلی‌گرم می‌باشد (۱۸).

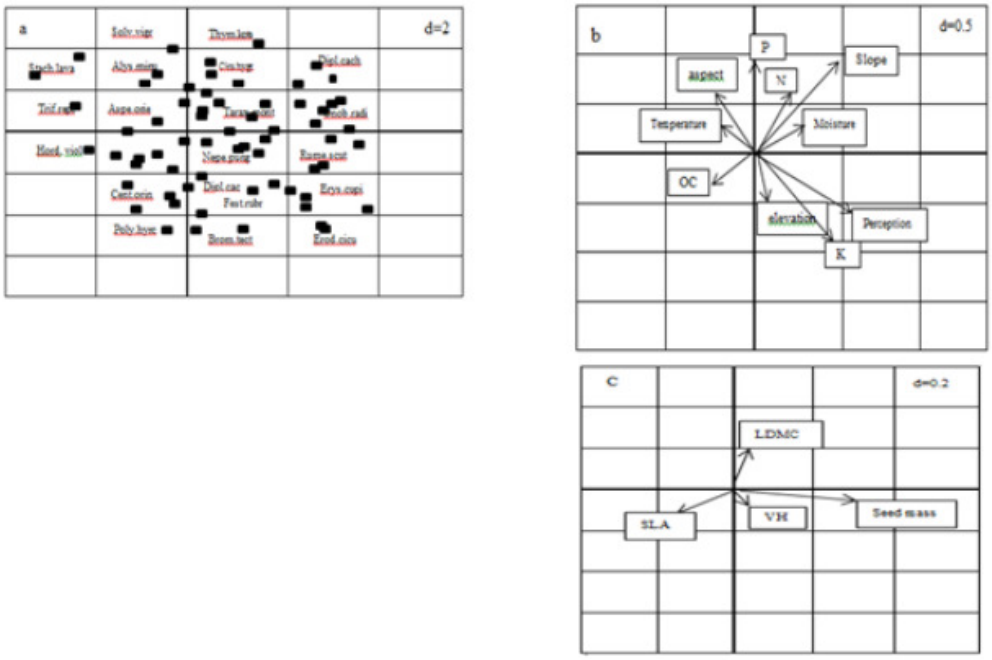
شکل ۴: اندازه‌گیری وزن برگ

روش‌های RLQ و Fourth- corner

روش RLQ روش آنالیز چندمتغیره می‌باشد که سه سلول را در برمی‌گیرد (شکل ۲): (L پراکنش گونه‌ها)، R (عوامل محیطی)، و Q (ویژگی‌های گیاهی). روش‌های RLQ و Fourth- corner از جمله روش‌هایی هستند که ارتباط بین محیط و ویژگی‌های گیاهی را بررسی می‌کند. این روش‌ها بدین صورت هستند که ویژگی‌ها و متغیرهای محیطی به وسیله فراوانی گونه‌ها وزن‌دهی می‌شوند. در واقع RLQ یک تکنیک چندمتغیره است که امتیازات رسته‌بندی را فراهم می‌کند تا اتصال ساختار بین سه جدول خلاصه شود، در حالی که روش fourth- corner عمدتاً برای ارتباط بین محیط و ویژگی است (یعنی یک ویژگی و یک متغیر محیطی در یک زمان). آنالیز داده‌ها در نرم‌افزار R نسخه ۳،۵،۱ با استفاده از بسته ade4 انجام شد (۶ و ۱۹).

نتایج

در شکل (۵) نتایج حاصل از آنالیز RLQ نشان داده شده است. در شکل a پلات پراکنش گونه‌ها، شکل b متغیرهای محیطی و شکل c ویژگی‌های کارکردی گیاهان را نشان داده است. نتایج جدول ۲ حاکی از آن است که ارتباط بین ویژگی‌ها و متغیرهای محیطی معنی‌دار بود. ارتباط به وسیله محور اول RLQ خلاصه شد که به میزان ۸۶/۶۴ درصد مجموع واریانس بین متغیرهای محیطی و ویژگی‌ها را نشان داد، در حالی که محورهای دیگر این مقدار کمتر بود. لازم به ذکر است مقادیر مشخص به صورت پررنگ درجدول نشان داده شدند. اولین محور RLQ، ۸۴ درصد تغییرپذیری محیطی و ۸۷ درصد واریانس ویژگی‌ها را نشان داد. در مجموع ۰/۶۲ همبستگی در طول محورهای RLQ داشتند که ۷۱ درصد تغییرپذیری محیطی را نشان دادند (جدول ۳).

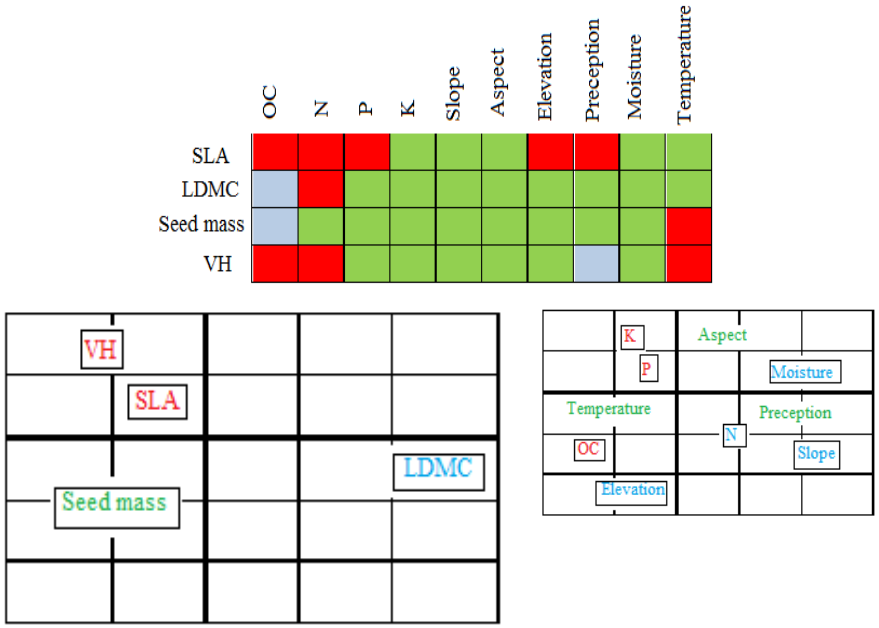


شکل ۵: نتایج اولیه دو محور آنالیز RLQa: امتیازات گونه‌ها،b: ضرایب برای متغیرهای محیطی،c: ویژگی‌ها. d نشان‌دهنده اندازه سلول هاست.

جدول۳: خلاصه آنالیز RLQ

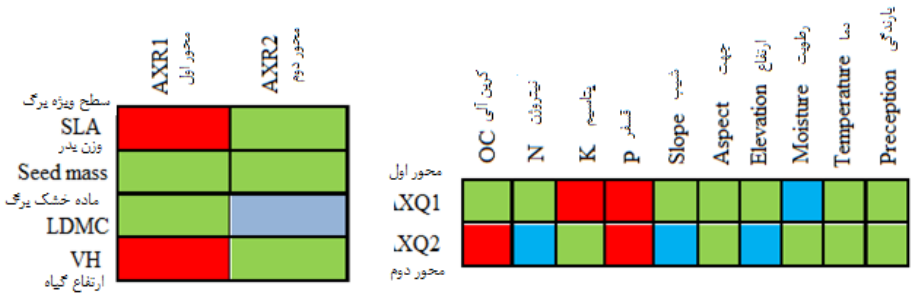
Eigenvalues					
	Ax1	AX2	AX3	AX4	AX5
(ارزش ویژه)	**۱/۵۲**	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۱
Projected inertia:(٪)					
(اینرسی طراحی شده)	**۸۶/۶۴**	۲/۶۶	۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۱۰
Cumulative projected inertia (%):	AX1	AX2	AX3	AX4	AX5
(اینرسی طراحی شده تجمعی)	**۸۶/۶۵**	۸۹/۳۱	۸۹/۶۴	۸۹/۸۵	۸۹/۹۵
	eig	covar	sdR	sdQ	Corr
(تجزیه ارزش های ویژه)					
Eigenvalues decomposition					
eig1	**۱/۳۶**	۱/۱۶	۱/۱۶	۱/۲۳	۰/۶۲
eig2	۰/۱۵	۰/۳۹	۱/۲۴	۱/۱۵	۰/۳۴
	Inertia &coinertia R				
	inertia	max	ratio		
eig1	۲/۱۴	۲/۲۶	۰/۸۴		
eig1+2	۳/۶۸	۴/۱۱	۰/۸۹		
	Inertia &coinertia Q				
eig1	۲/۳۴	۲/۴۰	۰/۸۷		
eig1+2	۳/۶۶	۳/۹۰	۰/۹۳		
	Correlation L				
	corr	max	ratio		
eig1	۰/۶۲	۰/۸۱	۰/۷۱		
eig2	۰/۳۴	۰/۶۴	۰/۴۲		

نتایج آزمون Fourth-corner بیانگر این مطلب است که سطح ویژه برگ با متغیرهای کربن آلی فسفر و نیتروژن خاک دارای ارتباط مثبت و معنی‌داری بودند (شکل ۶). نتایج ترکیب دو روش مورد مطالعه نشان داد که ماده خشک برگ با محور دوم ارتباط منفی و معنی‌داری داشت. سطح ویژه برگ و ارتفاع گیاه با محور اول ارتباط مثبت و معنی‌داری داشتند. وزن بذر نیز هیچ ارتباط معنی‌داری نداشت (شکل ۷).



شکل ۶: آزمون fourth-corner. سلول های قرمز نشان‌دهنده ارتباط مثبت و معنی‌داری (p<0.05) ،سلول آبی نشانگرارتباط منفی و معنی‌داری ، سلول سبز نشان‌دهنده عدم معنی‌داری می‌باشد.

VH: ارتفاع گیاه؛ SLA: سطح ویژه برگ؛ Seed mass: وزن بذر؛ LDMC: ماده خشک برگ؛ OC: کربن الی؛ N: نیتروژن؛ K: پتاسیم؛ P: فسفر؛ Moisture: رطوبت؛ Aspect: جهت؛ Elevation: ارتفاع؛ Temperature: دما؛ Preception: بارندگی؛ Slope: شیب



شکل ۷: ترکیب دو روش RLQ و fourth corner) نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح پنج درصد. ارتباط معنی‌داری مثبت با رنگ قرمز، معنی‌داری منفی با رنگ آبی و عدم معنی‌داری با رنگ سبز مشخص شده‌اند.

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاکی از آن است که کربن آلی خاک با ارتفاع ارتباط مثبت و معنی‌داری داشت. ویژگی‌های کارکردی مانند سطح ویژه برگ پایین، ماده خشک برگ و ارتفاع گیاه بالا بیشتر با گونه‌هایی که به کندی رشد می‌کنند و از عناصر غذایی فقیر هستند، مرتبط می‌باشند. نتایج این تحقیق نشان داد که در منطقه مورد مطالعه نیز، چنین گونه‌هایی در خاک‌های اسیدی که دارای عناصر غذایی فقیر می‌باشند، دیده می‌شوند (۸ و ۱۶). این خاک‌ها فعالیت کم میکروب‌ها را نمایش می‌دهند که علت آن کم بودن تجزیه سنگ بستر و مواد مغذی در دسترس است (۲۴). گونه‌هایی که نیاز زیادی به مواد مغذی دارند نمی‌توانند در چنین شرایطی رشد کنند. در حالی که گونه‌هایی که از استراتژی‌های منابع مانند عمر طولانی برگ و مقدار زیادی ماده خشک برخوردار هستند، دارای این مزیت می‌باشند. خصوصیات خاک در طول زمان پایدار نیستند و می‌توانند در طول زمان دارای تغییرات و انباشت زیادی شوند.کربن آلی بسیاری از خواص فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد که از جمله این خصوصیات، ظرفیت نگهداری آب، حاصل‌خیزی و فعالیت‌های بیولوژیکی و هوادیدگی هستند که با نتایج تحقیق ما مطابقت دارد. در منطقه مورد مطالعه گیاهان بوته‌ای از جمله گون، اسپرس و آویشن مشاهده می‌گردد که به دلیل زیاد بودن مقدار لاشبرگ و بقایای گیاهی موجود در سطح خاک، منبع اصلی هوموس می‌باشند. از آنجایی‌که این چنین گونه‌هایی در منطقه زیاد می‌باشند به دلیل مرتفع بودن منطقه و دام از این گونه‌ها کمتر چرا می‌کند، هر سال قسمت‌های خشک شده این گیاهان و هم‌چنین گیاهان خوشخوراکی که در بین این بوته‌ها مستقر شده‌اند در دسترس دام برای چرا قرار نمی‌گیرند. بنابراین در سطح خاک مقادیر لاشبرگ و بقایای گیاهی افزایش یافته و شرایط برای افزایش کربن و مواد آلی فراهم می‌شود (۲۰ و ۲۲). بین سطح ویژه برگ و عوامل توپوگرافی از جمله ارتفاع از سطح دریا ارتباط معنی‌داری وجود داشت که با نتایج دوبویس و همکاران (۲۰۱۳) و جعفریان و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد. از بین ویژگی‌های خاک، نیتروژن ارتباط معنی‌داری با سطح برگ دارد و با افزایش این عنصر میزان شاخص سطح برگ بیشتر می‌شود که با نتایج برخی محققین در بلژیک (۱) و در ایران، حوزه آبخیز لاسم (۱۲) مطابقت دارد. در این تحقیق ارتفاع گیاهان با ارتفاع از سطح دریا رابطه مثبت و معنی‌داری از خود نشان دادند که با نتایج محمدی و همکاران (۲۰۱۰) بر روی گیاه قیچ در مراتع نیمه‌خشک اصفهان مطابقت دارد. از آنجایی که ۷۵ درصد از عناصر معدنی جذب شده از خاک در برگ گیاهان متمرکز می‌گردد که پس از ریزش برگ‌ها این مواد به خاک بازگشته و موجب افزایش ذخیره مواد آلی و سایر عناصر غذایی در خاک می‌شود.با استفاده از ماده خشک برگ یا سطح مخصوص برگ می‌توان کیفیت علوفه و سودآوری را پیش‌بینی نمود. علاوه بر این برخی محققین بیان داشتند که گیاهانی با ماده خشک برگ پایین‌تری داشتند، از هضم‌پذیری بالاتری برخوردار بودند و هرچه سطح مخصوص برگ بالاتر و ماده خشک برگ پایین‌تر باشد، باعث کاهش کیفیت لاشبرگ می‌شود (۷). گونه‌هایی که از طریق بذر احیاء می شوند ماده خشک کمتری دارند و محتوای رطوبت نسبی بالاتری را نسبت به غیر بذرافشان‌ها نشان می‌دهند. تحت شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه، مقادیر ارتفاع و سطح مخصوص برگ جوامع گیاهی با کاهش دما، کاهش می‌یابد و هم‌چنین با افزایش ارزش توپوگرافی، افزایش می‌یابند. این نشان می‌دهد که پوشش گیاهی در شرایط سخت با برگ‌های مقاوم‌تر کوتاه‌تر گرایش دارند، یعنی قرار گرفتن در دمای کم و قرار گرفتن در معرض باد شدید. ارزش سطح مخصوص برگ نیز چگونگی به دست آوردن، حفظ و انتشار منابع گیاهان را نشان می‌دهد (۴، ۱۵). در شرایط سرما، منابع کمیاب هستند و عمدتاً گونه‌هایی که سطح مخصوص برگ آن‌ها کم می‌باشد قادر به حفظ منابع به جای بهره برداری از منابع در برگ‌های خود و تحمل آن شرایط هستند. گیاهانی با ماده خشک کمتر تحمل کمتری در برابر خطرات فیزیکی مانند چرای حیوانات و باد دارند (۸). نتایج نشان داد که بالاترین میزان این شاخص مربوط به ماده خشک برگ می‌باشد. نتایج نشان داد که ماده خشک برگ نسبت به دیگر ویژگی‌های کارکردی، بیشتر تحت تأثیر فاکتورهای خاک قرار می‌گیرد، زیرا این ویژگی با ذخیره منابع گیاهی مرتبط است که خود آن نیز با مقدار مواد غذایی موجود در خاک مرتبط است و به طور غیرمستقیم با اسیدیته که مواد غذایی در دسترس

را تحت تأثیر قرار می‌دهد، رابطه دارد. سطح ویژه برگ با ارتفاع و بارندگی رابطه مثبت و معنی‌داری داشتند. از آنجایی که سطح برگ نسبت مستقیم و با وزن و ضخامت برگ نسبت عکس دارد، در اوایل فصل رشد به دلیل شرایط اقلیمی مناسب به دلیل افزایش سریع سطح برگ و کاهش ضخامت برگ، میزان سطح ویژه برگ افزایش می‌یابد. سطح ویژه برگ به علت این که سطح برگ‌ها را نسبت به وزن خشک آنها می‌سنجند معیاری از وزن مخصوص یا نازکی نسبی برگ نیز است. هرچه مقدار این کیفیت زیادتر باشد نشان‌دهنده نازکی بیشتر برگ و کارایی کمتر آن در فتوسنتز است (۸). هر چه مقدار محدودیت‌های محیطی زیادتر شود علاوه بر کاهش تنوع، موجب افزایش همگنی می‌شود. به عبارت دیگر به دلیل سخت شدن شرایط محیطی فقط گونه‌های گیاهی محدودی می‌توانند مستقر شوند (۱۷). با استفاده از ماده خشک برگ یا سطح مخصوص برگ می‌توان خوشخوراکی و درصد رطوبت علوفه و سودآوری را پیش‌بینی نمود. کارنیلسون و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند هرچه سطح مخصوص برگ بالاتر و متعاقباً ماده خشک برگ پایین تر باعث کاهش کیفیت لاشبرگ می‌شود. علاوه بر این دورو و همکاران (۲۰۰۸) بیان داشتند که گیاهانی با ماده خشک برگ پایین‌تر،هضم پذیری بالاتری برخوردار بودند. دما نیز می‌تواند بر ویژگی‌های کارکردی موثر باشد. بدین صورت که، افزایش دما ماده خشک برگ و نرخ رشد گیاه را افزایش می‌دهد و نسبت برگ به ساقه و ضرایب قابلیت هضم گیاه را نیز کاهش می‌دهد (۸). نتایج حاصل از این روش ها بیان می‌کند که خروجی‌های آنالیز RLQ فقط بر روی متغیرهای ویژگی‌ها و متغیرهای محیطی که ارتباط معنی‌داری دارند تمرکز می‌کند. ترکیب دو روش به طور مستقیم می‌تواند به طور واضح ارتباط‌های بین محورهای RLQ و متغیرهای محیطی- ویژگی‌ها را بهبود می‌بخشد. مطالعه ویژگی‌های کارکردی گیاهان می‌توان همگرایی در پویایی پوشش گیاهی را مشاهده کرد. هم چنین ویژگی‌های کارکردی پل ارتباطی خوبی بین فیزیولوژی گیاهی، اجتماع و فرایندهای اکوسیستم هستند، بنابراین ابزار مناسبی برای تغییرات محیطی فراهم می‌کند. به عنوان مثال می‌توان به فرم رویشی و فرم زیستی اشاره نمود. این دو از ویژگی‌های هستند که ممکن است در گونه‌هایی که دارای طول عمر کمتری هستند به دلیل شرایط آب و هوایی نامناسب یا به خاطر تخریب انسانی شناسایی نشوند. با توجه به این که در مرتع برخی از گونه‌های گیاهی در اثر عوامل محیطی از بین می‌روند؛ لذا از ویژگی‌های کارکردی گیاهان می‌توان برای عملیات اصلاح و احیای مراتع تخریب شده استفاده نمود.

References

1. Afas, N., A. Pellis & U. Niinemets, 2005. Growth and production of a short rotation coppice culture of poplar. II. Clonal and year-to-year differences in leaf and petiole characteristic and stand leaf area index. Journal of Biomass and bioenergy, 28: 536- 547.
2. Almeida, B.A., A. Green, E. A. Âlez & L. D. Anjos, 2018.Comparing species richness, functional diversity and functional composition of water bird communities along environmental gradients in the neotropics. PLoS ONE, 13(7): e0200959. https://doi.org/10.1371/ journal.pone.0200959.
3. Baize, D., 2000. Guide des analyses apedologie. INRA, Paris.
4. Cornelissen, J. H. C., S. Lavorel, E. Garnier, S. Díaz, N. Buchmann, D. E. Gurvich, P. B. Reich, H. Steege, H. D. Morgan, M. G. A.van der Heijden, J. G. Pausas & H. Poorter, 2003. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide .Austaralia Journal of Botany, 51: 335-380.
5. Cornelissen, J. H. C., N.Perez-Harguindeguy, S. Diaz, J. P.Grime, B. Marzano,M. Cabido, F. Vendramini & B. Cerabolini, 1999. Leaf structure and defence control litter decomposition rate across species and life forms in regional floras on two continents. New Phytologist, 143: 191-200.
6. Dray, S., Choler, PH., Dec, S., Peres-Neto, P.R., Thuiler, W., Uiller, W., Pavoine, S., &TerBraak, C.J.F., 2014.Combining the fourth-corner and the RLQ methods for assessing trait responses to environmental variation, Ecology, 95: 14-21.
7. Duru, M., P. Cruz, H. K. Raouda, C. Ducourtieux & J. P. Theau, 2008. Relevance of Plant Functional Types based on Leaf Dry Matter Content for Assessing Digestibility of Native Grass Species and Species-Rich Grassland Communities in Spring. Agronomy Journal, 100: 1622-1630.

8. Dubuis, A., L. Rossier, J. Pottier, L. Pellisseir, P. Vittoz & A. Gusian, 2013. Predicting current and future spatial community patterns of plant functional traits. Ecoghraphy, 36: 1-13.
9. Jafarian, Z., M. Dehghan, F. Barjaste & M. Kargar, 2019 a: Evaluation of diversity and functional group as one of the biodiversity indices in response to elevation gradients (Case study: CheshmeSarkho rangelands, Ravar, Kerman), Environmental, 45(2): 317-329 (In Persian).
10. Jafarian, Z., M. Kargar, R. Tamartash & S.J. Alavi, 2019b. Spatial distribution modelling of plant functional diversity in the mountain rangeland, north of Iran. Ecological indicator, 97: 231-238.
11. Kargar, M., 2016. Prediction of spatial some functional traits in Lasem rangeland, Phd thesis. Agriculture of Sari University and Natural Resources, 176pp. (In Persian).
12. Kargar, M., Z. Jafarian, R. Tamartash & S.J. Alavi, 2014. The Study Relationship between of Functional traitsof*Stachyslavandulifolia*Vahlwith some Soil and Topography properties (Case study: Angemar rangeland, Lasem watershed). Rangeland, 8(4):342-350. (In Persian).
13. Khademi, A., B. Kord & S. Poorabbasi, 2010. Acacia estimate LAI and its correlation with soil characteristics and growth of physiographic conditions on the roof a forestation Malayer. Marine Sciences and Natural Resources, 6(1): 41-52 (In Persian).
14. Kuzmanovic, M., S. Dolédec, N.D. Castro-Catala, A. Ginebreda, S. Sabater, I. Muñoz & D. Barceló, 2017. Environmental stressors as a driver of the trait composition of benthicmacroinvertebrate assemblages in polluted Iberian rivers, Environmental Research. 156, 485–493.
15. Mensah, S., V.K. Salako, A.E. Assogbadjo & R.K. Kaka, 2018. Differential responses of taxonomic, structural, and functional diversity to local-scale environmental variation in afromontane forests in South Africa. Tropic Conservertion, Science, 11: 1–13.
16. Molaei shamasbi, M., A. Ghorbani, A.K. Sefidi, B. Bahrami & K. Hashemi majd. 2017. Ecological factors affecting `distribution of Artemisia species in south east Sabalan slope. Rangeland, 11(2):139-151.
17. Omidipour, R., A. Ebrahimi, P. Tahmasebi & M. Faramarzi, 2019. Correlation of functional richness and functional divergence with ecosystem function in cold steppe rangelands of Borujen. Rangeland, 11(3):504-521.
18. Pellissier, L., J. Pottie., P. Vitto., A. Dubuis & A. Guisan, 2010. Spatial pattern of floral morphology: possible insight into the effects of pollinators on plant distributions. Oikos, 119: 1805–1813.
19. Core Team, R., 2014. A Language and Environment for Statistical Computing (R Foundation for Statistical Computing, Vienna) Available at www.R-project.org/.
20. Rossier, L., 2011. Predicting Spatial Patterns of Functional Traits. MS.c thesis. University of Lausanne, Switzerland, 44 pp.
21. Tahmasebi, P., M. Moradi & R. Omidipour, 2017.Plant functional identity as the predictor of carbonstorage in semi-arid ecosystems. Plant Ecology& Diversity, 10: 139–151.
22. Tarnian, F., H. Azarnivand, R. Yazdanparast, M.A. Zarechahoki, M. Jafari & S. Koumar, 2017. Determining the most important factors affecting species distribution and modeling of its potential habitats. Rangeland, 11(2):179-193.
23. Violle, C., 2007. Let the concept of trait be functional. Oikos, 116: 882-892.
24. Wesuls, D., J. Oldeland & S. Dray, 2012. Disentangling plant trait responses to livestock grazing from spatio-temporal variation: the partial RLQ approach. Journal of Vegetation Science, 23: 98-113.