دانشگاه گنبدکاووس
نشریه "حفاظت زیست‌بوم گیاهان"
دوره هشتم، شماره شانزدهم
http://pec.gonbad.ac.ir

الگوی توزیع و تنوع گیاهی در امتداد گرادیان ارتفاعی (مطالعه موردی: مراتع مغان– سبلان، اردبیل)

سحر غفاری[1]، اردوان قربانی[2*]، مهدی معمری[3]، رئوف مصطفی‌زاده[4]، محمود بیدارلرد[5]، آزاد کاکه ممی[6]

[1]دانش‌آموخته دکتری علوم مرتع، گروه منابع طبیعی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
[2] استاد، گروه منابع طبیعی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
[3]دانشیار، گروه علوم گیاهی و گیاهان داروئی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
[4]دانشیار، گروه منابع طبیعی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی،اردبیل
[5]استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت
[6]دانشجوی دکتری علوم و مهندسی مرتع، گروه منابع طبیعی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۹

چکیده

مطالعه جوامع گیاهی بهترین راه برای شناخت ساختار و توزیع پوشش گیاهی و همچنین تعامل‌های مختلف بین گیاهان در یک اکوسیستم است. عامل ارتفاع نقش مهمی در شکل‌گیری توزیع گیاهان دارند که درنهایت منجر به شکل‌گیری مناطق مختلف فیتوگرافی می‌شود. مطالعه حاضر به‌منظور بررسی تغییرات ترکیب گیاهی و شاخص‌های تنوع در طول گرادیان ارتفاعی ۱۰۰ تا ۳۳۰۰ متر از سطح دریا انجام شد. در هر سایت، سه ترانسکتو در هر ترانسکت ۱۰ پلات یک مترمربعی برداشت شد. در هر پلات ویژگی‌های ترکیب و تراکم گونه‌ای، درصد تاج پوشش هر یک از گونه‌ها ثبت شد. سپس به‌منظور بررسی رابطه ارتفاع با شاخص‌های پوشش گیاهی در طبقات مختلف ارتفاعی از آزمون تجزیه واریانس و از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها و گروه‌بندی‌آن‌ها استفاده شد. مدل‌هایرگرسیون برای ارزیابی روابط ارتفاع با شاخص‌های پوشش گیاهی ترسیم شد. نتایج نشان داد خانواده Asteraceae، Poaceae و Fabaceae دارای بیش‌ترین غنای گونه‌ای در سطح منطقه موردمطالعه بودند. درمجموع ۳۸۷ گونه متعلق به ۲۰۰ جنس و ۴۴ خانواده در منطقه شناسایی شد. بیش‌ترین تعداد گونه (۱۷۲ گونه) در ارتفاع ۱۵۰۰-۱۲۰۰ متر و کم‌ترین تعداد گونه (۲۹ گونه) در محدوده ارتفاعی ۳۳۰۰-۳۰۰۰ متر مشاهده

*نویسنده مسئول: a_ghorbani@uma.ac.ir

شد. تعداد گونه تا ارتفاع ۱۵۰۰ متری با افزایش ارتفاع، افزایشیافت؛ اما در ارتفاعات بالاتر از ۱۵۰۰ متری تعداد گونه کاهش یافت. تنوع و غنای گونه‌ای با افزایش ارتفاع افزایش و سپس روند کاهشی نشان داد در حالیکه درصد تاج پوشش روند معکوسی نشان داد. گیاهان کلاس I و II با افزایش ارتفاع در ابتدا کاهش و سپس افزایش نشان دادند در حالیکه گیاهان کلاس III روند معکوسی نشان دادند. افزایش تنوع و غنا در محدوده ارتفاع میانی در منطقه موردمطالعه بیش‌تردرنتیجه تخریب مراتع و درنتیجه مدیریت نامناسب و فقیر بودن مراتع است.

***واژه‌های کلیدی:*گرادیان ارتفاعی،مؤلفه‌های تنوع، کلاس خوش‌خوراکی، فرضیه اختلال متوسط**

مقدمه

درک ساختار مراتع، یک‌پیش‌شرط لازم برای توصیف فرآیندهای اکولوژیکی و همچنین پویایی مراتع است (غفاری و همکاران، ۲۰۱۸). شناخت الگوی فضایی توزیع، ترکیب و تنوع گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعییک ابزار ارزشمند در ارزیابی پایداری مراتع، استراتژی‌های حفاظت و مدیریت اکوسیستم‌های مرتعی است (Thapa et al., 2016). در دهه‌های اخیر، افزایش اختلالات انسان‌شناختی (مانند صنعتی شدن، شهرنشینی، تغییرات استفاده از زمین، کشاورزی، گردشگری، سطح آلودگی)، چرایبیش‌ازحد دام و خشک‌سالی تغییرات قابل‌توجهی در ساختار و عملکرد پوشش گیاهی مراتع به وجود آورده است (Thapa et al., 2016 ;Senbeta et al.;2014).

تغییر در توزیع گونه نتیجه تعامل داخلی بین عوامل مختلف از قبیلپستی‌وبلندی، عملکرد گیاه، رقابت گونه‌ها، مزواقلیم، اختلالات طبیعی، شرایط خاک و یا شدت تأثیر انسان است که به‌نوبه خود بر رشد، توسعه و الگوهای توزیع گیاهان اثرگذار است (Kacholi, 2014). هر یک از این عوامل بسته به ضعف یا قوت خود تغییر در جوامع گیاهی را موجب شده‌اند که از آن به گرادیان یا شیب تغییرات محیطی یاد می‌شود (مصداقی، ۱۳۸۰). گروهی از بوم‌شناسان، بیان کرده‌اند که به‌وسیله یکی از روش‌ها، مانند تحلیل گرادیان و نمونه‌برداری در فواصل معین در امتداد گرادیان محیطی، می‌توان به مطالعه تغییرات پیوسته پوشش گیاهی در اثر عوامل محیطی پرداخت (Verma, 2016; Mota et al., 2017). پستی و بلندی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر توزیع پوشش گیاهی است (Arila and Gupta, 2016). ناهمگنی پستی‌وبلندییک مورد خاص است که نسبت به سایر ناهمگونی‌هایتأثیر قوی‌تری بر توزیع، رشد، شکل زیستی و ساختار گونه‌ها دارد، درنتیجه گونه‌ها دارای مقادیر متفاوت از تراکم، فراوانی و تاج پوشش در ارتفاعات مختلف هستند (Senbeta et al., 2014؛ غفاری و همکاران، ۲۰۱۸).

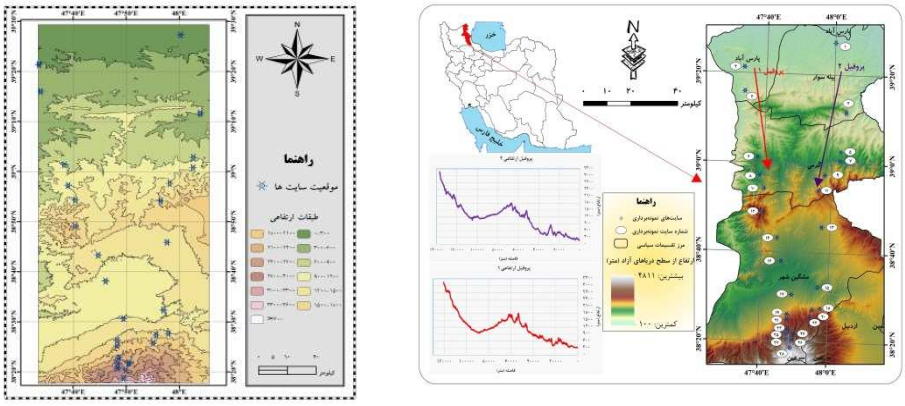
شناخت کمی و کیفی ترکیب پوشش گیاهی و تغییرات تنوع در مکان و زمان برایمرتع‌داران جهت اعمال مدیریت صحیح، ضروریمی‌باشد. با توجه به اهمیت و جایگاه مراتع مغان-سبلان در جهت دستیابی به توسعه پایدار و همچنین حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی و تنوع زیستیآن‌ها، لازم است نقش عوامل اکولوژیکی و تأثیرآن‌ها در تنوع گونه‌های گیاهی مورد ارزیابی قرار گیرد. در این راستا با توجه به شرایط

توپوگرافی مراتع مغان-سبلان، عامل اکولوژیک ارتفاع از سطح دریا از اهمیت بسیار بالایی برخوردار بوده و بسیاری از پارامترهای کمی و کیفی گیاهان تابع آن است. ازاین‌رو هدف از مطالعه حاضر، تجزیه‌وتحلیل ترکیب و تنوع ساختار پوشش گیاهی در امتداد گرادیان ارتفاعی از مراتع دشتی مغان تا مراتع ییلاقی سبلان به‌منظور توصیف الگوها و بررسی عوامل اثرگذار بر ترکیب و ویژگی‌های ساختاری است تا بدین‌وسیله بتوان دیدی بهتر نسبت به حفظ تنوع زیستی آن، تأمین پایگاه اطلاعاتی و ارزیابی توان منطقه در بلندمدت اقدام کرد. در این پژوهش سه فرضیه مورد آزمایش قرار گرفتند: الف) گرادیان ارتفاعی بر شاخص‌های پوشش گیاهی اثرگذار است؛ ب) توزیع گیاهان در طول گرادیان ارتفاعی زنگوله‌ای شکل است و بیشترین تنوع و غنای گونه‌ایبر اساس فرضیه اختلال متوسط در ارتفاعات میانی اتفاق می‌افتد.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

منطقه موردبررسی با حدود جغرافیایی '۴۵ °۴۷ تا '۲۳ °۴۸ طولشرقی و '۱۸ °۳۸ تا '۲۷ °۳۹ عرضشمالی در بخش شمالی استان اردبیلقرارگرفته است. مساحت منطقه موردمطالعه حدود ۶۱۷۳۵۶ هکتار است (شکل ۱). با توجه به پایش میدانی و ساختار پوشش گیاهی، طبقات ارتفاعی ۳۰۰ متر، ارتفاع مناسب برای مقایسه تغییرات پوشش گیاهی تعیین شد، اما در ارتفاعی کمتر از ۳۰۰ متر، ارتفاع تأثیر کمی در تغییر گیاهان داشت. معیارهای انتخاب سایت برای نمونه‌برداری گیاهی شامل: الف) حداقل ۳۰۰ متر اختلاف ارتفاعی داشته باشند؛ ب) مراتع طبیعی با جاده در دسترس؛ ج) پرهیز از اثر حاشیه مناطق مسکونی، جاده‌ها، زمین‌های زراعی، مناطق تفریجی، پهنه‌های آبی و پرتگاه‌ها (برای حذف اثرات حاشیه‌ای، ثبت داده‌ها از حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ متری دورتر از این عوارض انجام شد)؛ د) جهت دامنه شمالی. با توجه به ضوابط فوق در امتداد گرادیان ارتفاعی مغان-سبلان بین ۱۰۰ تا ۳۳۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا (اراضی کمتر از ۱۰۰ متر ارتفاع، عمدتاً زمین‌های کشاورزی، مناطق مسکونی و صنعتی و فاقد مراتع طبیعی بوده و مراتع در ارتفاع بیش از ۳۳۰۰ متر، فاقد جاده دسترسی بوده است) انتخاب شد. منطقه موردمطالعه دارای تابستان خشک و زمستان‌های سرد است؛ برای سه تا چهار ماه از سال، با برف و یخ پوشانده می‌شود؛ از اواسط اردیبهشت تا اواسط شهریورماه، فصل خشک بوده و در ارتفاعات پایین،آب‌وهوا نیمه‌خشک و در ارتفاعات بالا، سرد و نیمه‌خشک است (غفاری و همکاران، ۲۰۱۸).



(ب) (الف)

شکل ۱ - نقشه (الف) موقعیت منطقه موردمطالعه، (ب) طبقات ارتفاعی

جدول ۱ - موقعیت و خصوصیت سایت‌های موردمطالعه در گرادیان ارتفاعی مغان- سبلان

ارتفاع	پروفیل ارتفاعی (شکل ۱)	شیب (درصد)	گونه‌های غالب	تعداد گونه	بارندگی (میلی‌متر)	دما (سلسیوس)
۱۰۰-۳۰۰	۱	۳	*Lolium perenne -Medicago minima*	۲۸	۲۷۰	۱۴
	۲	۳	*Trigonella monspeliaca-Erodium deserti*	۳۲	۲۷۴	۱۴
۳۰۰-۶۰۰	۱	۲۲	*Artemisia austriaca-Trifolium subterraneum*	۳۸	۲۷۹	۱۳
	۲	۲۲	*Avena eriantha -Artemisia austriaca*	۳۰	۲۸۲	۱۳
۶۰۰-۹۰۰	۱	۳۱	*Trifolium subterraneum*	۳۵	۲۹۸	۱۲
	۲	۱۲	*Trachynia distachya*	۳۹	۳۰۰	۱۲

ادامه جدول ۱ - موقعیت و خصوصیت سایت‌های موردمطالعه در گرادیان ارتفاعی مغان- سبلان

ارتفاع	پروفیل ارتفاعی (شکل ۱)	شیب (درصد)	گونه‌های غالب	تعداد گونه	بارندگی (میلی‌متر)	دما (سلسیوس)
۹۰۰-۱۲۰۰	۱	۳۸	*Medicago minima-Poa bulbosa-Trifolium resupinatum*	۴۷	۳۱۱	۱۱
	۲	۳۶	*Bromus arvensis-Thymus kotschyanus*	۵۱	۳۲۱	۱۱
	۱	۲۴	*Artemisia austriaca*	۶۴	۳۲۳	۱۱
	۲	۱۲	*Artemisia austriaca-Lasiopogon muscoides*	۴۷	۳۱۶	۱۱
۱۲۰۰-۱۵۰۰	۱	۲۱	*Astragalus microcephalus-Festuca ovina*	۵۹	۳۴۲	۱۰
	۲	۹	*Astragalus microcephalus-Medicago minima*	۴۵	۳۳۵	۱۰
	۱	۱	*Xeranthemum squamosum -Artemisia austriaca*	۳۷	۳۳۷	۱۰
	۲	۳۰	*Festuca ovina-Trigonella arcuata -Erodium cicutarium*	۵۲	۳۲۸	۱۰
	۱	۳۵	*Astragalus microcephalus -Trifolium arvense-Acantholimon gilliatii*	۷۲	۳۴۰	۱۰
	۲	۱۲	*Medicago minima-Aegilops triuncialis-Astragalus vegetus*	۶۵	۳۲۵	۱۰
۱۵۰۰-۱۸۰۰	۱	۱۸	*Artemisia austriaca -Festuca ovina*	۷۰	۳۵۹	۱۰
	۲	۲۸	*Festuca ovina -Dactylis glomerata*	۶۰	۳۴۸	۹
	۱	۱۴	*Astragalus microcephalus -Taeniatherum caput-medusae*	۶۵	۳۵۵	۹
	۲	۲۰	*Taeniatherum caput-medusae -Medicago sativa*	۳۸	۳۴۶	۹
۱۸۰۰-۲۱۰۰	۱	۳۴	*Astragalus microcephalus-Bromus arvensis-Thymus kotschyanus*	۷۴	۳۶۶	۸
	۲	۲۰	*Bromus tectorum*	۴۷	۳۶۱	۸
۲۱۰۰-۲۴۰۰	۱	۳۱	*Festuca akhanii-Astragalus eriostylus-Poa pratensis*	۳۹	۳۸۵	۷
	۲	۳۷	*Astragalus aureus-Festuca ovina*	۵۱	۳۷۹	۷
۲۴۰۰-۲۷۰۰	۱	۳۹	*Festuca ovina- Astragalus aureus*	۴۹	۳۹۸	۶
	۲	۴۰	*Festuca ovina- Trifolium medium*	۴۲	۳۹۳	۶

ادامه جدول ۱ - موقعیت و خصوصیت سایت‌های موردمطالعه در گرادیان ارتفاعی مغان- سبلان

ارتفاع	پروفیل ارتفاعی (شکل ۱)	شیب (درصد)	گونه‌های غالب	تعداد گونه	بارندگی (میلی‌متر)	دما (سلسیوس)
۲۷۰۰-۳۰۰۰	مشترک	۳۳	*Lolium rigidum-Festuca ovina- Trifolium medium*	۴۱	۴۰۴	۶
۳۰۰۰-۳۳۰۰	مشترک	۱۹	*Festuca ovina-Alopecurus vaginatus*	۲۹	۴۲۵	۱۱

جمع‌آوری داده‌ها

نمونه‌برداری از پوشش گیاهی

در هر سایت ۳ ترانسکت و در طول هر ترانسکت ۱۰۰ متری ۱۰ پلات یک مترمربعی (اندازه پلات با توجه به نوع و نحوه پراکنش گونه‌های گیاهی و با توجه به مطالعات گذشته (قربانی و همکاران، ۱۳۹۳؛ غفاری و همکاران، ۱۳۹۶) بافاصله ده متر از یکدیگر، برای نمونه‌برداری انتخاب شد. تعداد پلات‌ها در هر واحد نمونه‌برداری با توجه به تغییرات پوشش گیاهی و روش آماری ۳۰ پلات تعیین شد. در هر پلات ویژگی‌های ترکیب و تراکم گونه‌ای (شمارش پایه در واحد سطح)، تاج پوشش (درصد نسبیهرگونه در واحد سطح) هر یک از گونه‌ها ثبت شد. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی منطقه در طی فصل رویش، هنگامی‌که انتظار می‌رود اکثر گونه‌های گیاهی در سطح منطقه حضورداشته و به رشد کامل رسیده باشند صورت گرفت. مختصات جغرافیایی (ارتفاع، عرض جغرافیایی و طول جغرافیایی) هر پلات با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شد.

نمونه‌ها بعد از جمع‌آوری و آماده‌سازی به هرباریوم گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه محقق اردبیلی منتقل شدند و بر اساس منابع موجود شناسایی شدند. سپس گیاهانبر اساس درجه خوش‌خوراکی در سه کلاس I (کم شونده، خوش‌خوراکی بالا)، کلاس II (زیاد شونده، خوش‌خوراکی متوسط) و کلاسIII (غیرخوش‌خوراک، مهاجم و سمی) تقسیم‌بندی شدند (شیدایی، ۱۳۶۱). برای تعیین میزان حضور هرگونه (بر اساس کلاس خوش‌خوراکی) در طول گرادیان ارتفاعی از شاخص درجه اهمیت گونه استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برایهرگونه گیاهی شاخص اهمیت گونه در هر طبقه ارتفاعی برای تعیین ساختار گیاهی محاسبه شد. شاخص اهمیت گونه بر اساس مجموع تراکم نسبی، فراوانی نسبی و درصد پوشش نسبی محاسبه شد (Curtis and McIntosh, 1950). سپس به‌منظور کاهش پیچیدگی داده‌های پوشش گیاهی آنالیز آماری شاخص‌های اکولوژیکی (تنوع، غنا و یکنواختی) بر روی داده‌ها انجام گرفت (Whittaker, 1953). معادلات مربوط به شاخص‌های شاخص اهمیت گونه (رابطه ۱)، تنوع (رابطه ۲)، غنا (رابطه ۳) و یکنواختی (رابطه ۴) در جدول (۲) ارائه‌شده است.

شاخص‌های تنوع (تنوع، غنا و یکنواختی) با استفاده از نرم‌افزار PAST (ورژن، ۳) محاسبه شد. سپس، به‌منظور بررسی رابطه ارتفاع با شاخص‌های تراکم، درصد تاج پوشش، تنوع، غنا و یکنواختی در طبقات مختلف ارتفاعی با استفاده از نرم‌افزار SPSS (ورژن ۲۲) تجزیه واریانس انجام شد. در ادامه از آزمون دانکن به‌منظور مقایسه میانگین‌های استفاده شد. مدل‌های رگرسیونی برای ارزیابی روابط ارتفاع با شاخص‌های تراکم، درصد تاج پوشش، تنوع، غنا و یکنواختی با استفاده از نرم‌افزار Minitab (ورژن، ۱۷) محاسبه شد.

جدول ۲ - معادلات شاخص‌هایدرجه اهمیت گونه و خانواده، تنوع، غنا و یکنواختی

رابطه		معادلات	
رابطه ۱	شاخص اهمیت گونه (IVI)	سطح نمونه‌برداری شده / تعداد افراد= تراکم ۱۰۰×تراکم کلیه گونه‌ها/ تراکم یک‌گونه= تراکم نسبی کل تعداد قاب‌های نمونه‌برداری شده/ تعداد قابی که در آن‌گونه معینی وجود دارد= فراوانی ۱۰۰×فراوانی کلیه گونه‌ها/ فراوانی یک‌گونه= فراوانی نسبی سطح نمونه‌برداری شده/ سطح تاج پوشش یک‌گونه= غلبه ۱۰۰×غلبه کلیه گونه‌ها/ غلبه یک‌گونه= غلبه نسبی غلبه نسبی+فراوانی نسبی+تراکم نسبی=میزان اهمیت	Curtis and McIntosh, (1950
رابطه ۲	تنوع گونه	$H' = \sum_{i=1}^{S} \frac{n_i}{\mathrm{N}} \ln \frac{n_i}{\mathrm{N}}$	Shannon and Weaver, 1963)
رابطه ۳	غنای گونه	$SR = \frac{S}{\sqrt{N}}$	(Menhinick, 1964)
رابطه ۴	یکنواختی	$E = \frac{H'}{H_{max}}$	(Pielou, 1969)

S: تعداد کل گونه‌ها، N: تعداد کل افراد در نمونه، *ni: تعداد افراد گونه*، *Hmax*: حداکثر تنوع ممکن

نتایج

درمجموع ۳۸۶ گونه متعلق به ۲۰۰ جنس و ۴۴ خانواده در منطقه موردمطالعه ثبت شد. گیاهانگل‌دار غالب‌ترین گروه بودند. دولپه‌ای‌ها با ۳۶ خانواده، ۱۶۴ جنس و ۳۲۰ گونه، تک‌لپه‌ای‌ها با ۷ خانواده، ۳۵ جنس و ۶۵ گونه و نهاندانگان با ۱ خانواده، ۱ جنس و ۱ گونه وجود داشتند (جدول ۳).

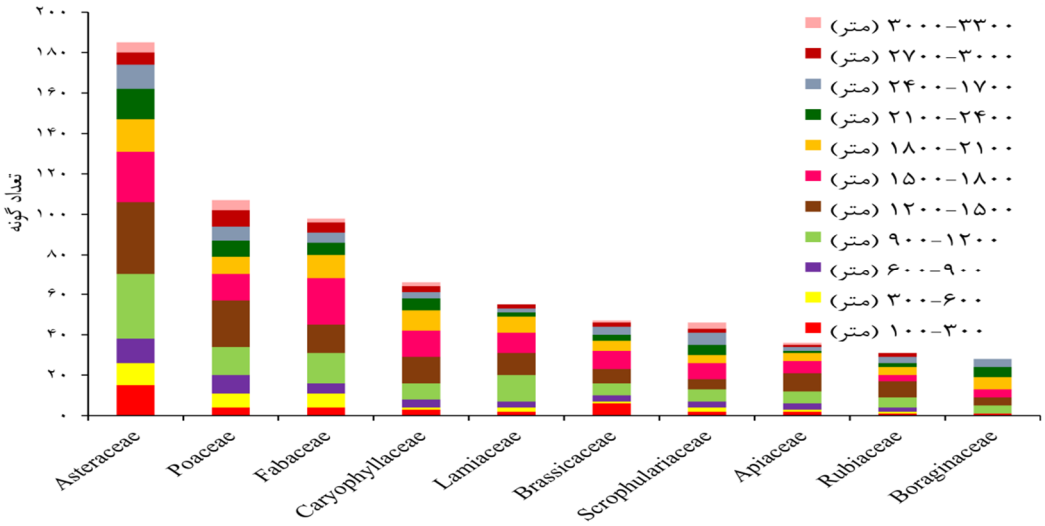
خانوادهAsteraceae با ۶۶ گونه و پس‌ازآنPoaceae، Fabacea، Caryophyllaceae، Brassicaceae، Lamiaceae، Boraginaceae، Apiaceae، Ranunculaceae و Scrophulariaceae غالب‌ترین گونه‌های موجود در منطقه موردمطالعه بودند (جدول ۴ و شکل ۲). درمجموع اینخانواده‌ها ۷۳/۳۲ درصد از کل گونه‌ها و ۷۳ درصد از جنس‌های موجود در منطقه را تشکیل دادند. از ۴۴ خانواده ۱۵ خانواده تنها داراییک‌گونه و ۳ خانواده دارای دو گونه بودند (جدول ۴).

جدول ۳- تعداد گیاهان در گرادیان ارتفاعی مغان-سبلان

رده‌بندی گیاهی	خانواده	جنس	گونه
بدون دانه	۱	۱	۱
دولپه	۳۶	۱۶۴	۳۲۰
تک‌لپه	۷	۳۵	۶۵
کل	۴۴	۲۰۰	۳۸۶

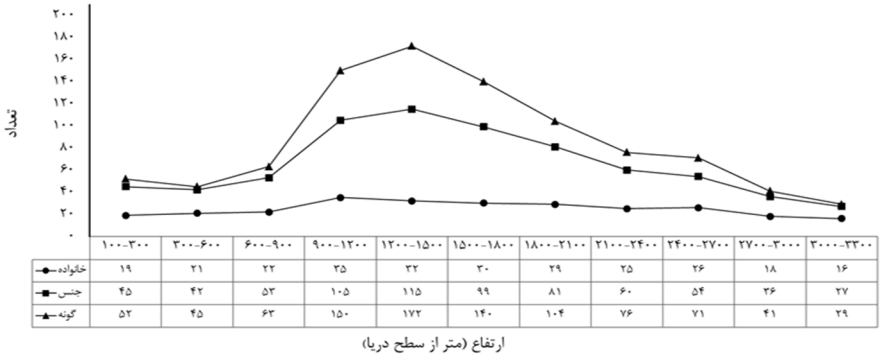
جدول۴- مقایسه خانواده‌ها از نظر تعداد جنس و گونه در گرادیان ارتفاعی مغان-سبلان

خانواده	جنس	گونه	خانواده	جنس	گونه	خانواده	جنس	گونه
Asteraceae	۳۵	۶۶	Rubiaceae	۴	۱۲	Malvaceae	۲	۳
Poaceae	۲۶	۴۱	Alliaceae	۱	۹	Papaveraceae	۲	۳
Fabaceae	۱۰	۴۱	Geraniaceae	۳	۸	Euphorbiaceae	۱	۳
Caryophyllaceae	۱۱	۲۸	Rosaceae	۴	۶	Plantaginaceae	۱	۳
Brassicaceae	۱۶	۲۴	Hyacinthaceae	۳	۶	Cyperaceae	۱	۳
Lamiaceae	۱۵	۲۴	Illecebraceae	۳	۵	Liliaceae	۱	۳
Boraginaceae	۱۰	۱۸	Polygonaceae	۲	۵	Iridaceae	۲	۲
Apiaceae	۱۰	۱۵	Valerianaceae	۲	۵	Primulaceae	۱	۲
Ranunculaceae	۷	۱۳	Chenopodiaceae	۴	۴	Violaceae	۱	۲
Scrophulariaceae	۶	۱۳	Crassulaceae	۱	۴	سایر گونه‌ها	۱۵	۱۵



شکل ۲-تفاوت تعداد گونه در ۱۰ خانواده غالب در گرادیان ارتفاعی مغان-سبلان. بیش‌ترین حضور خانواده‌ها در محدوده ارتفاعی ۱۵۰۰-۱۲۰۰ متر از سطح دریا مشاهده می‌گردد.

بیش‌ترین تعداد گونه (۱۷۲ گونه) در ارتفاع ۱۵۰۰-۱۲۰۰ متر و کم‌ترین تعداد گونه (۲۹ گونه) در محدوده ارتفاعی ۳۳۰۰-۳۰۰۰ متر مشاهده شد. تعداد گونه تا ارتفاع ۱۵۰۰ متری با افزایش ارتفاع، افزایشیافت؛ اما در ارتفاعات بالاتر از ۱۵۰۰ متری تعداد گونه کاهش یافت. با توجه به نتایج تعداد گونه در ارتفاعات میانی افزایش نشان داد (شکل ۳).



	۱۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۶۰۰	۶۰۰-۹۰۰	۹۰۰-۱۲۰۰	۱۲۰۰-۱۵۰۰	۱۵۰۰-۱۸۰۰	۱۸۰۰-۲۱۰۰	۲۱۰۰-۲۴۰۰	۲۴۰۰-۲۷۰۰	۲۷۰۰-۳۰۰۰	۳۰۰۰-۳۳۰۰
خانواده	۱۹	۲۱	۲۲	۳۵	۳۲	۳۰	۲۹	۲۵	۲۶	۱۸	۱۶
جنس	۴۵	۴۲	۵۳	۱۰۵	۱۱۵	۹۹	۸۱	۶۰	۵۴	۳۶	۲۷
گونه	۵۲	۴۵	۶۳	۱۵۰	۱۷۲	۱۴۰	۱۰۴	۷۶	۷۱	۴۱	۲۹

شکل ۳- تعداد خانواده، جنس و گونه در گرادیان ارتفاعی مراتع مغان-سبلان

حداقل مقدار تنوع ۱/۱۰ در ارتفاع ۹۰۰-۶۰۰ متری تا حداکثر ۲/۲۷ در ارتفاع ۱۵۰۰-۱۲۰۰ متر مشاهده شد. مقدار غنای گونه‌ای از حداقل ۰/۵۷ در ۹۰۰-۶۰۰ متری تا حداکثر ۱/۳۳ در دو طبقه ارتفاعی ۱۲۰۰-۹۰۰ و ۱۵۰۰-۱۲۰۰ متری ثبت شد. یکنواختی در ناحیه مورد از حداقل ۰/۲۷ در ارتفاع ۹۰۰-۶۰۰ متری تا حداکثر ۰/۶۰ در ۳۰۰-۱۰۰ متری مشاهده شد. حداکثر تراکم گونه در طبقه ارتفاعی

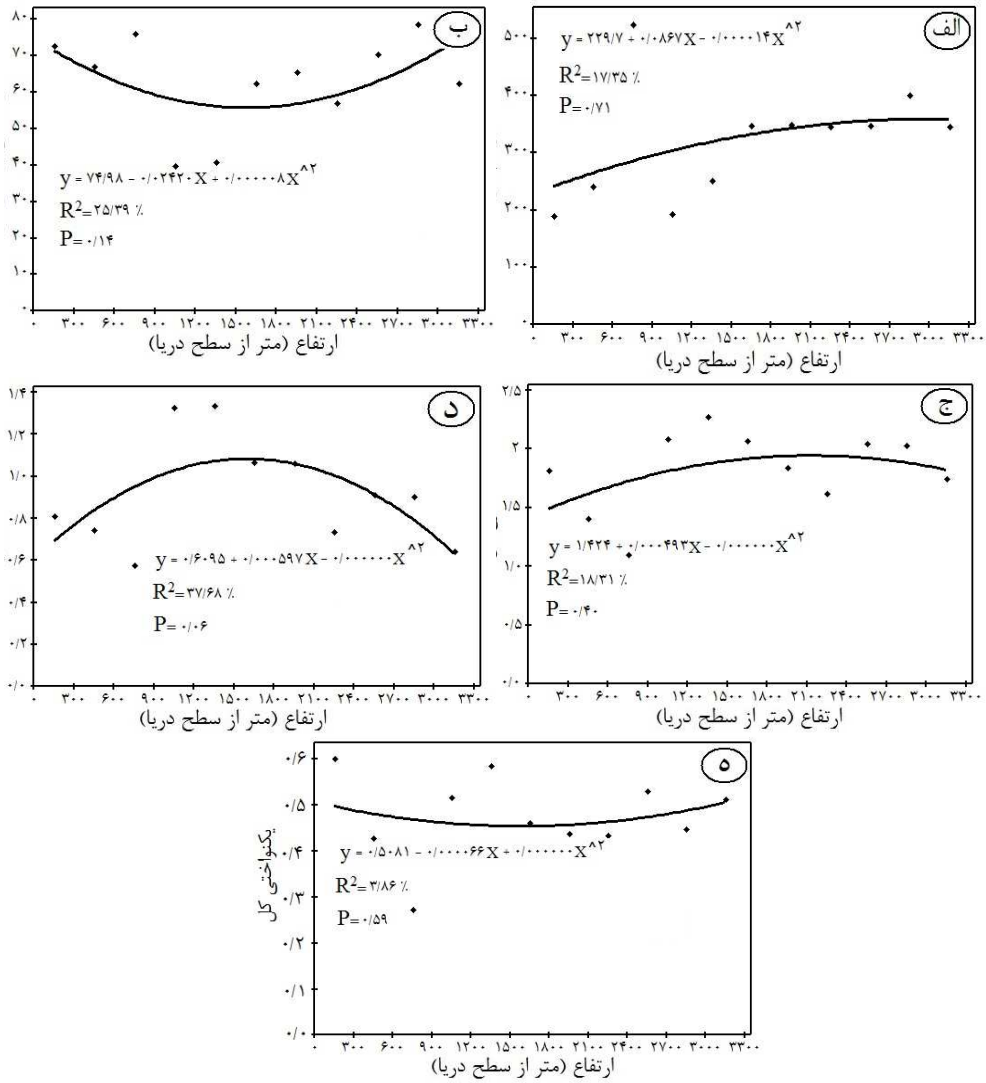
۹۰۰-۶۰۰ متری و حداقل در ارتفاع ۳۰۰-۱۰۰ متری مشاهده شد. بیش‌ترین درصد تاج پوشش در ارتفاع ۳۰۰۰-۲۷۰۰ متری و کم‌ترین در ارتفاع ۱۲۰۰-۹۰۰ متری مشاهده شد (جدول ۵). نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد تمامی شاخص‌هایموردبررسی پوشش گیاهی در طبقات مختلف ارتفاعی دارای اختلاف معنی‌دار بودند (P<۰/۰۱) (جدول ۵).

جدول ۵ - مقایسه (میانگین±انحراف معیار)برای شاخص‌های پوشش گیاهی در گرادیان ارتفاعی مغان-سبلان حاصل از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (اعداد در واحد سطح پلات، یک مترمربع، است)

شاخص پوشش گیاهی / طبقات ارتفاعی	تراکم (تعداد پایه در واحد سطح)	تاج پوشش (درصد)	تنوع	غنا	یکنواختی
۱۰۰-۳۰۰	۱۸۸±۸^{a}	۷۲/۴۷±۲/۴۶^{efg}	۱/۸۱±۰/۰۴^{d}	۰/۸۱±۰/۰۲^{cd}	۰/۶۰±۰/۰۱^{d}
۳۰۰-۶۰۰	۲۴۰±۱۰^{a}	۶۶/۹۸±۱/۷۷^{cde}	۱/۴۰±۰/۰۷^{b}	۰/۷۴±۰/۰۲^{bc}	۰/۴۳±۰/۰۲^{b}
۶۰۰-۹۰۰	۵۲۳±۳۲^{c}	۷۶/۰۱±۱/۸۷^{fg}	۱/۱۰±۰/۰۵^{a}	۰/۵۷±۰/۰۲^{a}	۰/۲۷±۰/۰۱^{a}
۹۰۰-۱۲۰۰	۱۹۱±۹^{a}	۳۹/۶۳±۱/۶۲^{a}	۲/۰۸±۰/۰۲^{e}	۱/۳۳±۰/۰۳^{f}	۰/۵۲±۰/۰۱^{c}
۱۲۰۰-۱۵۰۰	۲۵۰±۱۷^{a}	۴۰/۶۴±۱/۳۸^{a}	۲/۲۷±۰/۰۳^{f}	۱/۳۳±۰/۰۳^{f}	۰/۵۸±۰/۰۱^{d}
۱۵۰۰-۱۸۰۰	۳۴۷±۱۴^{b}	۶۲/۱۹±۱/۵۴^{bc}	۲/۰۶±۰/۰۳^{e}	۱/۰۶±۰/۰۳^{e}	۰/۴۶±۰/۰۱^{b}
۱۸۰۰-۲۱۰۰	۳۴۸/۱۳±۳۶^{b}	۶۵/۴۱±۲/۳۲^{cd}	۱/۸۴±۰/۰۷^{d}	۱/۰۶±۰/۰۷^{e}	۰/۴۴±۰/۰۱^{b}
۲۱۰۰-۲۴۰۰	۳۴۵±۲۴^{b}	۵۶/۷۹±۲/۰۶^{b}	۱/۶۲±۰/۰۳^{c}	۰/۷۳±۰/۰۲^{bc}	۰/۴۳±۰/۰۱^{b}
۲۴۰۰-۲۷۰۰	۳۴۶±۲۲^{b}	۷۰/۲۳±۲/۵۶^{def}	۲/۰۴±۰/۰۳^{e}	۰/۹۱±۰/۰۳^{d}	۰/۵۳±۰/۰۱^{c}
۲۷۰۰-۳۰۰۰	۴۰۰±۲۰^{b}	۷۸/۴۳±۱/۸۹^{g}	۲/۰۳±۰/۰۴^{e}	۰/۹۰±۰/۰۳^{d}	۰/۴۵±۰/۰۱^{b}
۳۰۰۰-۳۳۰۰	۳۴۴±۲۱^{b}	۶۲/۲۴±۲/۸۷^{bc}	۱/۷۴±۰/۰۴^{cd}	۰/۶۴±۰/۰۲^{ab}	۰/۵۱±۰/۰۱^{c}
F	۲۰/۰۰**	۵۳/۴۵$^{××}$	۵۸/۹۴**	۴۹/۹۶$^{××}$	۳۳/۶۱**

نکته: حروف مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار، ns: عدم تفاوت معنی‌دار، ×: اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵)، ××: اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۱)

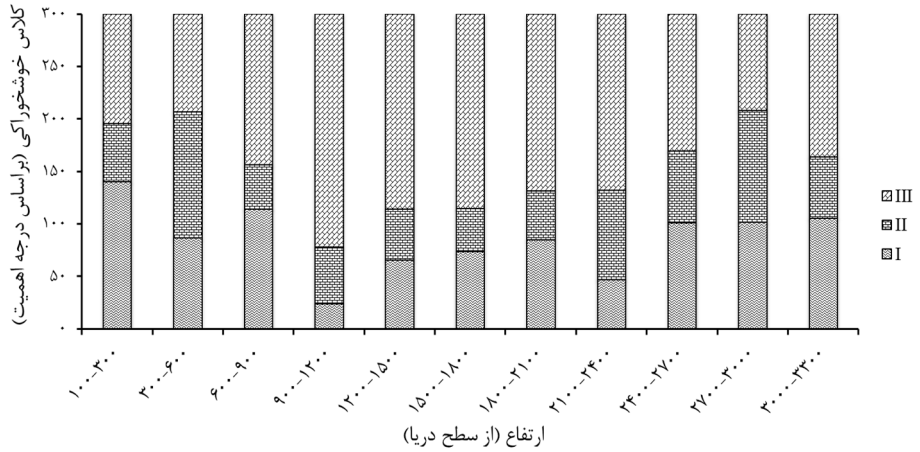
تجزیه‌وتحلیل رابطه رگرسیونی شاخص‌های پوشش گیاهی با گرادیان ارتفاعی در سطح کل گیاهان هر طبقه ارتفاعی نشان داد اگرچه این شاخص‌ها در طبقات مختلف ارتفاعی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند اما رابطه رگرسیونی معنی‌داری با ارتفاع نشان ندادند. یک روند مشابه بین شاخص تراکم، تنوع و غنای گونه مشاهده شد. این شاخص‌ها با افزایش ارتفاع، افزایش‌یافته و سپس کاهش یافتند. درصد تاج پوشش و یکنواختی نیز روند مشابهی نشان دادند؛ هر دو این شاخص‌ها با افزایش ارتفاع ابتدا روند کاهشی و سپس روند افزایشی نشان دادند (شکل ۴).



شکل ۴ - روند تغییرات تراکم، درصد تاج پوشش، تنوع، غنا و یکنواختی گیاهان در گرادیان ارتفاعی مغان-سبلان (اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵)

از ۳۸۶ گونه شناسایی‌شده، ۶۱ گونه از کلاس I، ۹۲ گونه کلاس II و ۲۳۴ گونه کلاس III بودند (جدول ۳). برای تعیین میزان حضور هرگونه (بر اساس کلاس خوش‌خوراکی) در طول گرادیان ارتفاعی از شاخص درجه اهمیت گونه استفاده شد. گیاهان کلاس I و II با افزایش ارتفاع در ابتدا کاهش و سپس افزایش

نشان دادند درحالی‌که گیاهان کلاس IIIروند معکوسی نشان دادند و با افزایش ارتفاع ابتدا افزایش و سپس کاهش یافتند (شکل ۵).



شکل ۵ - روند تغییرات کلاس‌های خوش‌خوراکی گیاهان در گرادیان ارتفاعی مغان-سبلان

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به سازگاری بالا خانواده‌های Asteraceae، Poaceaeو Fabaceae با شرایط آب‌وهوای نیمه‌خشک، نسبت به سایر خانواده‌های گیاهی در منطقه موردمطالعه غالب‌تر بودند (قربانی و همکاران، ۱۳۹۵). به‌طور مشابه شریفی و همکاران (۱۳۹۵)، نظری عنبران و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعات خود، خانواده‌های Poaceae، Asteraceae، Fabaceae و Brassicaceae را به عنوان خانواده‌های غالب در دامنه‌های شمال و شرق کوه سبلان گزارش کردند که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

فراوانی خانواده Asteraceae می‌تواند به‌دلیل ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی این خانواده و استراتژی‌های دفاعی، ازجمله خار و ترکیبات ثانویه باشد که باعث می‌شود گونه‌های این خانواده یک مکانیسم مؤثر در برابر چرای بیش‌ازحد دام داشته باشند که منجر به گسترش آن‌ها می‌شود (Kuster et al.,2016). هم‌چنین فراوانی خانواده Asteraceae، ناشی از تخریب ازجمله فعالیت‌های کشاورزی، ساخت‌وساز جاده و چرای بیش‌ازحد است که این عوامل باید در برنامه‌های مدیریت برای حفاظت از منابع طبیعی، طراحی و اجرای پروژه‌های احیاء شناخته شود. احمدآلی و همکاران (۱۳۹۴) و قربانی و همکاران (۱۳۹۵) علت افزایش این خانواده را در مطالعات خود تخریب گزارش کردند که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.

یکی از دلایل افزایش خانواده Poaceae، جوانه‌زنی گیاهان این خانواده در سطح یا نزدیک سطح خاک است که سبب می‌شود در برابر عوامل مخربی همچون چرای دام مقاوم باشند درنتیجه تعداد آن‌ها در مناطق تخریب یافته افزایش می‌یابد. نظری عنبران و همکاران (۱۳۹۴) نتایج مشابهی گزارش کردند. علاوه بر این، دام گونه‌های خانواده Fabaceae را نسبت به Poaceae ترجیح داده و سبب می‌شود این خانواده بر گونه‌های Fabaceae غلبه یابند و کمتر تحت تأثیر چرای دام قرار گیرند (دهشیری و همکاران، ۱۳۹۵) که منجر به افزایش فراوانی این گونه‌ها می‌شود.

زمانی که اکوسیستم‌های مرتعی از شرایط طبیعی خود خارج شوند و تغییر کاربری به‌منظور کشاورزی اعمال شود با توجه به پتانسیل کم مراتع برای فعالیت کشاورزی بعد از مدتی این زمین‌ها به‌صورت بایر رها می‌شوند و احتمالاً در هنگام رهاسازی میزان نیتروژن موجود در خاک این مناطق کم است (Jiménez Pérez et al., 2013). لذا پس از رهاسازی گیاهانی که قدرت تثبیت نیتروژن را دارا باشند (یک ویژگی معمول در خانواده Fabaceae) در این مناطق گسترش پیدا می‌کنند. با توجه به وجود دیمزارهای فراوان رهاشده و هم‌چنین تغییر کاربری‌های کوتاه‌مدتی که در برخی مراتع مغان-سبلان صورت گرفته می‌تواند یکی ازجمله دلایل وفور خانواده Fabaceae در مراتع نیمه‌شمالی استان اردبیل باشد. تعداد زیادی از گونه‌های تشکیل‌دهنده خانواده Fabaceae جزء گونه‌های خوش‌خوراک محسوب می‌شوند لذا دام از این گیاهان استفاده می‌کند و بذور این گیاهان توسط دام در بخش بزرگی از مراتع پخش می‌گردد که در صورت مهیا بودن شرایط در سایر مناطق گسترش پیدا می‌کنند. هم‌چنین گونه‌های این خانواده دارای تاج پوشش گسترده هستند که سبب شده در اکثر مراتع موردمطالعه جزء گونه‌های غالب منطقه شناسایی شوند. علاوه بر این حضور گسترده خانواده Fabaceae می‌تواند به‌دلیل حضور برخی از گونه‌های این خانواده مانند *Astragalus aureus*، *A. microcephalus*، *Onobrychis spinosissima* و *O. cornuta* که برای دام خوش‌خوراک نیستند.

با توجه به عوامل اقلیمی، عمدتاً دما و بارندگی، دما با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد درحالی‌که بارندگی به‌طور غیرخطی با افزایش ارتفاع در مناطق نیمه‌خشک افزایش می‌یابد. اثر مثبت افزایش بارندگی همراه با اثر منفی کاهش دما با ایجاد گرادیان پیچیده دوبعدی، بر فراوانی و تنوع گونه‌ها در محدوده ارتفاع میانی اثرگذار است (Sanchez *et al.*,۲۰۱۳). درحالی‌که محدودیت بارش در ارتفاع پایین و دمای پایین در ارتفاع بالا منجر به کاهش تنوع در گیاهان می‌شود. بااین‌حال، در محدوده‌های ارتفاعی بالا، متوسط بارندگی سالانه (۴۲۵ میلی‌متر) نسبت به ارتفاعات پایین (۲۷۰ میلی‌متر) بیش‌تر است که نشان می‌دهد عامل بارندگی به‌تنهایی نمی‌تواند تنها عامل اثرگذار بر افزایش تنوع در ارتفاعات میانی باشد.

کاهش تنوع و غنای گونه در مناطق مرتفع می‌تواند به‌دلیل محدودیت‌های اکوفیزیولوژیکی، از قبیل شرایط آب‌وهوایی سخت (بادهای سرد و شدید)، درجه حرارت بسیار پایین، کوتاه‌مدت بودن دوره فصل

رشد، موانع جغرافیایی و بهره‌وری کم اکوسیستم باشد (غفاری و همکاران، ۲۰۱۸) که عملکرد فیزیولوژیکی گونه‌ها را برای انطباق و زنده ماندن در این محدوده ارتفاعی باوجود بارش مناسب، محدود کند. نامگلی و همکاران (Namgail et al., 2012) نتایج مشابهی گزارش کردند.

در ارتفاعات میانی ترکیبی از گیاهان مناطق کم ارتفاع و مرتفع وجود دارد که وجود کمربند انتقالی یا منطقه گذر را نشان می‌دهد (Senbeta et al.,2014). درواقع، در مقایسه با ارتفاعات کم‌وزیاد، ارتفاعات میانی عمدتاً در ناحیه انتقال از دشت به کوه‌های شیب‌دار است که به‌عنوان یک اکوتون عمل کند که توسط گیاهان مناطق کم ارتفاع و مرتفع اشغال‌شده است (Peters et al.,2010). لذا تنوع و غنا در این محدوده بیش‌تر از دو حد ارتفاعی دیگر است.

یکی دیگر از توضیحات بالقوه برای تنوع و غنای بالا در ارتفاعات میانی می‌تواند به «فرضیه اختلال متوسط» مربوط باشد که بیانگر آن است که سطوح متوسطی از اختلالات باعث به حداکثر رسیدن تنوع گونه می‌شود (Connell,1978). فرضیه اختلال متوسط بیان می‌کند که بیش‌ترین مقدار تنوع گونه‌ای زمانی که اختلالات اکولوژیکی نه خیلی نادر و نه خیلی شدید باشند رخ می‌دهد. بیش‌تر مناطق مسکونی (روستاها) و زمین‌های کشاورزی در مناطق کم ارتفاع هستند، به‌همین دلیل تخریب در این منطقه به‌شدت صورت گرفته است. در ارتفاعات بالاتر، تخریب شامل چرای فصلی دام و فعالیت‌های گردشگری است، بنابراین اختلال در این محدوده ارتفاعی نسبت به ارتفاعات پایینی و میانی کمتر است. استدلال این است که باید بیش‌ترین غنای گونه‌ای در ارتفاعات میانی مشاهده شود، زیرا در سطوح پایین اختلال (مناطق مرتفع)، گونه‌هایی که در رقابت برتری دارند منابع را در انحصار خود قرار می‌دهند و سایر گونه‌ها را حذف می‌کنند، درحالی‌که در سطوح اختلال بالا (مناطق کم ارتفاع)، تنها گونه‌های مقاوم‌تر زنده می‌مانند (Zhang et al.,2013).

از سوی دیگر انتظار می‌رود به علت روابط گونه-سطح، در ارتفاعات پایین‌تر به‌علت وسعت منطقه، محدوده جغرافیایی وسیع‌تری را برای گونه‌ها فراهم کند و درجه انزوای کم‌تری برای مهاجرت وجود داشته باشد (Lomolino,2001). اگرچه در ارتفاعات پایین سطح موجود برای گونه‌ها بزرگ‌تر است، اما به‌دلیل دمای بالا و کمبود بارش سالانه، تعداد گونه کم‌تری در ارتفاع پایین ثبت‌شده است (Sang,2009). سطح منطقه در ارتفاعات بالاتر کوچک‌تر بوده و درجه انزوا و محدودیت افزایش می‌یابد. اثر سطح منطقه کمتر با افزایش جداسازی زیستگاه‌ها در ارتفاعات بالاتر باعث کاهش تعداد گونه‌ها در مناطق مرتفع‌تر می‌شود. یانگ و همکاران (Yang et al., 2014) و نوروزی و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعات خود گزارش دادند که با افزایش ارتفاع و کاهش سطح منطقه غنای گونه کاهش‌یافته است که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.

اگرچه شاخص‌های پوشش گیاهی اعم از تعداد، تنوع و غنا گونه در محدوده ارتفاعی میانی افزایش‌یافته است اما حضور گیاهان غیرخوشخوراک، مهاجم و کلاس III در این محدوده بیش‌تر از گیاهانی با خوش‌خوراکی متوسط و بالا است. در ارتفاعات پایین‌تر، به‌دلیل مهیا بودن شرایط اقلیمی و توپوگرافی جهت کشت محصولات کشاورزی بخش زیادی از مراتع تخریب و تغییر کاربری صورت گرفته است؛ لذا دامداری در اولویت دوم برای ساکنان منطقه است که سبب کاهش تعداد دام شده است. به‌علاوه زمین‌های کشاورزی پس از برداشت محصول به‌منظور پسچر مزارع به اجاره دامداران منطقه درمی‌آید که بخشی از علوفه موردنیاز دام منطقه را تأمین می‌کند. علاوه بر این، در ارتفاعات پایین، محصولات علوفه‌ای، مانند Medicago، Trifolium و Onobrychis در برخی از مزارع کشت می‌شوند که بخشی از علوفه جهت تعلیف دام را فراهم می‌آورد؛ بنابراین در ارتفاعات پایین علیرغم تغییر کاربری شدید و تخریب‌های صورت گرفته گیاهان کلاس I و II نسبت به گیاهان غیرخوشخوراک حضور گسترده‌تری دارند. به عبارتی بااینکه در این محدوده ارتفاعی تعداد، تنوع و غنا گونه‌ای کم است اما تخریب در حد متوسط بوده و با اعمال مدیریت چرا می‌توان به بهبود وضعیت این مراتع کمک شایانی کرد. در ارتفاعات بالاتر غلبه گیاهان کلاس Iو IIمی‌تواند به دلایلی همچون کاهش تراکم جمعیت انسانی، مهیا نبودن شرایط جهت کشاورزی درنتیجه کاهش مداخلات انسانی، کوتاه بودن فصل رشد (اواسط اردیبهشت تا اواسط شهریور)، استفاده از مراتع صرفاً توسط دام‌های عشایری اشاره کرد. این نتایج با پژوهش اسپینوزا و همکاران (Espinoza et al., 2017) که بیان کردند با افزایش شدت چرا، تنوع و غنا گونه افزایش می‌یابد همخوانی دارد.

تنوع بیانگر تعداد گونه در هر جامعه است که ازلحاظ زیست‌محیطی بسیار مهم است. به نظر می‌رسد مناطقی که تنوع بالاتری دارند به‌دلیل بهره‌وری بالاتر اکوسیستم‌های پایدار باشند (Rathod,2014)؛ اما در مطالعه حاضر افزایش تنوع و غنا در محدوده ارتفاعی میانی به‌دلیل آنتروپی و پایداری کم منطقه است. افزایش تنوع و غنا در محدوده ارتفاع میانی در منطقه موردمطالعه بیش‌تر درنتیجه اختلالات زیست‌محیطی و درنتیجه مدیریت نامناسب و فقیر بودن مراتع است.

منابع

احمدآلی، و.، قربانی، ا.، عظیمی مطعم، ف.، اصغری، ع.، تیمورزاده، ع.، بدرزاده، م. ۱۳۹۴. بررسی فلور، شکل زیستی، کروتیپ و تغییر تنوع و یکنواختی گونه‌ای تحت تأثیر فواصل مختلف چرایی از کانون‌های بحرانی در دامنه‌های جنوب شرقی سبلان، تاکسونومی و بیوسیستماتیک، ۳۲: ۸۴-۶۹.

دهشیری، م.م.، صفی‌خانی، ک.، مصطفوی، ح. ۱۳۹۵. رستنی آلپی بخشی از کوه الوند در استان همدان، زیست‌شناسی گیاهی ایران، ۸(۳۰): ۱۰۴-۸۹.

شریفی نیارق، ج.، قربانی، ا.، فیاض، م.، عشوری، پ. ۱۳۹۵. تیپ‌های گیاهی و شکل زیستی گیاهان در مراتع آلپی سبلان در استان اردبیل، فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران، ۷(۲): ۷۵-۶۵.

شیدایی، گ. ۱۳۶۱. کد گیاهان مرتعی، انتشارات سازمان جنگل‌ها و مراتع.

غفاری، س.، قربانی، ا.، ارجمند، ک.، تیمورزاده، ع.، هاشمی‌مجد، ک.، جعفری، س.، دبیری، ر.ا. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر شدت چرای دام بر برخی مشخصه‌های پوشش گیاهی و فیزیکوشیمیایی خاک (مطالعه موردی: مراتع سامان روستای کلش، استان اردبیل)، حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۵(۱۰): ۲۰۴-۱۸۳.

قربانی، ا.، پورعلی، ا.، بدرزاده، م.، تیمورزاده، ع.، شریفی، ج.، پورنعمتی، ا. ۱۳۹۳ (الف). تأثیر فاصله از روستا بر فلور، شکل زیستی، کوروتیپ، تنوع و یکنواختی گونه‌ای در مراتع حریم روستای مشگین‌شهر، حفاظت زیست بوم گیاهان، ۲ (۵): ۱۰۸-۹۱.

قربانی، ا.، غفاری، س.، ستاریان، ع.، اکبرلو، م.، بیدارلرد، م. ۱۳۹۵. گیاهان دارویی زیست‌بوم مرتعی سبلان در استان اردبیل، حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۴(۹): ۹۶-۷۷.

مصداقی، م. ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

نظری عنبران، ف.، قربانی، ا.، عظیمی معطم، ف.، تیمورزاده، ع.، اصغری، ع.، هاشمی مجد، ک. ۱۳۹۴. بررسی فلوریستیکی و تنوع گونه‌ای در گرادیان ارتفاعی لاهرود-شابیل (شمال سبلان)، حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۳ (۷): ۱۸-۱.

Arila, K.E., Gupta, A. 2016. Life forms and biological spectrum along the altitudinal gradient in Montane forests of Senapati district of Manipur in Northeast India. Pleione, 10(1): 80-89.

Connell, J.H. 1978. Diversity in the tropical rainforest and coral reefs. Science, 199:1301-1310.

Curtis, J.T., McIntosh, P.R., 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. Ecology, 31: 434-455.

Espinoza, J.J.O., Ayala, C.C., Castillo´n, E.E., Saldivar, F.G., Sauceda, J.U., Jurado, E., Chapavargas, L., Jaramillo, E.M., Herna´ndez, E.O. 2017. Livestock effect on floristic composition and vegetation structure of two desert scrublands in northwest Coahuila, Mexico. The Southwestern Naturalist, 62(2): 138-145.

Ghafari, S., Ghorbani, A., Moameri, M., Mostafazadeh R., Bidarlord, M. 2018. Composition and structure of species along altitude gradient in Moghan-Sabalan rangelands, Iran. Mountain Science, 15(6), 1209-1228.

Jiménez Pérez, J., Rodríguez, E.A., Tagle, M.A.G., Calderón, O.A.A., Garza, E.J.T. 2013. Characterizing Regenustion of Woody Species in Areas with Different Land-History Tenure in the Tamaulipan Thornscrub, Mexico. The Southwestern Naturalist, 58(3): 299-304.

Kacholi, D.S. 2014. Analysis of Structure and Diversity of the Kilengwe Forest in the Morogoro Region, Tanzania. International Journal of Biodiversity, 1-8.

Kuster, V.C., Castro, S.A.B.D, Vale, F.H.A. 2016. Morphological and physiological responses of three plant species occuring in distinct altitudes in the Neotropical savannah. Brazilian Botany, 39(4): 1039-1049.
Lomolino, M.V. 2001. Elevation gradients of species diversity: historical and prospective views. Global Ecology and Biogeography, 10: 3-13.
Menhinick, E.F. 1964. A comparison of some species–individuals diversity indices applied to samples of field insects. Ecology, 45(4): 859-861.
Mota, G.S., Luz, G.R., Mota, N.M., Coutinho, E., Veloso,M.D.M., Fernandes, G.W.,Nunes, Y.R.F. 2017. Changes in species composition, vegetation structure, and life forms along an altitudinal gradient of rupestrian grasslands in Southeastern Brazil. Flora, 238: 32-42.
Namgail, T., Rawat, G.S., Mishra, C., Evan Wieren, S., Prins, H.H.T. 2012. Biomass and diversity of dry alpine plant communities along altitudinal gradients in the Himalayas. Plant Research, 125: 93-101.
Noroozi, J., Moser, D., Essl, F. 2016. Diversity, distribution, ecology and descriptionrates of alpine endemic plant species from Iranian mountains. Alpine Botany, 126: 1-9.
Peters, T., Diertl, K.H., Gawlik, J., Rankl, M., Richter, M. 2010, Vascular plant diversity in natural and anthropogenic ecosystems in the Andes of Southern Ecuador. Mountain Research and Development, 4: 344-352.
Pielou, E.C. 1969. An introduction to mathematical ecology. New York, NY: Wiley Interscience Publication.
Rathod, M.M. 2014. Vegetative species community, richness and diversity in patnadevi forest, Maharashtra, India. Environmental Research and Development 8(3): 805-810.
Sanchez, M., Pedronia, F., Eisenlohrb, P.V., Oliveira-Filhob, A.T. 2013. Changes in tree community composition and structure of Atlantic rain forest on a slope of the Serra do Mar range, southeastern Brazil, from near sea level to 1000 m of altitude. Flora, 208: 184-196.
Sang, W. 2009. Plant diversity patterns and their relationships with soil and climatic factors along an altitudinal gradient in the middle Tianshan mountain area, Xianjiang, China. Ecological Research, 24: 303-314.
Senbeta, F., Schmitt, Ch., Woldemariam, T., Boehmer, H.J., Denich, M. 2014. Plant diversity, vegetation structure and relationship between plant communities and environmental variables in the afromontane forests of Ethiopia. Ethiopian Journal of Science and Technology, 37(2):113-130.
Shannon, C.E., Weaver, W. 1963. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.
Thapa, S., All, J., Yadav, R.K.P. 2016. Effects of livestock grazing in pastures in the Manaslu Conservation Area, Nepalese Himalaya. Mountain Research and Development, 36(3): 311-319.

Verma, R.K. 2016. Status of Plant Diversity along an Altitudinal Gradient in Dankund Beat of Kalatop Khajiar Wild Life Sanctuary of District Chamba, Himachal Pradesh. Biological Forum - An International Journal, 8(1): 540-547.
Whittaker, R.H. 1953. A consideration of climax theory, the climax as a population and pattern. Ecological Monographs, 23(1): 41-78.
Yang, J.C., Hwang, H.S.,Lee, H.J.,Jung, S.Y.,Ji, S.J.,Oh S.H.,Lee, Y.M. 2014. Distribution of vascular plants along the altitudinal gradient of Gyebangsan (Mt.) in Korea. Asia-Pacific Biodiversity, 7: 40-71.
Zhang, J.T., Xu, B., Li, M. 2013. Vegetation patterns and species diversity along elevational and disturbance gradients in the Baihua Mountain Reserve, Beijing, China. Mountain Research and Development, 33(2): 170-178.