



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"

دوره پنجم، شماره یازدهم، پاییز و زمستان ۹۶

<http://pec.gonbad.ac.ir>

الگوهای غنا و تنوع گونه‌ای گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی

منطقه حفاظت شده شاسکوه، خراسان جنوبی

مسلم رستم پور^{۱*}، محمد جعفری^۲، علی طویلی^۳، حسین آذرنیوند^۴، سید وحید اسلامی^۴

^۱ استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند

^۲ استاد گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

^۳ دانشیار گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

^۴ دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۳/۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۶

چکیده

یکی از خصوصیات اساسی اکوسیستم‌های کوهستانی، تغییرات شدید پوشش گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی است و این موجب بهبود تنوع گونه‌ای می‌شود. این تحقیق به منظور بررسی الگوهای غنا و تنوع گونه‌ای گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی در محیط‌های کوهستانی منطقه حفاظت شده شاسکوه، استان خراسان جنوبی انجام شد. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در طول پنج زون ارتفاعی (۱۲۰۰-۱۰۰۰، ۱۵۰۰-۱۲۰۰، ۲۰۰۰-۱۵۰۰، ۲۵۰۰-۲۰۰۰ و ۲۸۵۰-۲۵۰۰ متر از سطح دریا) انجام شد. مدل‌های توزیع فراوانی و شاخص‌های عددی تنوع، غنا، غالبیت و یکنواختی گونه‌ای برای هر کدام از زون‌های ارتفاعی بررسی شد. همچنین به منظور رسته‌بندی گونه‌های گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی، از آزمون تحلیل تطبیقی قوس گیر (DCA) استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه، اثر گرادیان ارتفاعی بر تنوع و غنای گونه‌های گیاهی معنی‌دار است ($P < 0.01$). بیشترین غنای گونه‌ای در محدوده ارتفاعی ۱۵۰۰-۱۲۰۰ متر از سطح دریا (۲۷ گونه) و کمترین غنای گونه‌ای در محدوده ارتفاعی ۲۵۰۰-۲۰۰۰ (۱۰ گونه) و ۲۸۵۰-۲۵۰۰ متر از سطح دریا (۶ گونه) مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که تنوع گونه‌ای در ارتفاعات پایین (۱۲۰۰-۱۰۰۰ متر) کم و با افزایش ارتفاع در زون‌های سوم و چهارم به حداکثر خود می‌رسد و مجدداً در ارتفاعات بالا (بالای ۲۵۰۰ متر) کاهش پیدا می‌کند.

کلمات کلیدی: ارتفاع، ترکیب گونه‌ای، تنوع زیستی، محیط‌های کوهستان

* نویسنده مسئول: rostampour@birjand.ac.ir

مقدمه

تقریباً ۲۵ درصد از سطح زمین توسط کوهستان‌ها پوشیده شده است که میزان حداقل یک سوم تنوع گونه‌های گیاهی خاکزی می‌باشد (Spehn and Körner, 2009). یکی از ویژگی‌های اساسی اکوسیستم‌های کوهستانی، تغییر شدید در پوشش گیاهی و همچنین در آب و هوا از پایه تا قله کوه است. گرادیان‌های ارتفاعی اقلیم متعددی به وجود می‌آورند و همراه با تمایز آشکار در خاک، تنوع‌سازی گونه‌های گیاهی را بهبود می‌سازند (Brown, 2001).

پستی و بلندی‌ها به خصوص تغییرات ارتفاع می‌توانند بسیاری از عوامل محیطی را تغییر دهند. از بین عوامل توپوگرافی، عامل ارتفاع از سطح دریا به دلیل تأثیر در اقلیم منطقه بر پراکنش گونه‌های گیاهی نقش مؤثری دارد. با افزایش ارتفاع از سطح دریا، متوسط دمای هوا کاهش یافته و با توجه به سایر عوامل اقلیمی منجر به تشکیل نواحی اقلیمی گشته، در نتیجه نواحی گیاهی با تنوع گونه‌ای خاص ایجاد می‌شود (حاجی میرزا آقایی و همکاران، ۱۳۹۰). اثر گرادیان ارتفاعی بر ترکیب فلورستیک و غنای گونه‌ای پوشش گیاهی در تحقیقات زیادی مشخص شده (حیدری و همکاران، ۱۳۸۹؛ حاجی میرزا آقایی و همکاران، ۱۳۹۰؛ کریم زاده و همکاران، ۱۳۹۱؛ Zhang et al., 2013؛ Wehn et al., 2014؛ Toledo-Garibaldi and Williams-Linera, 2014؛ Lee and Chun, 2016).

بررسی و تحقیقاتی که در زمینه پویایی پوشش گیاهی انجام شده است، گرادیان ارتفاعی را به عنوان یکی از عوامل مؤثر در ساختار پوشش گیاهی معرفی می‌نماید (حاجی میرزا آقایی و همکاران، ۱۳۹۰). مک کین و گریتنز (McCain and Grytnes, 2010) ضمن مروری بر مطالعات انجام شده بر روی الگوهای غنای گونه‌ای گیاهی و جانوری در طول گرادیان‌های ارتفاعی مناطق کوهستانی در اقصی نقاط جهان، بیان کردند که الگوهای غنای گونه‌ای در طول گرادیان ارتفاعی از چهار حالت خارج نیست: کاهش با افزایش ارتفاع، کوهانی (حداکثر در ارتفاع میانه)، صاف کوهانی و فلاتی شکل. ساندرز و رهیک (Sanders and Rahbek, 2012) نیز مروری بر عوامل مؤثر بر الگوهای فوق در طول گرادیان ارتفاعی در مطالعات انجام شده داشتند و بیان کردند که بعضی از فراوان‌ترین عواملی که در مقالات متعدد گزارش شده است عبارتند از: شرایط اقلیمی، حاصل‌خیزی خاک، سطح منطقه، تخریب سرزمین و تاریخ تکاملی.

حیدری و همکاران (۱۳۸۹)، تنوع و غنای گونه‌ای گیاهان زیراشکوب را در رابطه با عوامل فیزیوگرافی (ارتفاع، جهت و شیب) در قسمتی از اکوسیستم جنگلی زاگرس میانی، منطقه حفاظت شده دالاب در شمال استان ایلام مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که ارتفاع از سطح دریا بر تنوع و غنای گونه‌های علفی تأثیر معنی‌داری داشته، به طوری که بیشترین تنوع و غنا در دامنه ارتفاعی پایین (کمتر از ۱۶۰۰ متر) و کمترین تنوع و غنا در ارتفاعات بالا (بیشتر از ۱۸۰۰ متر) مشاهده شد. اما بر یک‌نواختی گونه‌ای تأثیر معنی‌داری نداشت. فخمی ابرقویی و همکاران (۱۳۹۰)، اثر ارتفاع از سطح دریا بر تنوع، غنا و یک‌نواختی گونه‌های گیاهی در مراتع استپی ندوشن یزد مورد بررسی قرار دادند. براساس نتایج، ارتفاع از سطح دریا بر تنوع، غنا و یک‌نواختی گونه‌های گیاهی منطقه تأثیر معنی‌داری داشت و دامنه ارتفاعی میانی (۲۶۰۰-

۲۴۰۰ متر) تنوع، غنا و یک‌نواختی بالاتری داشتند. نقی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۴)، اثر عوامل توپوگرافی را بر تغییرات پوشش گیاهی در منطقه حفاظت شده آق داغ بررسی کردند، نتایج نشان داد که ارتفاع و شیب مهم‌ترین عوامل اکولوژیک موثر بر پوشش گیاهی منطقه می‌باشند. بیشترین غنای گونه‌ای در ارتفاع ۱۸۰۰ متری مشاهده شد و منحنی غنای گونه‌ای و ارتفاع به شکل کوهانی و یا تقریباً صاف-کوهانی بود. مطالعه الگوهای تنوع گونه‌ای و ارتباط آن با گرادیان‌های مهم محیطی، امروزه، موضوع مورد بحث در علوم بوم‌شناسی و زیست‌محیطی می‌باشد (Ricklefs, 2004). غنا و یک‌نواختی گونه‌ای از اجزای کلیدی تنوع زیستی هستند و ارزش حفاظتی مناطق خاص را توصیف می‌کنند (Bock et al., 2007). در یک دهه اخیر، مطالعات زیادی، اثر تنوع زیستی را بر خصوصیات و عمل‌کرد اکوسیستم‌ها را بررسی کرده‌اند (El Moujahid et al., 2017). مطالعه تنوع گونه‌ای می‌تواند نقش موثری بر حفاظت و مدیریت حفظ منابع طبیعی داشته باشد (نقی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۴). هدف از انجام این تحقیق، بررسی الگوهای توزیع گونه‌ای و مقایسه شاخص‌های عددی تنوع، غنا و یک‌نواختی گونه‌ای در طول گرادیان ارتفاعی در منطقه حفاظت شده شاسکوه خراسان جنوبی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه که قسمتی از رشته کوه آهنگران است به مساحت ۲۷ هزار هکتار در شمال شرقی خراسان جنوبی واقع شده است و در محدوده $33^{\circ}30'$ تا $33^{\circ}45'$ عرض شمالی و $59^{\circ}45'$ تا $60^{\circ}00'$ طول شرقی قرار دارد. این منطقه در تقسیم‌بندی حوزه‌های آبخیز ایران بخشی از حوزه آبخیز شرق کشور و به طور اخص بخشی از حوزه آبخیز دریاچه هامون محسوب می‌شود (شکل ۱). حداقل ارتفاع منطقه، ۱۰۰۰ متر و حداکثر ارتفاع منطقه ۲۸۵۰ متری می‌باشد. اقلیم منطقه نیمه‌خشک سرد و میانگین بارندگی سالانه در حدود ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد. رویشگاه‌های این منطقه بر روی اراضی کوه‌ها از جنس سنگ‌های دولومیتی، ماسه سنگی، آذرآواری در شیب‌های بیش از ۳۰ درصد واقع شده است (رستم‌پور، ۱۳۹۲).

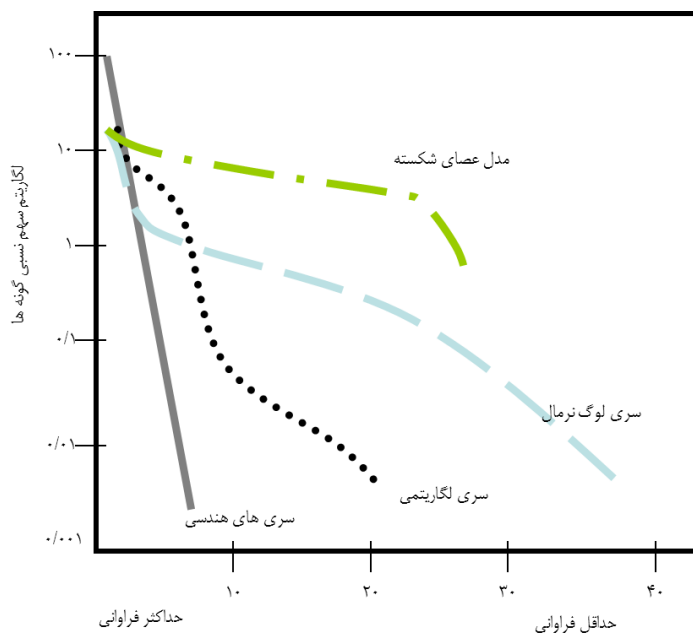
روش تحقیق

به منظور بررسی اثر گرادیان ارتفاعی بر روی تغییرات الگوی‌های توزیع گونه‌ای گیاهی، پس از بازدید از منطقه حفاظت شده شاسکوه و برپایه تحقیقات قبلی در هریک از تیپ‌های مرتعی که در یک زون ارتفاعی قرار گرفته‌اند یک منطقه معرف انتخاب شد. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در داخل هر کدام از تیپ‌های رویشی انجام گرفت. زون‌بندی بر اساس تغییرات تیپ‌های گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی صورت گرفت که قبلاً در مطالعات جامعه‌شناسی گیاهی (رستم‌پور، ۱۳۸۷) شناسایی شده بود. طبقات ارتفاعی شامل زون اول: ۱۲۰۰-۱۰۰۰ متر، زون دوم: ۱۵۰۰-۱۲۰۰ متر، زون سوم: ۲۰۰۰-۱۵۰۰ متر، زون چهارم: ۲۵۰۰-۲۰۰۰ متر و زون پنجم: ۲۸۵۰-۲۵۰۰ متر بود.

ارزیابی غنا و تنوع گونه‌ای با استفاده از مدل‌های توزیع فراوانی

از مدل‌های پارامتریک ارزیابی تنوع گونه‌ای، می‌توان به مدل‌های توزیع فراوانی، منحنی‌های نیم‌مرخ تنوع و روش نموداری دسته-فراوانی اشاره کرد.

از بین مدل‌های پارامتری توزیع فراوانی (شکل ۲)، سری هندسی در جوامع آلوده یا در محیط‌هایی که از نظر گونه فقیرند یا در مراحل اولیه توالی می‌باشند؛ دیده می‌شود. جوامعی از سری لوگ تبعیت می‌نمایند که تعداد نسبتاً کمی گونه دارد و یک عامل غالب محیطی، فراوانی گونه‌ها را کنترل می‌کند. سری لوگ نرمال در جوامع طبیعی گسترده و بالغ و متنوع دیده می‌شود. مدل عصای شکسته مک آرتور وضعیت توزیع متعادل تر منابع را بین گونه‌های جامعه ارائه می‌دهد (اجتهادی و همکاران، ۱۳۸۸).



شکل ۲- پلات فرضی دسته-فراوانی (مدل‌های توزیع فراوانی تنوع گونه‌ای)

ارزیابی غنا و تنوع گونه‌ای با استفاده از شاخص‌های عددی

غنا گونه‌ای کل به عنوان تعداد کل گونه‌های گیاهی ریشه‌دار درون هر قطعه نمونه محاسبه شد (رستم‌پور و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین از شاخص‌های عددی مارگالف و منهینیک نیز برای برآورد غنا گونه‌ای استفاده شد. برای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای، شاخص‌های عددی شانون-وینر، سیمپسون، مکین تاش و بریلوئین محاسبه شد (Krebs, 1999; MacIntosh, 1967).

ارزیابی ساختار پوشش گیاهی

تغییرات ساختار پوشش گیاهی از لحاظ فراوانی نسبی گونه‌های مختلف در طول گرادیان ارتفاعی، با استفاده از شاخص غالبیت سیمپسون و شاخص‌های یک‌نواختی پیلو، بریلوئین و مکین تاش که برای هر ترانسکت در هر زون محاسبه شدند، ارزیابی شد (Krebs, 1999; MacIntosh, 1967).

کلیه شاخص‌های عددی با استفاده از نرم‌افزارهای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای PAST (Hammer et al., 2001) BIO-DAP (Thomas and Clay, 2000) محاسبه شدند.

به منظور رسته بندی گونه‌های گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی، از آزمون تحلیل تطبیقی قوس‌گیر (DCA)^{۲۸} و ضریب فاصله برای و کورتیس (Brayand Curtis, 1957) استفاده شد. رسته‌بندی پوشش گیاهی توسط نرم افزار PC-ORD (McCune and Mefford, 1999) صورت گرفت.

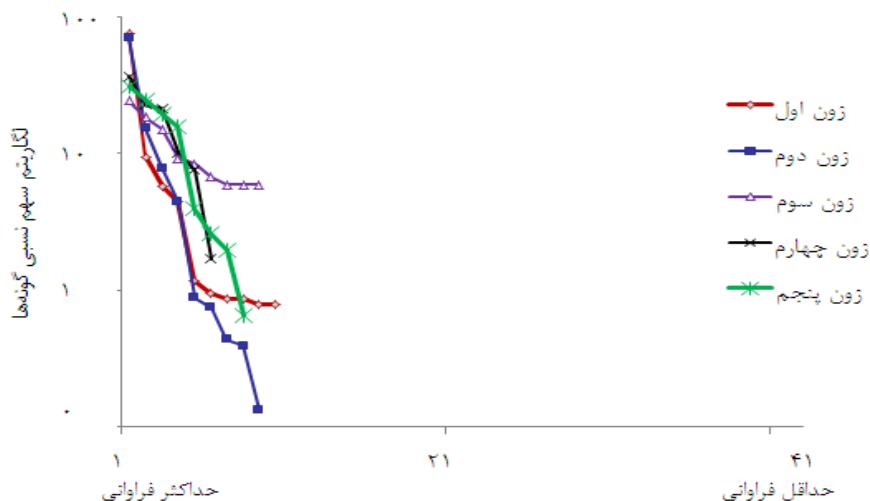
تجزیه و تحلیل آماری

به منظور انجام تحلیل واریانس، ابتدا فرض‌های برابری واریانس‌ها (آزمون لیون) و نرمال بودن داده‌ها (آزمون شاپیرو-ویلک) انجام گرفت. تراکم پوشش گیاهی و شاخص‌های عددی غنا، تنوع، غالبیت و یک-نواختی گونه‌ای پوشش گیاهی در زون‌های ارتفاعی با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) مقایسه شد. از آزمون مقایسات میانگین چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال (۰.۵) جهت تشخیص وجود اختلاف معنی‌دار بین متغیرها استفاده شد. کلیه آزمون‌های آماری با استفاده از نرم افزارهای SAS و MSTATC انجام گرفت. نمودارها نیز توسط نرم‌افزار Excel ۲۰۰۷ ترسیم گردید.

نتایج

تغییرات غنا و تنوع گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی

منحنی توزیع رتبه‌ای فراوانی گونه‌های پنج زون ارتفاعی (شکل ۳) نشان می‌دهد که کلیه زون‌ها از لحاظ تنوع گونه‌ای همگی در یک محدوده قرار دارند و از سری هندسی و لوگ تبعیت می‌کنند.



شکل ۳- نمودار لگاریتمی توزیع رتبه‌ای فراوانی گونه‌های زون‌های ارتفاعی منطقه حفاظت شده شاسکوه

همچنین ارزیابی غنا و تنوع گونه‌ای توسط شاخص‌های عددی نیز محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد که بین زون‌های ارتفاعی از لحاظ غنای گونه‌ای تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p \leq 0.01$)، به طوری که زون پنجم (۲۸۵۰-۲۵۰۰ متر) و زون چهارم (۲۵۰۰-۲۰۰۰ متر) کمترین غنای گونه‌ای (۶ و ۱۰ گونه) و زون دوم (۱۵۰۰-۱۲۰۰ متر) بیشترین غنای گونه‌ای (۲۷ گونه) را شامل می‌شود (جدول ۱).

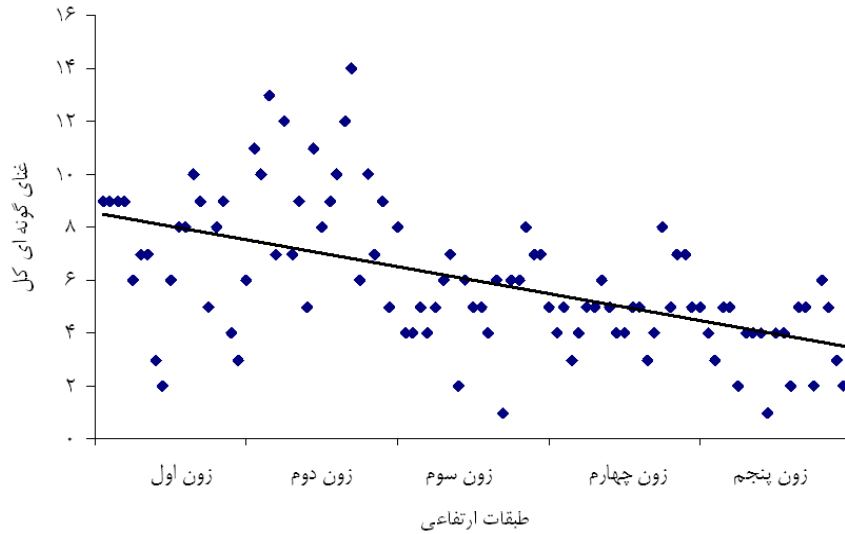
جدول ۱- مقایسه میانگین مقادیر تعداد گونه و شاخص‌های عددی غنای گونه‌ای پوشش گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی در منطقه حفاظت شده شاسکوه

طبقات ارتفاعی	تعداد گونه **	مارگالف **	منهینیک *	غنای گونه‌ای
زون اول	۱۹/۶۶b	۵/۶۸ab	۳/۸۰a	
زون دوم	۲۷/۶۶a	۶/۹۶a	۴/۰۶a	
زون سوم	۱۶/۶۶b	۴/۵۷bc	۳/۰۱ab	
زون چهارم	۱۰c	۳/۰۹dc	۲/۳۳ab	
زون پنجم	۶/۶۶c	۱/۸۲c	۱/۴۱b	

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین آن‌ها می‌باشد ($p \leq 0.01$).

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

همچنین شکل ۴ تغییرات غنای گونه‌ای کل را در طول گرادیان ارتفاعی منطقه حفاظت شده شاسکوه نشان می‌دهد که حداکثر غنای گونه‌ای در ارتفاعات میانی (زون دوم) به وقوع می‌پیوندد. شاخص‌های تنوع شانون-وینر، سیمپسون، مکینتاش و بریلوئین برای پنج زون ارتفاعی در جدول ۲ محاسبه شده است. زون اول (۱۲۰۰-۱۰۰۰ متر) کمترین تنوع گونه‌ای و زون سوم (۲۰۰۰-۱۵۰۰ متر) و چهارم (۲۵۰۰-۲۰۰۰ متر) بیشترین تنوع گونه‌ای را دارد.



شکل ۴- نمودار تغییرات غنای گونه‌ای کل در طول گرادیان ارتفاعی منطقه حفاظت شده شاسکوه

جدول ۲-مقایسه میانگین مقادیر شاخص‌های عددی تنوع گونه‌ای پوشش گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی در منطقه حفاظت- شده شاسکوه

تنوع گونه‌ای				
طبقات ارتفاعی	شانون-وینر**	سیمپسون**	مکینتاش**	بریلوئین**
زون اول	۱/۰۸c	۰/۳۱c	۰/۳۱c	۰/۷۱c
زون دوم	۱/۸۷ab	۰/۶۱b	۰/۴۹b	۱/۴۱ab
زون سوم	۲/۲۰a	۰/۸۲a	۰/۷۲a	۱/۷۲a
زون چهارم	۲/۰۳a	۰/۸۰a	۰/۷۵a	۱/۵۲ab
زون پنجم	۱/۵۳bc	۰/۷۵ab	۰/۶۴ab	۱/۳۲b

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین آن‌ها می‌باشد ($P \leq 0.01$).

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

ساختار پوشش گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی

شاخص غالبیت گونه‌ای سیمپسون که بر گونه‌های غالب تاکید دارد؛ اختلاف معنی‌داری بین پنج طبقه ارتفاعی دارد، به طوری که زون اول (۱۲۰۰-۱۰۰۰ متر) دارای بیشترین شاخص غالبیت است و زون سوم (۲۰۰۰-۱۵۰۰ متر) و زون چهارم (۲۵۰۰-۲۰۰۰ متر) دارای کمترین شاخص غالبیت است. همین‌طور، مقایسه کلیه شاخص‌های عددی یک‌نواختی گونه‌ای نیز در بین پنج زون ارتفاعی تفاوت معنی‌داری با یک‌دیگر نشان می‌دهد (جدول ۳). به طوری که زون اول کمترین یک‌نواختی گونه‌ای را دارد و زون‌های سوم، چهارم و پنجم تفاوت معنی‌داری از لحاظ یک‌نواختی گونه‌ای وجود ندارد.

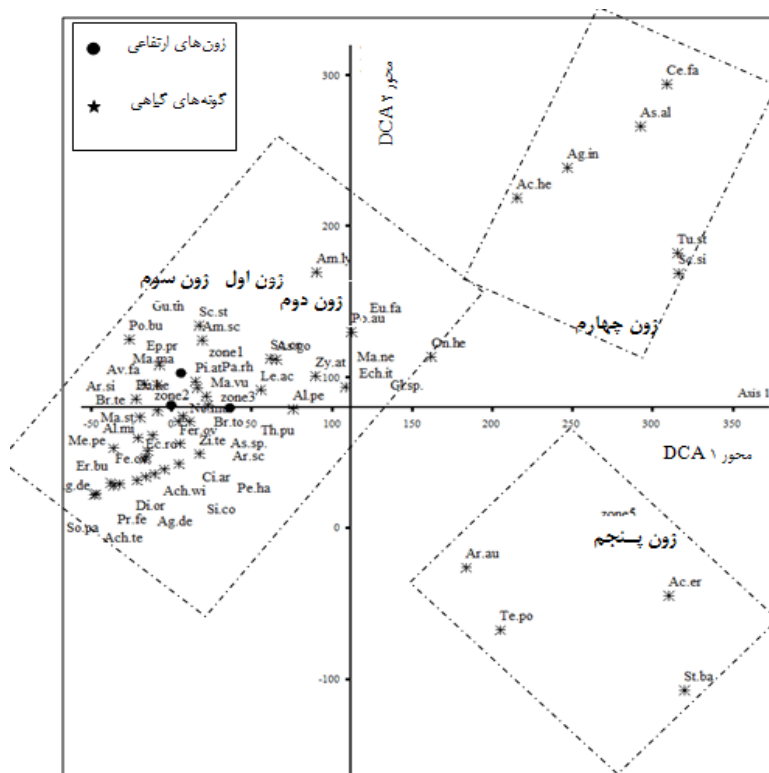
جدول ۳- مقایسه میانگین مقادیر شاخص‌های عددی غالبیت و یکنواختی گونه‌های پوشش گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی در منطقه حفاظت شده شاسکوه

یکنواختی گونه‌ای		غالبیت گونه‌ای		طبقات ارتفاعی
مکینتاش**	بریلوئین**	پیلو**	سیمپسون**	
۰/۳۲c	۰/۳۳c	۰/۳۶c	۰/۶۸a	زون اول
۰/۵۲b	۰/۵۳b	۰/۵۶b	۰/۳۹b	زون دوم
۰/۷۸a	۰/۷۹a	۰/۷۸a	۰/۱۷c	زون سوم
۰/۸۵a	۰/۹۱a	۰/۸۸a	۰/۲۰c	زون چهارم
۰/۸۲a	۰/۹۰a	۰/۸۱a	۰/۲۴bc	زون پنجم

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین آن‌ها می‌باشد ($P \leq 0.01$).

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

نتایج رسته‌بندی تحلیل تطبیقی قوس‌گیر (DCA) تمایز واضحی بین گونه‌های گیاهی در زون‌های چهارم و پنجم با زون‌های اول، دوم و سوم نشان داد. ولی بین زون‌های اول، دوم و سوم همپوشانی زیادی از لحاظ حضور گونه‌های مشترک وجود دارد (شکل ۵).



شکل ۵- نمودار رسته‌بندی تحلیل تطبیقی قوس‌گیر (DCA) بر اساس ترکیب پوشش گیاهی در زون‌های ارتفاعی منطقه حفاظت شده شاسکوه.

دو حرف اول جنس و دو حرف اول صفت گونه‌ای برای نشان دادن گونه‌ها در نمودار استفاده شده است که در زیر نام کامل آنها می‌آید:

Acantholimon erinaceum, *Acanthophyllum herateens*, *Achillea tenuifolia*, *Achillea wilhelmsii*, *Agropyron cristatum*, *Agropyron desertorum*, *Agropyron intermedium*, *Alhagi persarum*, *Alyssum minus*, *Amygdalus lycioides*, *Amygdalus scoparia*, *Artemisia aucheri*, *Artemisia scoparia*, *Artemisia sieberi*, *Astragalus albispinus*, *Astragalus gossypinus*, *Avena fatua*, *Bromus tectorum*, *Bromus tomentellus*, *Carthamus oxyacantha*, *Ceratocephalus falcatus*, *Cirsium arvense*, *Dianthus orientalis*, *Echinops robustus*, *Echium italicum*, *Ephedra procera*, *Eryngium bungei*, *Euphorbia falcate*, *Ferula ovina*, *Gundelia tournefortii*, *Launaea acanthodes*, *Malcolmia strigosa*, *Malva neglecta*, *Marrubium vulgare*, *Matricaria matricarioides*, *Melica persica*, *Noaea mucronata*, *Onopordon heteracanthum*, *Papaver rhoaes*, *Peganum harmala*, *Pistacia atlantica*, *Poa bulbosa*, *Polygonum aviculare*, *Prangos ferulacea*, *Scariola orientalis*, *Scorzonera cinerea*, *Silene conoidea*, *Sophora pachycarpa*, *Stipa barbata*, *Teucrium polium*, *Thymus pubescens*, *Tulipa stylosa*, *Ziziphora tenuir*, *Zygophyllum atriplicoides*

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان که در منطقه حفاظت شده شاسکوه، اثر گرادیان ارتفاعی بر تنوع و غنای گونه‌ای پوشش گیاهی معنی‌دار است. به طوری که با افزایش ارتفاع، از تنوع و غنای گونه‌ای پوشش گیاهی کاسته می‌شود. این نتیجه با نتایج کوریو همکاران (Coroi et al., 2004)، مک کین و گریتنز (McCain and Grytnes, 2010) و میرزایی (۱۳۸۵) مطابقت دارد. علت تغییرات را می‌توان در گرادیان‌های درجه حرارت و رطوبت که مستقیماً تابعی از گرادیان ارتفاعی است، دانست (Zhao et al., 2005). بنابراین، پستی و بلندی، نقش مهمی در بهبود شرایط اقلیمی، آب و هوایی و خاک دارد (Shrestha et al., 2010).

نتیجه تحقیق بیانگر این است که الگوهای غنای گونه‌ای گیاهی در منطقه مورد مطالعه در طول گرادیان ارتفاعی دارای تغییرات یکسانی نبود، به طوری که یک افزایش معنی‌داری در غنای گونه‌ای کل از ارتفاع ۱۲۰۰ متر تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا (زون دوم) وجود دارد. نتیجه این تحقیق نشان داد که بیشترین مقادیر غنای گونه‌ای در ارتفاعات میانی (زون دوم: ۱۵۰۰-۱۲۰۰ متر و کمترین مقادیر آن در ارتفاعات بالا (زون چهارم: ۲۵۰۰-۲۰۰۰ متر و زون پنجم: ۲۸۵۰-۲۵۰۰ متر) می‌باشد. مطالعات زیادی نتیجه گرفته‌اند که غنای گونه‌ای در ارتفاعات میانی، حداکثر است و این توسط ادواردز و ارمبروستر (Edwards and Armbruster, 1989) در طول یک گرادیان ارتفاعی در استپی توندرا در آلاسکا و ژنگ و همکاران (Zhang et al., 2013) در طول یک گرادیان ارتفاعی در منطقه حفاظت شده باپهوا چین گزارش شده است. براساس گزارش و تاس و گریتنز (Vetaas and Gerytnes, 2002) در حدود نیمی از مطالعات منتشر شده نشان می‌دهد که غنای گونه‌های گیاهی در ارتفاعات میانی به مقدار حداکثر می‌رسد. چندین نظریه وجود دارد که علت این مسئله را توضیح می‌دهد. به عنوان مثال، می‌توان وضعیت رطوبتی مناسبی که در ارتفاعات میانی وجود دارد، مساعد بودن شرایط از نظر دما و قدرت حاصل‌خیزی زیادی که در این محدوده ارتفاعی وجود دارد را بیان کرد (Hua, 2004). کاهش در غنای گونه‌ای در ارتفاعات بالا (بالاتراز ۲۰۰۰ متر) ممکن است به دلیل تنش‌های اکوفیزیولوژیکی از قبیل فصل رشد کوتاه، سرمای زیاد و قدرت

حاصل‌خیزی پایین اکوسیستم در ارتفاعات بالا باشد (Körner, 1998). حاجی میرزا آقایی و همکاران (۱۳۹۰)، نیز در جنگل‌های سرد آبرود چالوس چنین استنباط کردند که کاهش مقادیر غنای گونه‌ای را می‌توان به کاهش دمای هوا در ارتفاعات بالا نسبت داد. واثقی و همکاران (۱۳۹۱)، اثر تشعشعات فراوان امواج فرابنفش را در کاهش غنای گونه‌ای در ارتفاعات بالا دخیل می‌دانند.

همانطور که بیان شد در این تحقیق، غنای گونه‌ای با افزایش ارتفاع، ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد. لذا یک توزیع تک‌نمایی^۱ در الگوی غنای گونه‌ای در گرادیان ارتفاعی مشاهده می‌شود که مشابه نتیجه نمگیل و همکاران (Namgail et al., 2012) در منطقه هیمالیا است. نمگیل و همکاران (Namgail et al., 2012) ایجاد این توزیع گونه‌ای را در ارتباط به عوامل زیستی از قبیل چرای دام و بارندگی می‌دانند. همان‌طور که در قبل بیان شد، به علت محفوظ ماندن منطقه از چرای دام (منطقه حفاظت شده)، احتمالاً عامل بارندگی را در این توزیع دخالت داد. از این روی، توزیع غنای گونه‌ای در طول گرادیان‌های ارتفاعی توسط یک سری از عوامل متقابل زیستی، اقلیمی و تاریخی انجام می‌شود (Colwell and Lees, 2000). اما برعکس نتیجه این تحقیق، حیدری و همکاران (۱۳۸۹)، در منطقه حفاظت شده دالاب استان ایلام به این نتیجه رسیدند که غنا و تنوع گونه‌ای با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش می‌یابد که آن را به مساعد بودن شرایط از نظر درجه حرارت در ارتفاعات پایین نسبت دادند. در کنار این، اسماعیل‌زاده و همکاران (۱۳۹۱)، عامل ارتفاع را در تنوع، غنا و یک‌نواختی گونه‌ای منطقه زاگرس میانی بی‌تاثیر دیدند، که این می‌تواند به علت محدود بودن دامنه ارتفاعی منطقه مورد مطالعه باشد.

در بررسی شاخص‌های غنای گونه‌ای، به جای استفاده از شاخص‌های مارگالف و منهینیک از تعداد کل گونه‌ها استفاده شد، زیرا هر چند که در دو شاخص یاد شده تلاش بر این است تا در محاسبه غنای گونه-ای یک منطقه، شاخص‌هایی را ارائه نمایند که در آن‌ها شمارش گونه‌ها تابعی از اندازه قطعه نمونه یا تعداد گونه‌ها باشد، اما توابع پیشنهادی آن‌ها برای بررسی دو واحد هم سطح که از تعداد گونه یکسان ولی تعداد افراد متفاوت تشکیل یافته‌اند، واحدی را که از تعداد افراد کمتری تشکیل یافته باشد را نسبت به دیگر واحدها که از تعداد افراد بیشتری تشکیل یافته است، غنی‌تر می‌داند که این خود جای تامل دارد. بنابراین، در این تحقیق چون مساحت پلات‌ها ثابت در نظر گرفته شده است، برای رفع ایراد یاد شده برای محاسبه غنای گونه‌ای، شمارش تعداد کل گونه‌های موجود کافی می‌باشد (اسماعیل‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱).

همچنین نتایج نشان داد که تنوع گونه‌ای در ارتفاعات پایین (۱۲۰۰-۱۰۰۰ متر) کم و با افزایش ارتفاع در زون‌های سوم و چهارم به حداکثر خود می‌رسد و مجدداً در ارتفاعات بالا (بالای ۲۵۰۰ متر) کاهش پیدا می‌کند. لذا در رابطه با تنوع گونه‌ای نیز یک توزیع تک‌نمایی در الگوی تنوع گونه‌ای در گرادیان ارتفاعی مشاهده می‌شود و در منابع علمی، اشاره‌ای به این موضوع نشده است. ولییانگ و همکاران (Yang et al., 2007) بیان کردند که الگوهای تراکم گیاهی مشابه الگوهای غنای گونه‌ای در طول گرادیان ارتفاعی است. در ارتفاعات بالا، علت افزایش تنوع گونه‌ای را می‌توان به در دسترس نبودن و عدم وجود فشارهای

^۱ Unimodal Distribution

انسانی در منطقه توجیه نمود که باعث شده گونه‌های گیاهی شرایط مساعدتری را برای استقرار پیدا کنند (حیدری و همکاران، ۱۳۸۶). از طرفی در تحقیقات دیگر بیان شده است که در ارتفاعات پایین، به دلیل کم بودن شیب، عمق، رطوبت و عناصر غذایی خاک در شیب‌های کم زیاد بوده (سهرابی و اکبری نیا، ۱۳۸۳) و این باعث افزایش تنوع گونه‌ای پوشش گیاهی می‌شود. در نهایت نمی‌توان دلیل قانع کننده‌ای برای اثبات این روند بیان کرد. لیو (Liu, 2017)، عوامل محیطی از قبیل ارتفاع، رطوبت خاک، نیتروژن، ماده آلی و شوری خاک را از عوامل موثر بر الگوهای تنوع گونه‌ای در طول گرادیان ارتفاعی در کوهستان تیان شان چین دانستند.

نتایج نشان می‌دهد که گرادیان ارتفاعی بر غالبیت گونه‌ای تاثیر معنی‌داری دارد. به طوری که زون اول که کمترین تنوع گونه‌ای را دارا است، دارای بیشترین شاخص غالبیت است و زون سوم و چهارم که بیشترین تنوع گونه‌ای را دارد، دارای کمترین شاخص غالبیت است. علت غالبیت بالای زون اول را می‌توانه حضور و تراکم بالای گونه *Poa bulbosa* مربوط دانست. با افزایش ارتفاع، از حضور گونه‌های غالب هم‌چون و *Artemisia aucheri* کاسته می‌شود. همین‌طور، گرادیان ارتفاعی بر یک‌نواختی گونه‌ای نیز تاثیر معنی‌داری دارد. دار و سونداراپاندیان (Darand Sundarapandian, 2016)، نتیجه گرفتند که در جوامع جنگلی هیمالیای غربی در هند، یک رابطه مثبتی بین یک‌نواختی گونه‌ای و ارتفاع وجود دارد. در تحقیق حاضر، زون اول که تا حدودی غنای گونه‌ای بالایی دارد، دارای کمترین یک‌نواختی گونه‌ای است و زون‌های چهارم و پنجم که کمترین غنای گونه‌ای را دارند، دارای بیشترین یک‌نواختی گونه‌ای می‌باشد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که یک‌نواختی گونه‌ای رابطه معکوسی با غنای گونه‌ای دارد. این نتیجه برعکس نتیجه‌ای است که شوکت و همکاران (Shaukat et al., 1978) در اکوسیستم‌های بیابانی بدست آوردند، این محققین، بین غنای گونه‌ای و یک‌نواختی گونه‌ای همبستگی مثبت معنی‌داری ($r=0/97$) را مشاهده کردند. برعکس، ما (Ma, 2005) دریافت که هیچ رابطه‌ای بین غنا و یک‌نواختی گونه‌ای وجود ندارد. مبحث یک‌نواختی گونه‌ای اینقدر پیچیده است که تعریف و اندازه‌گیری یک‌نواختی به مراتب دشوارتر از اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای می‌باشد (Jost, 2010). در نهایت، نتیجه‌ای که می‌توان گرفت این است که گرادیان ارتفاعی بر روی ترکیب گونه‌ای، تنوع، غنا و یک‌نواختی گونه‌ای تاثیر معنی‌داری دارد. این قبیل تحقیقات اکولوژیکی در مناطق حفاظت شده که سنگ بنای حفاظت از تنوع زیستی در برابر تغییرات سریع زیست محیطی هستند (2015 Paudel and Heinen)، می‌تواند در شناسایی گونه‌های گیاهی نادر و در حال انقراض و حفاظت به صورت *in situ* (در محل رویشگاه طبیعی) و *ex situ* (خارج از محل رویشگاه طبیعی) نقش موثری داشته باشد.

منابع

- اجتهادی، ح.، سپهری، ع.، عکافی، ح.ر. ۱۳۸۸. روش‌های اندازه‌گیری تنوع زیستی. مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد. موسسه چاپ و انتشارات. ۲۳۰ صفحه.
- اسماعیل‌زاده، ا.، حسینی، س.م.، اسدی، ح.، غدیری‌پور، پ.، احمدی، ع. ۱۳۹۱. رابطه تنوع زیستی گیاهی با

عوامل فیزیوگرافی در ذخیره‌گاه سرخدار افراخته. مجله زیست‌شناسی گیاهی ۴(۱۲): ۱-۱۲. حاجی میرزاآقایی، س.، جلیلود، ح.، کوچ، ی.، پورمجیدیان، م.ر. ۱۳۹۰. تنوع گونه‌های گیاهی در ارتباط با عامل اکولوژیک ارتفاع از سطح دریا در جنگلهای سرد آبرود چالوس. مجله زیست‌شناسی ایران. ۲۴(۳): ۴۱۱-۴۰۰.

حیدری، م.، عطار روشن، س.، حاتمی، خ. ۱۳۸۹. ارزیابی تنوع زیستی گیاهان علفی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی در اکوسیستم‌های جنگلی زاگرس میانی منطقه حفاظت شده دالاب. مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، ۲: ۴۲-۲۸.

رستم‌پور، م. ۱۳۸۷. بررسی روابط پوشش گیاهی و برخی از عوامل محیطی در مراتع زیرکوه قاین، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه تهران. ۱۲۳ صفحه.

رستم‌پور، م. ۱۳۹۲. بررسی اثر گردان‌های محیطی و چرا بر ساختار بانک بذر خاک مراتع مناطق خشک (مطالعه موردی: مراتع قاینات، خراسان جنوبی)، رساله دکتری مرتعداری، دانشگاه تهران. ۲۶۹ صفحه.

رستم‌پور، م.، جعفری، م.، فرزادمهر، ج.، طویلی، ع.، زارع چاهوکی، م. ع. ۱۳۸۸. بررسی روابط تنوع گیاهی و عوامل محیطی در جوامع گیاهی اکوسیستم‌های خشک (مطالعه موردی: منطقه زیرکوه قاین)، فصلنامه پژوهش‌های آبخیزداری، ۲۲(۲): ۵۷-۴۷.

سهرابی، ه.، اکبری نیا، م. ۱۳۸۳. بررسی تنوع گونه‌های گیاهی در رابطه با عوامل فیزیوگرافی، ده سرخ جوانرود. فصلنامه جنگل و صنوبر ایران ۱۳(۳): ۲۸۰-۲۹۳.

فخیمی ابرقویی، ا.، مصداقی، م.، غلامی، پ.، نادری نصرآباد، ح. ۱۳۹۰. اثر برخی از خصوصیات توپوگرافی بر تنوع گیاهی (مطالعه موردی: مراتع استپی ندوشن یزد). تحقیقات مرتع و بیابان، ۱۱۸(۳): ۴۱۹-۴۰۸. کریم زاده، آ.، جعفریان، ز.، قربانی، ج.، اکبرزاده، م. ۱۳۹۱. تحلیل ارتباط بین شاخصهای تنوع و عوامل محیطی با استفاده از آمار چندمتغیره (مطالعه موردی: مراتع سرخده سمنان)، نشریه مرتع و آبخیزداری، ۶۵(۱): ۱۳۱-۱۴۳.

میرزایی، ح. ۱۳۸۵. رابطه بین پوشش گیاهی با خاک و توپوگرافی در جنگل‌های شمال ایلام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس. ۷۱ صفحه.

نقی‌نژاد، ع. ر.، سیداخلاقی، س.ع.، سعیدی مهرورز، ش. ۱۳۹۴. بررسی ارتباط عوامل اکولوژیک با پوشش گیاهی زیستگاه پلنگان، منطقه حفاظت شده آق‌داغ استان اردبیل. بوم‌شناسی کاربردی، ۴(۱۳): ۳۳-۴۹

واثقی، پ.، اجتهادی، ح.، زاهدی‌پور، ح. ۱۳۹۱. بررسی تنوع زیستی گیاهی در ارتباط با متغیرهای ارتفاع و جهت شیب: بررسی موردی در ارتفاعات کلات گناباد، جنوب خراسان. نشریه علوم ۹(۳): ۵۴۷-۵۵۸.

Austrheim, G. 2002. Plant diversity patterns in semi natural grasslands along an elevational gradient in Southern Norway. *Journal of Plant Ecology*, 161:193-205.

Bock, C.E., Jones, Z.F., Bock J.H. 2007. Relationships between species richness, evenness, and abundance in a southwestern savanna. *Ecology*, 88(5): 1322-1327

- Bray, J.R., Curtis, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
- Brown, J. 2001. Mammals on mountainsides: elevational patterns of diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 10:101-109.
- Colwell, R.K., Lees, D.C. 2000. The mid -domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. *Journal of Trends in Ecology and Evolution*, 15: 70-76.
- Coroi, M., Skeffington, M.S., Giller, P., Smith, C., Gormally, M., O'Donovan, G. 2004. Vegetation diversity and stand structure instreamside forests in the south of Ireland. *Journal of Forest Ecology and Management*, 202: 39-57.
- Dar, J.A., Sundarapandian, S. 2016. Patterns of plant diversity in seven temperate forest types of Western Himalaya, India. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 9(3): 280-292
- Edwards, M. E., Armbruster, W. S. 1989. A tundra-steppe transition on Kathul Mountain, Alaska USA. *Journal of Arctic Antarctic and Alpine Research*, 21: 296-304.
- El Moujahid, L., Le Roux, X., Michalet, S., Bellvert, F., Weigelt, A., Poly F. 2017. Effect of plant diversity on the diversity of soil organic compounds. *PLoS ONE*, 12(2):1-16.
- Hammer, Q., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 1-9.
- Hua, Y. 2004. Distribution of plant species richness along elevation gradient in Hubei Province, China. International Institute for Earth System Science, Nanjing University, Nanjing, China.
- Jost, L. 2010. The Relation between Evenness and Diversity. *Journal of Diversity*, 2: 207-232.
- Körner, C. 1998. A re -assessment of high elevation treeline positions and their explanation. *Oecologia*, 115: 445-459.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological methodology*. 2nd Ed. Addison Wesley Longman, Menlo Park, California, USA.
- Lee, C. B., Chun, J.-H. 2016. Environmental Drivers of Patterns of Plant Diversity Along a Wide Environmental Gradient in Korean Temperate Forests. *Forests*, 7,19:1-16
- Liu, B. 2017. Vertical patterns in plant diversity and their relations with environmental factors on the southern slope of the Tianshan Mountains (middle section) in Xinjiang (China). *Journal of Mountain Science*, 14(4):742-757.
- Ma, M. 2005. Species richness vs. evenness; independent relationship and different responses to edaphic factors. *Oikos*, 111, 192-198.
- McCain, C.M., Grytnes, J.A. 2010. Elevational gradients in species richness. In: *Encyclopedia of Life Sciences (ELS)*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd. 1-10
- McCune, B., Mefford M. J. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4.0. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon. 237 pp.
- McIntosh, R.P. 1967. An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. *Journal of Ecology*, 48: 392-404.
- Namgail, T., Rawat, G.S., Mishra, C., van Wieren, S.E., Prins, H.H. 2012. Biomass and diversity of dry alpine plant communities along altitudinal gradients in the Himalayas. *Journal of Plant Research*, 125(1):93-101.
- Paudel, P.K., Heinen, J.T. 2015. Conservation planning in the Nepal Himalayas: Effectively (re)designing reserves for heterogeneous landscapes. *Applied Geography*, 56: 127-134.
- Ricklefs, R.E. 2004. A comprehensive framework for global patterns in biodiversity. *Ecology Letters*, 7(1):1-15.
- Sanders, N.J., Rahbek, C. 2012. The patterns and causes of elevational diversity gradients. *Ecography*, 35(1): 1-3.
- Shaikat, S.S., Khairi, M.A., Khan, M.A. 1978. The relationship amongst dominance,

- diversity and community maturity in a desert vegetation. *Pakistan Journal of Botany*, 10(2):183-196.
- Shrestha, U.B., Shrestha, S., Chaudhary, P., Chaudhary, R.P. 2010. How representative is the protected areas system of Nepal? A gap analysis based on geophysical and biological features. *Mountain Research and Development*, 30(3), 282–294.
- Spehn, E., Körner, C. 2009. Data mining for global trends in mountain biodiversity. Boca Raton, FL: CRC Press. 200 pp
- Thomas, G., Clay, D. 2000. BIODAP- ecological diversity and its measurement. Canada: Resource Conservation. Fundy National Park. New Brunswick. (<http://nhsbig.inhs.uiuc.edu/populations/bio-dap.zip>)
- Toledo-Garibaldi, M., Williams-Linera, G. 2014. Tree diversity patterns in successive vegetation types along an elevation gradient in the Mountains of Eastern Mexico. *Ecol Res* 29: 1097–1104
- Vetaas, O. R., Gerytnes, J. A. 2002. Distribution of vascular plant species richness and endemic richness along the Himalayan elevation gradient in Nepal. *Journal of Global Ecology and Biogeography*, 11: 291-301.
- When, S., Lundemo, S., Holten, J. I. 2014. Alpine vegetation along multiple environmental gradients and possible consequences of climate change. *Alpine Botany*, 124, 155-164.
- Yang, L., Yiping, Z., Daming, H., Min, C., Hua, Z. 2007. Climatic control of plant species richness along elevation gradients in the Longitudinal Range-Gorge Region. *Journal of Chinese Science Bulletin*, 52(2): 50-58.
- Zhang, J., Xu, B., Li, M. 2013. Vegetation patterns and species diversity along elevational and disturbance gradients in Baihua Mountain Reserve, Beijing, China. *Mountain Research and Development*, 33(2):170–178.
- Zhao, C.M., Chen, W.L., Tian, Z. Q., Xie, Z.Q. 2005. Altitudinal pattern of plant species diversity in Shennongjia Mountain, central China. *Journal of Integrative Plant Biology*, 47(12): 1431-1449.
- Zhao, C.M., W.L. Chen, Z.Q. Tian, Z.Q. Xie. 2005. Altitudinal pattern of plant species diversity in Shennongjia Mountain, central China. *Journal of Integrative Plant Biology* 47(12): 1431-1449.