

## تأثیر گرادبان ارتفاع بر شاخص‌های تنوع زیستی گروه‌های بوم‌شناسی گیاهی در جنگل‌های هیرکانی تیرم‌رود

اسحاق عطایی<sup>۱</sup>، فرید کاظم‌نژاد<sup>۲\*</sup>، مجید اسحاق‌نیموری<sup>۳</sup> و علی شیخ‌الاسلامی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری، گروه جنگلداری، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران. (esataie@gmail.com)

۲- استادیار، گروه جنگلداری، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران. (farid.avijdan@gmail.com)

۳- استادیار، گروه جنگلداری، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران. (m\_navand@yahoo.com)

۴- استادیار، گروه جنگلداری، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران. (islamiali@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۵/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۰۸

### چکیده

گرادبان ارتفاعی بر شاخص‌های تنوع زیستی تأثیرگذار است. داده‌ها به روش ترانسکت با حداقل یک قطعه‌نمونه (۴۰۰ متر مربعی) بر روی خطوط میزان ۵۰ متری (جمعا ۴۴ قطعه) در حوزه تیروم‌رود (آبخیز ۳۲) شهرستان تنکابن برداشت شد. فراوانی گونه‌های چوبی، به تفکیک گونه در هر قطعه‌نمونه و درصد پوشش - فراوانی گونه‌های علفی (پنج ریزقطعه‌نمونه دو مترمربعی در چهارگوشه و مرکز) بر اساس روش براون - بلانکه ثبت شد. اجتماعات گیاهی منطقه با تحلیل گونه‌های شاخص دوطرفه معرفی و مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی در گروه‌های گیاهی با آنالیز واریانس یک‌طرفه انجام شد. بر اساس نتایج، گروه‌های بوم‌شناختی در این منطقه به ترتیب در میانگین ارتفاع ۳۷۵، ۹۲۴، ۱۲۳۶ و ۲۰۷۰ متر از سطح دریا و میانگین شیب ۵۹، ۴۰، ۵۰ و ۴۳ درصد (بدون اختلاف معنی‌دار) مستقرند. گروه‌ها از نظر شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی (تنوع گونه‌ای، یکنواختی و غنای گونه‌ای) با هم اختلاف معنی‌دار دارند. شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر و سیمپسون-پیلو در گروه‌های بوم‌شناختی اول، چهارم و دو گروه دوم و سوم به ترتیب بیشینه، کمینه و میانگین است. شاخص یکنواختی پیلو در گروه‌های اول و سوم و دو گروه دوم و چهارم به ترتیب بیشینه، کمینه و میانگین است. ضمن اینکه به ترتیب گروه‌های اول، سوم، دوم و چهارم از نظر شاخص غنای گونه‌ای دسته‌بندی شدند. بر اساس نتایج کلی شاخص‌های تنوع زیستی روندهای متفاوتی را با تغییرات ارتفاع به نمایش می‌گذارند.

واژه‌های کلیدی: اختلاف فلورستیکی، بوم‌شناختی، تنوع گونه‌ای، گرادبان.

## مقدمه

به دلیل تجاوز به عرصه‌های منابع طبیعی از بین رفت. در ارتفاعات بالابند جنگل‌های شمال نیز به دلیل شرایط فیزیوگرافی خاص مناطق کوهستانی، مه‌بارش، شرایط متفاوتی از نظر اقلیمی و خاکی در هر منطقه وجود دارد. این جنگل‌ها در مناطق مختلف در محدوده‌های ارتفاعی متفاوت مشاهده می‌شود که از اکوسیستم‌های جنگلی وارد اکوسیستم‌های مرتعی می‌شود (Sagheb Talebi et al., 2014). پژوهش‌های زیادی در زمینه تنوع و تغییرات پوشش گیاهی در شیب تغییرات ارتفاعی انجام شده است (Nogué et al., Arekhi et al., 2010, 2013, 2015, Sharma, Singh et al., 2019, Jrl et al., 2015, 2013, Shabani-Rad et al., Zamani et al., 2019, et al., 2019, al., 2020).

با پژوهش در اجتماعات گیاهی و تحلیل گرادیان‌های مختلف محیطی می‌توان به همبستگی این عوامل با گروه‌های گیاهی پی برد. این پژوهش در نظر دارد تا ضمن معرفی گروه‌های گیاهی در حوزه تیروم‌رود، رابطه آن‌ها را با مشخصه‌های توپوگرافی و تنوع زیستی گیاهی بررسی کند. به عبارت دیگر این پژوهش به دنبال این موضوع است که گروه‌های گیاهی در چه دامنه ارتفاعی و با چه پهنایی در بین جوامع حضور دارند. زیرا چگونگی مدیریت در جنگل‌های هیرکانی تابع شرایط جوامع گیاهی است و نوع نگرش بر مدیریت در مناطق مختلف ارتفاعی این مناطق ضرورتاً متفاوت خواهد بود.

## مواد و روش‌ها

## منطقه انجام پژوهش

منطقه پژوهش در حوزه آبخیز شماره ۳۲، اداره کل منابع طبیعی استان مازندران-نوشهر، اداره منابع طبیعی شهرستان تنکابن، در جنوب این شهر بین عرض‌های جغرافیایی ۳۶° ۳۶' تا ۳۶° ۴۵' شمالی و طول‌های

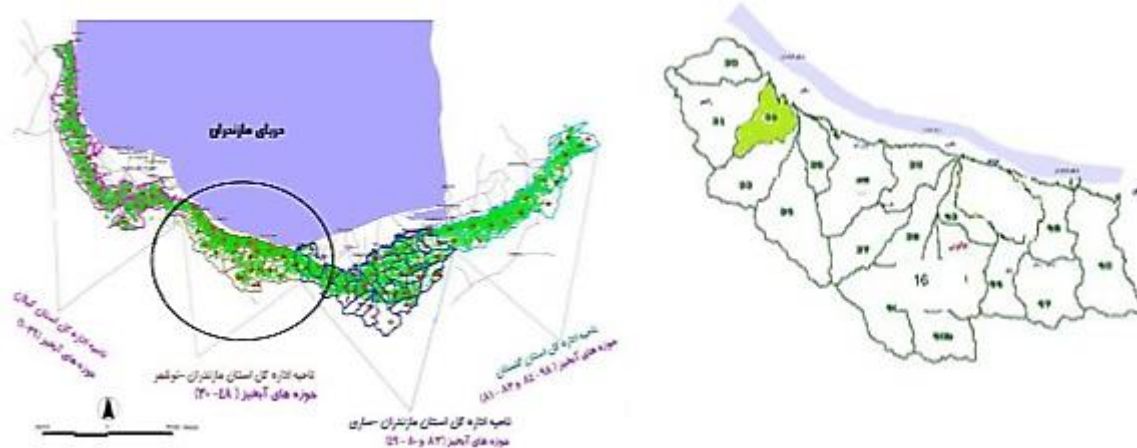
پیدایش پوشش گیاهی حاصل کنش متقابل بین عناصر رویشی و عوامل محیط فیزیکی است. از این رو استفاده از بوم‌شناسی و جامعه‌شناسی گیاهی برای تعیین و تشخیص محیط درون‌زا، یکنواختی و غیریکنواختی محیط، توالی و مراحل آن امری ضروری است. نکته قابل توجه اینکه شناخت جوامع گیاهی، تشخیص زیستگاه‌ها و پیش‌بینی چگونگی تحول پوشش گیاهی در محیط معین را نیز در بر می‌گیرد. از بین عوامل شناخته شده مؤثر بر تغییرات پوشش گیاهی، اقلیم و توپوگرافی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (Zhang et al., 2017). در پژوهش‌های کاربردی برای حل مسائل بوم‌شناختی در ارتباط با مدیریت و حفاظت از بوم‌سازگان‌های طبیعی، شناخت و بررسی پوشش گیاهی بسیار مهم است (De Bello et al., 2005; Diaz et al., 2007).

مجموعه‌ای از شرایط محیطی شامل آب و هوا، پستی و بلندی و متغیرهای خاکی در سیمای گیاهان منعکس می‌شود (Kaufmann et al., 2017) و بروز تغییرات در پوشش گیاهی ناشی از غلبه مجموعه عوامل محیطی است (Awasthi et al., 2015). همچنین توسعه و انتشار گونه‌های گیاهی در طبیعت تصادفی نیست، بلکه گونه‌های گیاهی با سرشت و نیازهای بوم‌شناختی مشابه در طبیعت در کنار هم مستقرند و اجتماعات گیاهی را به وجود می‌آورند.

جنگل‌های شمال کشور دارای تنوع زیستی و ساختار پیچیده‌ای است که تنها با شناخت کامل این اکوسیستم می‌توان به مدیریت بهینه و درست آن‌ها در آینده امیدوارتر شد. در گذشته‌های نه‌چندان دور، جنگل‌های شمال ایران از جلگه تا ارتفاعات به صورت یکپارچه در کنار هم و بدون گسستگی وجود داشت. در چند دهه اخیر سطح زیادی از این جنگل‌ها در جلگه

اقلیم معتدل و مرطوب با میانگین بارندگی ۱۱۱۱ میلی-متر است. میانگین حرارت سالانه ۱۲/۳ درجه سانتی-گراد، میانگین بیشینه حرارت در مرداد ماه ۲۳/۸ درجه سانتی‌گراد و کمینه حرارت در بهمن ماه ۱/۶ درجه - سانتی‌گراد است.

جغرافیایی ۴۶' ۵۰° تا ۵۰' ۵۰° شرقی قرار دارد (شکل ۱). کمینه ارتفاع از سطح دریا ۱۱۱ متر و بیشینه ارتفاع از سطح دریا ۳۵۲۰ متر است. مساحت کل حوزه تیروم رود براساس طرح جامع جنگل‌های شمال کشور ۲۰۲۸۷ هکتار است. سطح محدوده تمرکز پژوهش در حدود ۲۰۰ هکتار است. از نظر اقلیمی این حوزه جزء



شکل ۱- منطقه انجام پژوهش

Figure 1. Study area

برداشت شدند. به طوری که بر روی هریک از خطوط میزان ۵۰ متری حداقل یک قطعه نمونه قرار گرفت. در مجموع ۴۴ قطعه نمونه (۲۰×۲۰ مترمربعی) در این پژوهش برداشت شد. در هر قطعه نمونه فراوانی گونه‌های چوبی به تفکیک گونه ثبت شد. برای نمونه- برداری از آشکوب علفی تعداد پنج ریزقطعه نمونه دو مترمربعی (در چهار گوشه و مرکز قطعه نمونه) پیاده شد و براساس روش براون-بلانکه درصد پوشش-فراوانی عناصر رویشی تعیین و ثبت شد (Habashi et al., 2007). شناسایی گونه‌ها با استفاده از منابع فلور ایرانیکا (Rechinger, 1963-1998)، مجموعه فلورهای فارسی ایران (اسدی و همکاران، ۱۳۸۱-۱۳۷۱)، فلور رنگی ایران (قهرمان، ۱۳۷۹-۱۳۷۵) و فرهنگ نام‌های گیاهان ایران (مظفریان، ۱۳۷۵) انجام شد.

### روش انجام پژوهش

برای انجام این پژوهش، ابتدا با بررسی‌های کتابخانه‌ای، دریافت نظرات کارشناسان و انجام جنگل‌گردشی، منطقه مناسب برای این پژوهش انتخاب شد. با توجه به جوامع گیاهی منطقه مورد پژوهش و استفاده از اطلاعات کتابچه طرح، محدوده جوامع و گروه‌های گیاهی در جوامع جنگلی منطقه مشخص شد و به‌عنوان طبقات اصلی نمونه برداری در نظر گرفته شد. دیگر عوامل محیطی نظیر ارتفاع از سطح دریا و شیب، در صورت ایجاد تغییرات در سیمای رستنی‌ها و اختلاف فلورستیکی جهت نمونه برداری مدنظر قرار گرفتند. برداشت داده‌ها به روش ترانسکت انجام شد. قطعات نمونه پژوهش بر روی یک ترانسکت در جهت عمود بر خطوط میزان از جلگه (پایین بند) تا مرز جنگل (بالابند) بر روی نقشه تیپ مشخص شد و داده‌ها

## روش تجزیه و تحلیل آماری

برای تسهیل درک مفهوم تغییرات تدریجی (Continum) ترکیب پوشش گیاهی و کمک به فهم بهتر ارتباط بین گونه‌ها و عوامل محیطی، رولوه‌های با ترکیب گونه‌ای مشابه با گروه‌های بوم‌شناختی طبقه‌بندی شدند. طبقه‌بندی عددی گونه‌های شاخص دوطرفه (TWINSPAN) برای تعیین گروه‌های بوم‌شناختی استفاده شد. ضمن اینکه، روش TWINSPAN براساس اطلاعات پوشش گونه‌های علفی بر مبنای سطوح قطع ۱۰۰-۷۵-۵۰-۲۵-۱۲/۵-۵-۲/۵-۱- صفر به کار گرفته شد. در این آنالیز به‌طور تجربی سطح تقسیم‌بندی چهارم (McNab et al., 1999; Flynn et al., 2009) به‌عنوان نقطه توقف برای شکل‌گیری گروه انتخاب شد. همچنین برای تأیید نتایج TWINSPAN از تحلیل

رسته‌بندی DCA استفاده شد. برای طبقه‌بندی و تحلیل گروه گونه‌های بوم‌شناختی از نرم‌افزار PC-ORD for Win. Ver. 5 (McCune and Mefford, 1999) استفاده شد.

پس از طبقه‌بندی رویشگاه و شناسایی گروه‌های بوم‌شناختی گیاهی منطقه، برای تشخیص گونه‌های شاخص هر گروه گیاهی از روش تجزیه و تحلیل گونه-های معرف (Durfrene and Legendre, 1997) استفاده شد. برای مقایسه تنوع زیستی در گروه‌های بوم‌شناختی گیاهی از شاخص‌های غنای گونه‌ای (S) (Maguran, 1988) تنوع گونه‌ای شانون-وینر (Peat, 1974) و سیمپسون (Hill, 1973) و یکنواختی پیلو (Peat, 1974) استفاده شد (جدول ۱). برای انجام مقایسه‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد.

جدول ۱- شاخص‌های غنا و یکنواختی و تنوع گونه‌ای

Table 1. Indices of species richness and uniformity

فرمول Formula	منبع References	شاخص‌ها Indices
$R = S$	Magurran (1988)	شاخص غنای گونه‌ای (S) Species richness indicator
$J' = \left[ -\sum p_i \ln(p_i) \right] / \ln S$ $p_i = \frac{n_i}{N}$	Peet (1974)	شاخص یکنواختی پیلو Pilo uniformity indicator
$H' = -\sum_i p_i \ln(p_i)$	Peet (1974)	شاخص تنوع شانون-وینر Shannon wiener variability indicator
$\lambda = 1 - \sum_i p_i^2$	Hill (1973)	شاخص تنوع سیمپسون Simpson variability indicator

S = تعداد گونه‌ها  $P_i$  = نسبت درصد تاج‌پوشش گونه  $(n_i)$  به مجموع درصد تاج‌پوشش گونه‌ها (N)

S = No. of species,  $P_i$  = species crown cover per.  $(n_i)$  / sum of species crown cover per. (N)

بر اساس نتایج آنالیز TWINSPAN چهار گروه بوم‌شناختی ایجاد شد (شکل ۲).

## نتایج



## ادامه جدول ۲.

Continued table 2.

علفی Herbaceous	درخت / درختچه Tree / Shrub	جهت Aspect	شیب (درصد) Slope (%)	ارتفاع (متر) Height (m)	گروه Group
کارکس <i>Carex pendula</i> Huds	راش				
آسپرولا <i>Asperula odoratum</i> L.	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky				
تمیس <i>Tamus cummonis</i> L.	گیلاس وحشی <i>Prunus avium</i> L.	شمال N	50	1236	2
سیکلامن <i>Cyclamen europaeum</i> L	آلوچه <i>Prunus divaricate</i> Ledeb.				
توت فرنگی <i>Fragaria vesca</i> L.	ازگیل <i>Mespilus germanica</i> L.				
شقاقل <i>Pastinaca sativa</i> L.					
	راش <i>Fagus orientalis</i> Lipsky				
	بلوط بلندمازو <i>Quercus castaneifolia</i> C.A. Mey.				
گزنه سفید <i>Lamium purpureum</i> L.	ممرز <i>Carpinus betulus</i> L.				
داردوست <i>Hedera colchica</i> K. Koch	نمدار <i>Tilia begonifolia</i> Stev.				
چلرک <i>Epimedium pinnatum</i> Fisch. ex DC	شیردار <i>Acer cappadocicum</i> Gled.	شمال شرق N	40	924	3
فرفیون <i>Euphorbia serrate</i> L.	انجیلی <i>Parotia persica</i> Mey. (DC.) C.A.				
آسپرولا <i>Asperula arvensis</i> L.	آلوچه <i>Prunus divaricate</i> Ledeb.				
	سرخ ولیک <i>Crataegus monogyna</i> Jacq.				
	کوله خاص <i>Ruscushyrcanus</i> L.				

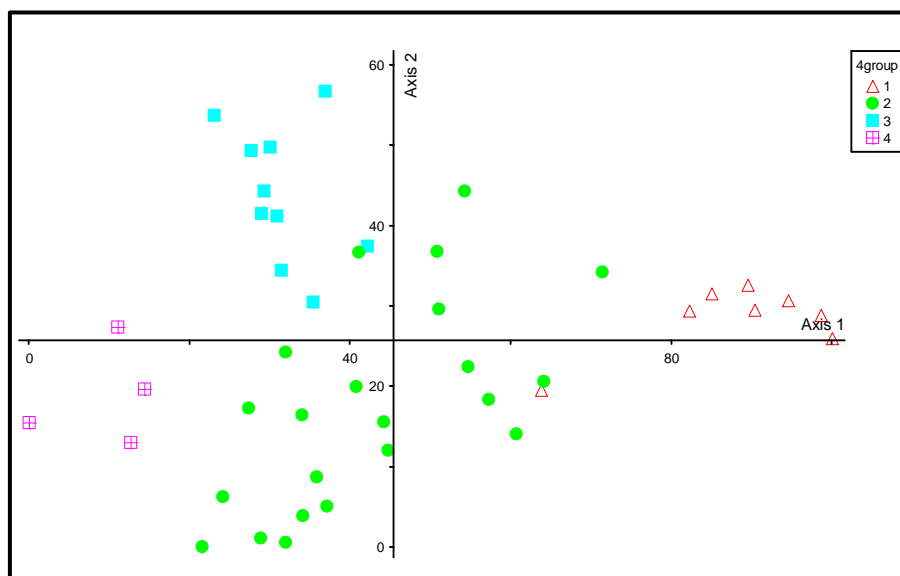
ادامه جدول ۲.

Continued table 2.

علفی Herbaceous	درخت / درختچه Tree / Shrub	جهت Aspect	شیب (درصد) Slope (%)	ارتفاع (متر) Height (m)	گروه Group
	بلوط بلندمازو <i>Quercus castaneifolia</i> C.A. Mey.				
	ممرز <i>Carpinus betulus</i> L.				
زنگی دارو <i>Asplenium scolopendrium</i> L.	توسکا <i>Alnus subcordata</i> C.A. Mey.				
سیکلامن <i>Cyclamen europaeum</i> L.	انجیلی <i>Parotia persica</i> (DC.) C.A. Mey.	شمال غرب NW	59	375	4
متامتی <i>Hypericum androsaemum</i> L.	خرمندی <i>Diospyrus lotus</i> L.				
	لرگ <i>Petrocararia fraxinifolia</i> (Lam.) Spach				
	شمشاد <i>Buxus hyrcana</i> Pojark.				

شده است. نتایج این روش رج‌بندی به شکل نمایش قطعات نمونه‌ها در دو بعد آورده شده است (شکل ۳).

مقادیر ویژه، طول محورها، درصد تبیین واریانس چهار محور اول و مجموع مقادیر ویژه کلیه محورهای (Total inertia) تحلیل DCA در جدول سه نشان داده



شکل ۳- نمودار رسته‌بندی DCA قطعات نمونه واحدهای اکوسیستمی

Figure 3. DCA chart of sample parts of ecosystem units

نمودار رجبندی DCA نشان می‌دهد که قطعات نمونه هر یک از گروه‌های بوم‌شناختی از یکدیگر کاملاً متمایزند و این تمایز به‌خاطر تفاوت در ترکیب فلورستیکی ناشی از تغییرات خصوصیات محیطی واحدهای مزبور است.

جدول ۳- مقادیر ویژه و طول گرادیان‌های تحلیل DCA

Table 2. Eigenvalues and the length gradients of DCA analysis

محور ۲ Axes 2	محور ۱ Axes 1	
0.399	0.718	مقادیر ویژه Eigenvalues
2.943	4.177	طول گرادیان محورها The length of the axis gradient
5.941		واریانس کل Total inertia

مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی بین گروه‌های بوم‌شناختی، حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار براساس نتایج آزمون دانکن بود. بررسی مقادیر شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر و سیمپسون پیلو نشان داد که گروه‌های بوم‌شناختی اول، چهارم و دو گروه دوم و سوم به‌ترتیب دارای بیشینه، کمینه و میانگین مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌ای هستند. در حالی‌که، از نظر شاخص یکنواختی پیلو گروه اول، سوم و دو گروه دوم و چهارم به‌ترتیب دارای بیشینه، کمینه و میانگین مقادیر شاخص یکنواختی هستند.

جدول ۴- تجزیه واریانس و مقایسات میانگین متغیرهای محیطی و تنوع گونه‌ای در گروه‌های بوم‌شناختی منطقه

Table 3. Analysis of variance and mean comparisons of environmental variables and species diversity in ecological groups

Sig.	F	گروه ۴ Group 4	گروه ۳ Group 3	گروه ۲ Group 2	گروه ۱ Group 1	متغیرهای محیطی Environmental variables
ns	1.9	58±10.8	40±2.9	50±3.5	43.1±4.9	درصد شیب Slope (%)
P<0/01	13.74	375±32.2 <sup>d</sup>	924±194.9 <sup>c</sup>	1236±102.9 <sup>b</sup>	2070±127.2 <sup>a</sup>	ارتفاع از سطح دریا (متر) Elevation (m)
P<0/01	29.4	6.7±0.8 <sup>d</sup>	22.3±1.1 <sup>b</sup>	14.7±0.8 <sup>c</sup>	28.5±2.6 <sup>a</sup>	غنای S S richness
P<0/01	30.02	1.08±0.2 <sup>b</sup>	1.9±0.06 <sup>ab</sup>	1.8±0.08 <sup>ab</sup>	2.8±0.1 <sup>a</sup>	تنوع شانون-وینر (H) Shannon wiener I.
P<0/01	12.58	0.5±0.04 <sup>b</sup>	0.7±0.02 <sup>ab</sup>	0.7±0.02 <sup>ab</sup>	0.9±0.03 <sup>a</sup>	تنوع سیمپسون Simpson I.
P<0/01	9.49	0.4±0.01 <sup>ab</sup>	0.3±0.02 <sup>b</sup>	0.4±0.03 <sup>ab</sup>	0.6±0.03 <sup>a</sup>	یکنواختی پیلو Pilo uniformity I.

مقادیر عددی جدول مربوط به میانگین متغیرها به همراه اشتباه معیار آنها است. ns: فاقد تفاوت معنی‌دار آماری  $P<0/05$  و  $P<0/01$ ، تفاوت معنی‌دار به ترتیب در سطوح ۹۵ و ۹۹ درصد.



The numerical values of the table correspond to the mean of the variables with their standard error. ns: No statistically significant difference and  $P < 0.05$  and  $P < 0.01$ , significant difference at 95% and 99% levels, respectively.

نتایج طبقه‌بندی گروه‌های بوم‌شناختی به روش DCA که از مهم‌ترین روش‌های تحلیل گرادیان غیرمستقیم به‌شمار می‌رود حاکی از آن است که قطعات نمونه هر یک از گروه‌ها از یکدیگر کاملاً متمایزند. این تمایز، بازتاب تفاوت خصوصیات فلورستیکی و محیطی گروه‌های بوم‌شناختی است و ارتباط بین گروه‌های گیاهی با محیط را از منظر بوم‌شناختی به نمایش می‌گذارد. نتایج تحقیق حاضر همچنین نشان داد که گروه‌های بوم‌شناختی منطقه از نظر عامل ارتفاع از سطح دریا دارای اختلاف معنی‌دار هستند. هر دو عوامل توپوگرافی و اقلیم با نقش نسبتاً برابر بر غنای گونه‌ای مؤثرند، اما غنای گونه‌های بومی به شکل غالب تحت تأثیر توپوگرافی است (Gebrewahid and Abrehe, 2019; Irl et al., 2015).

Mohammadi Zahedi Amiri (2002) در بررسی ارتباط بین اجتماعات گیاهی با عوامل رویشگاهی به این نتیجه رسیدند که بین اجتماعات گیاهی و جهت جغرافیایی ارتباط معنی‌داری وجود دارد ولی بین اجتماعات گیاهی و مشخصه‌های شیب و ارتفاع از سطح دریا رابطه معنی‌داری مشاهده نشد. (Babaikafaki and Mattaji, 2006) در طبقه‌بندی اجتماعات گیاهی جنگل خیرودکنار نشان دادند که متغیر ارتفاع از سطح دریا به‌عنوان مهم‌ترین عامل رویشگاهی مؤثر در تفکیک اجتماعات مزبور است و این اجتماعات از نظر دو عامل شیب و دامنه با یکدیگر تفاوت نداشتند. بر اساس نتایج کلی تحقیق حاضر، شاخص‌های تنوع زیستی روندهای متفاوتی را در گروه‌های گیاهی مورد بررسی با تغییر ارتفاع نشان دادند. به‌این ترتیب که تنوع گونه‌ای یک روند افزایشی در طول ترانسکت را به نمایش گذاشت. در حالی که یکنواختی و غنای گونه‌ای

از نظر شاخص غنای گونه‌ای به‌ترتیب گروه‌های اول، سوم، دوم و چهارم دارای رتبه‌های اول تا چهارم هستند. شیب عرصه در بین گروه‌های بوم‌شناختی منطقه اختلاف معنی‌دار آماری نداشت (جدول ۴).

#### بحث

همان‌طور که نتایج این پژوهش نشان داد، چهار گروه گیاهی با ترکیب فلورستیکی و خصوصیات محیطی متمایز در جنگل تیرم‌رود وجود دارد. که این گروه‌های بوم‌شناختی از نظر شاخص‌های تنوع زیستی با هم اختلاف دارند. علت اصلی اختلاف در شاخص‌های تنوع زیستی می‌تواند به‌دلیل گسترده‌بودن دامنه تغییرات عوامل محیطی در سطح منطقه و در نتیجه مهیا شدن شرایط محیطی بهینه برای استقرار گونه‌های مختلف در هر یک از گروه‌های بوم‌شناختی در منطقه‌ای با شرایط محیطی متفاوت باشد. نتایج بررسی ترکیب، غنا و تنوع پوشش گیاهی در طول یک گرادیان ارتفاعی در جامو و کشمیر (Singh et al., 2019)، اتیوپی (Gebrewahid and Abrehe, 2019) و ایالت یونان، چین (Gong et al., 2019) نشان داد که تنوع و یکنواختی همگام با افزایش ارتفاع افزایش می‌یابد، اما در ارتفاعات میان‌بند به بیشینه مقدار ممکن می‌رسد. به این معنی که روند تغییرات این شاخص‌ها به شکل سینوسی است، که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. در تأیید این یافته، نتایج پژوهش‌های دیگر در جنگل‌های بلوط ایلام (Arekhi et al., 2010) و جنگل‌های اندونزی (Fatem et al., 2020) نشان داد که غنای گونه‌ای در ارتفاعات بالا کاهش می‌یابد. (Sharma et al., 2019) نیز در پژوهش خود با عنوان الگوی تنوع گونه‌ای در شیب ارتفاعی جنگل‌های شرق هیمالیا نشان دادند که روند تغییرات این شاخص هذلولی است.

## References

- Arekhi, S.; Heydari, M., Pourbabei, H., Vegetation-environmental relationships and ecological species groups of the Ilam oak forest landscape, Iran. *Caspian Journal of Environmental Sciences* **2010**, 8 (2), 115-125.
- Assadi, M.; Maassoumi, A.A., Khatamsaz, M., Mozaffarian, V., Editors. Flora of Iran. Vols. 1-60. Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands Publications; 1988-2008. (In Persian)
- Awasthi, N.; Bhandari, S.; Khanal, Y., Does scientific forest management promote plant species diversity and regeneration in Sal (*Shorea robusta*) forest? A case study from Lumbini collaborative forest, Rupandehi, Nepal. *Banko Janakari* **2015**, 25 (1), 20-29.
- Barnes, B.V.; Zak, D.R., Denton, S.R., Spur, S.H., Forest Ecology. John Wiley and Sons INC, 4<sup>th</sup> edition, New York, 1998; 792 p.
- Castro, H.; Lehsten, V.; Lavorel, S.; Freitas, H., Functional response traits in relation to land use change in the Montado. *Agriculture, ecosystems & environment* **2010**, 137 (1-2), 183-191.
- De Bello, F.; Lepš, J.; SEBASTIÀ, M. T., Predictive value of plant traits to grazing along a climatic gradient in the Mediterranean. *Journal of applied Ecology* **2005**, 42 (5), 824-833.
- Diaz, S.; Lavorel, S., McIntyre, S.U.E., Falczuk, V., Casanoves, F., Milchunas, D.G., Skarpe, C., Rusch, G., Sternberg, M., Noy-Meir, I.M.A.N.U.E.L., Landsberg, J., Plant traits responses to grazing: a global synthesis. *Global Change Biology* **2007**, 13 (2), 313-341.
- Dufrêne, M.; Legendre, P., Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs* **1997**, 67 (3), 345-366.
- Fatem, S. M.; Djitmau, D. A.; Ungirwalu, A.; Wanma, A. O.; Simbiak, V. I.; Benu, N. M. H.; Tambing, J.; Murdjoko, A., Species diversity, composition, and heterospecific associations of trees in three altitudinal gradients in Bird's Head Peninsula, Papua, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* **2020**, 21 (8).
- Flynn, D. F.; Gogol-Prokurat, M.; Nogeire, T.; Molinari, N.; Richers, B. T.; Lin, B. B.; Simpson, N.; Mayfield, M. M.; DeClerck, F., Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology letters* **2009**, 12 (1), 22-33.
- Gebrewahid, Y.; Abrehe, S., Biodiversity conservation through indigenous agricultural practices: Woody species composition, density and diversity along an altitudinal gradient of Northern Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture* **2019**, 5 (1), 1700744.
- Ghahraman, A., Colorful Flora of Iran. The Research Institute of Forest and Pastures, Tehran, 1979-1998. (In Persian)
- Gong, H.; Yu, T.; Zhang, X.; Zhang, P.; Han, J.; Gao, J., Effects of boundary constraints and climatic factors on plant diversity along an altitudinal gradient. *Global Ecology and Conservation* **2019**, 19, e00671.
- Gopal, B.; Bhardwaj, N., *Elements of ecology*. Stosius Incorporated/Advent Books Division: 1979.
- Habashi, H.; Hosseini, S.M., Mohammadi, J., Rahmani, R., Stand structure and spatial pattern of trees in mixed Hyrcanian Beech forests of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2007**, 15 (1), 55-64. (In Persian)
- Hill, M. O., Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* **1973**, 54 (2), 427-432.
- Irl, S. D.; Harter, D. E.; Steinbauer, M. J.; Gallego Puyol, D.; Fernández-Palacios, J. M.; Jentsch, A.; Beierkuhnlein, C., Climate vs. topography-spatial patterns of plant species diversity and endemism on a high-elevation island. *Journal of Ecology* **2015**, 103 (6), 1621-1633.
- Kaufmann, S.; Hauck, M.; Leuschner, C., Comparing the plant diversity of paired beech primeval and production forests: Management reduces cryptogam, but not vascular plant species richness. *Forest Ecology and Management* **2017**, 400, 58-67.
- Laliberte, E.; Wells, J. A.; DeClerck, F.; Metcalfe, D. J.; Catterall, C. P.; Queiroz, C.; Aubin, I.; Bonser, S. P.; Ding, Y.; Fraterrigo, J. M., Land-use intensification reduces functional redundancy and response diversity

- in plant communities. *Ecology letters* **2010**, *13* (1), 76-86.
- Magurran, A. E., *Ecological diversity and its measurement*. Princeton university press: 1988.
- Mattaji, A.; Babaikafaki, S., Investigation on plant associations and physiographical situation to draw plant associations profile in north of Iran (Case study: Kheiroudkenar forest - Noshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2006**, *14* (3), 258-268. (In Persian)
- McCune, B.; Mefford, M.J., 1999. PC-ORD, Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4, MjM Software Design. Glenden Beach, Oregon, USA.
- McNab, W. H.; Browning, S. A.; Simon, S. A.; Fouts, P. E., An unconventional approach to ecosystem unit classification in western North Carolina, USA. *Forest Ecology and Management* **1999**, *114* (2-3), 405-420.
- Mirbadin, A.; Siahpour baladeh, Z., Amanzadeh, B., Hemmatti, A., Khanjani Shirazi, B., Determination of diameter growth of beech in north of Iran (Guilan province). *Iranian Forest and Poplar Research* **2001**, *7*, 101-129. (In Persian)
- Mozaffarian, V., A Dictionary of Iranian Plant Names. Farhang Moaser, Tehran, 1996; p 198. (In Persian)
- Mueller Dombois, D.; Ellenberg, H., *Aims and methods of vegetation ecology*. 1974.
- Nogué, S.; Rull, V.; Vegas-Vilarrúbia, T., Elevational gradients in the neotropical table mountains: patterns of endemism and implications for conservation. *Diversity and Distributions* **2013**, *19* (7), 676-687.
- Pakeman, R. J.; Marriott, C. A., A functional assessment of the response of grassland vegetation to reduced grazing and abandonment. *Journal of Vegetation Science* **2010**, *21* (4), 683-694.
- Parker, K. C., Topography, substrate, and vegetation patterns in the northern Sonoran Desert. *Journal of Biogeography* **1991**, 151-163.
- Peet, R. K., The measurement of species diversity. *Annual review of ecology and systematics* **1974**, *5* (1), 285-307.
- Rechinger, K.H., Flora Iranica, Vol. 1-173. Akademische Druck und Verlagsanstalt press, Garz. 1963-1998.
- Sagheb-Talebi, K.; Pourhashemi, M.; Sajedi, T., *Forests of Iran: A Treasure from the Past, a Hope for the Future*. Springer: 2014.
- Shabanirad, B.; Pilehvar, B.; Jafari Sarabi, H.; Veiskaramii, G., Floristic composition and plant communities along an altitude gradient in *Quercus brantii* forests. *Journal of Forest Research and Development* **2020**, *6* (1), 57-74.
- Sharma, N.; Behera, M. D.; Das, A. P.; Panda, R. M., Plant richness pattern in an elevation gradient in the Eastern Himalaya. *Biodiversity and Conservation* **2019**, *28* (8), 2085-2104.
- Singh, D.; Sharma, A.; Sharma, N., Composition, richness and floristic diversity along an elevational gradient in a semi-disturbed treeline ecotone, Bhabarwah, Jammu and Kashmir. *Journal of Applied and Natural Science* **2019**, *11* (1), 23-34.
- Zahedi Amiri, GH.; Mohammadi Limaee, S., The Relationship between Plant Ecological Groups in Grassland with Habitat Factors (Case Study: Neka middle elevation Forests), *Iranian Journal of Natural Resources* **2002**, *55* (3), 353-341. (In Persian)
- Zamani, S. M.; Zolfaghari, R.; Alvaninejad, S., Evaluation of biodiversity, life form and chorology in ecological groups of Dena conserved area forests. *Journal of Forest Research and Development* **2019**, *4* (4), 435-447.
- Zhang, P.; Shao, M. a.; Zhang, X., Spatial pattern of plant species diversity and the influencing factors in a Gobi Desert within the Heihe River Basin, Northwest China. *Journal of Arid Land* **2017**, *9* (3), 379-393.

## Effect of altitudinal gradient on biodiversity indices of plant ecological groups in Hyrcanian forests, Tiremrood basin

A. Atae<sup>1</sup>, F. Kazemnezhad<sup>\*2</sup>, M. Eshagh Nimvari<sup>3</sup> and A. Sheykholeslami<sup>4</sup>

1- PhD student of Forestry, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, I. R. Iran. (esataie@gmail.com)

2- Assistant Professor, Department of Forestry, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, I. R. Iran. (Farid.avijdan52@gmail.com)

3- Assistant Professor, Department of Forestry, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, I. R. Iran. (M\_navand@yahoo.com)

4- Assistant Professor, Department of Forestry, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, I. R. Iran. (islamiali@gmail.com)

Received: 02.08.2020      Accepted: 29.10.2020

### Abstract

Elevation gradient affects biodiversity indices. Data were collected by transect method with at least one sample plot (400 square meters) on 50-meter contour lines (44 plots in total) in Tiremrood basin (32 watershed) of Tonekabon city. Frequency of wood species, by species in each sample plot and percentage of cover - the frequency of herbaceous species (five small sample plots of two square meters in the quadrangle and center) were recorded according to the Braun-Blanquet method. Plant communities of the region were introduced by analyzing bilateral index species and comparing biodiversity indices in plant groups with one-way analysis of variance. According to the results, ecological groups in this region are located at an average altitude of 2070, 1236, 924 and 375 meters above sea level and an average slope of 43, 50, 40 and 59 percent (without significant differences). The groups differ significantly in terms of plant biodiversity indicators (species diversity, uniformity and species richness). Shannon-Wiener and Simpson-Pilo species diversity indices in the first, fourth, and second and third ecological groups are maximum, minimum and average, respectively. Pilo uniformity index in the first and third groups and the second and fourth groups are maximum, minimum and average, respectively. The first, third, second and fourth groups were classified according to species richness index, respectively. Based on the overall results, biodiversity indicators show different trends with altitude changes.

**Keywords:** Floristic differences, Ecologic, Plant biodiversity, Gradient.

---

\* Corresponding author

Tel: +989111949675