

## تأثیر عوامل فیزیوگرافی بر تنوع زیستی و زی توده درختی در جنگل های نوشهر

سید نورالدین موسوی<sup>۱</sup>، مجید اسحق نیموری<sup>۲\*</sup> و فرید کاظم نژاد<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری جنگلداری، گروه جنگلداری، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران. (nouredinmousavi55@gmail.com)

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

۳- استادیار، گروه جنگلداری، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران. (farid@iaue.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۵

### چکیده

در این پژوهش اثر عوامل فیزیوگرافیک بر تنوع زیستی و زی توده درختی در جنگل های سری چهار از حوضه ۴۵ گلبن نوشهر با برداشت ۴۸ قطعه نمونه مربعی شکل چهار آری در فواصل ۲۰۰ متری روی شش خط نمونه (۱۶۰۰-۱۰۰۰ متری) شمالی-جنوبی انجام شد. در هر قطعه نمونه گونه، تعداد و درصد پوشش درختان و درختچه ها، عوامل فیزیوگرافی شیب (سه طبقه)، جهت (سه طبقه) و ارتفاع از سطح دریا (هشت طبقه) برداشت شد. پوشش علفی با انتخاب پنج قطعه نمونه ۲۵ مترمربعی، چهار زیر قطعه نمونه در گوشه ها و یکی در مرکز نمونه بررسی شد. بررسی تنوع با شاخص های تنوع سیمپسون، غنای مارگالف و یکنواختی شلدون و برآورد زی توده به روش آلومتریک انجام شد. نتایج نشان داد که اختلاف بین همه شاخص های تنوع زیستی و مقدار زی توده در شرایط فیزیوگرافی مختلف معنی دار بود. با افزایش شیب، میانگین شاخص های تنوع زیستی افزایش یافت. بیشترین مقدار شاخص های تنوع سیمپسون در جهت شمال مشاهده شد (۰/۷۸). با افزایش ارتفاع (۱۶۰۰-۲۰۰ متر) از سطح دریا، میانگین شاخص ها کاهش یافت. همچنین، بیشترین مقدار زی توده مربوط به طبقه شیب ۳۰-۶۰ درصد، جهت شرقی (۲۲۰ تن در هکتار) و طبقه ارتفاعی ۱۴۰۰ متر (۲۶۸ تن در هکتار) بود. براساس نتایج کلی این پژوهش، جهت شمال به دلیل بالاتر بودن رطوبت بیشترین اثر را بر تنوع گیاهی دارد و بیشترین زی توده روی زمین نیز در دامنه ارتفاعی حضور راشستان و در شیب متوسط قابل مشاهده است.

واژه های کلیدی: ارتفاع، سیمپسون، مارگالف، مازندران، معادلات آلومتریک.

## مقدمه

(Azizi et al., 2017). برآورد زی توده برای ارزیابی ساختار و وضعیت جنگل (Messinger et al., 2016)، برآورد تولید و جریان زی توده و نیز بررسی حاصل-خیزی رویشگاه اهمیت دارد (Sitters et al., 2017). از آنجا که زی توده اندام‌های هوایی از مشخصه‌های کلیدی در درختان به‌شمار می‌رود، استفاده از روش‌های غیرمخرب برای برآورد دقیق آن‌ها بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد.

همسو با اهداف این پژوهش پژوهش‌های متنوعی در جهان انجام شده است. (Nüchel et al., 2019) با بررسی اثر عوامل فیزیوگرافیک بر خصوصیات کمی و کیفی پوشش گیاهی در شمال کشور چین دریافته‌اند که ارتفاع و شیب یکی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر نوع و زی توده جنگل‌های منطقه بوده است. همچنین Klippel et al. (2017) عامل ارتفاع را در تعیین تراکم درختان مؤثر دانسته و عنوان کردند در ارتفاعات بالا شرایط برای استقرار بیشتر گونه‌های گیاهی محدود می‌شود. هرچند در ایران پژوهش‌های مرتبط در این زمینه سابقه طولانی ندارد اما تاکنون بررسی‌های ارزشمندی در راستای این پژوهش انجام شده است. (Abrari Vajari et al., 2019) تأثیر برخی عوامل فیزیوگرافی و مولفه‌های درختان گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii* var. *persica*) بر زی توده این گونه را مورد بررسی قرار دادند و عامل شیب را بر این متغیر بی‌اثر و ارتفاع را اثرگذار دانستند.

هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر عوامل فیزیوگرافی بر تنوع زیستی و زی توده درختی در جنگل‌های نوشهر است. با توجه به اهمیت انکارناپذیر جنگل‌های هیرکانی به‌عنوان میراث طبیعی یونسکو (Unesco, 2021) و نیز نقش تنوع زیستی در پایداری بوم سازگان‌های جنگلی، بررسی شاخص‌های مرتبط، منجر به حفاظت و مدیریت بهتر این میراث ارزشمند

مولفه‌های فیزیوگرافی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر استقرار، زادآوری و افزایش تنوع جوامع گیاهی است (Germino et al., 2018). برای مثال، ارتفاع از سطح دریا با اثرگذاری بر دمای محیط، شرایط را برای استقرار برخی گونه‌های مقاوم به سرما در ارتفاعات و حذف دیگر گونه‌ها در ارتفاعات بالا فراهم می‌کند (Klippel et al., 2017; Wei et al., 2021). تغییر ارتفاع با تنوع رویش گیاهی در شیب‌های مختلف از نظر زاویه و جهت عواملی هستند که موزاییک جوامع را در اکوسیستم ایجاد می‌کنند (Wang et al., 2018). علاوه بر ارتفاع، عامل شیب و جهت نیز از عوامل مؤثر بر روی خاک هستند که تأثیر به‌سزایی بر حضور یا عدم حضور گونه‌ها و اندازه پوشش آن‌ها داشته و شاخص‌های مهمی در تعیین مقدار فرسایش و رطوبت خاک به‌شمار می‌روند (Nüchel et al., 2019). مجموعه این عوامل موجب می‌شود که یک جامعه جنگلی در برخی شرایط فیزیوگرافیک از تنوع بیشتری نسبت به دیگر جوامع برخوردار باشد (Wei et al., 2021). آنچه امروزه سبب اهمیت روزافزون تنوع زیستی شده، نقش آن در حفظ ثبات بوم‌سازگان‌ها است؛ چرا که با افزایش تنوع به‌طور معنی‌داری بر پایداری بوم‌سازگان‌ها به‌ویژه بوم‌سازگان پیچیده جنگل افزوده می‌شود (Mohammadzadeh et al., 2015; Geng et al., 2019).

از دیگر شاخص‌های مهم اکولوژیک که ضعف اطلاعات مربوط به آن قابل مشاهده است، آگاهی از توان تولید زی توده بوم‌سازگان‌های جنگلی و گونه‌های آن است. در بوم‌سازگان‌های جنگلی، اهمیت پژوهش درباره زی توده از آنجا ناشی می‌شود که میزان آن بیانگر توان تولید در واحد سطح و یا زمان است

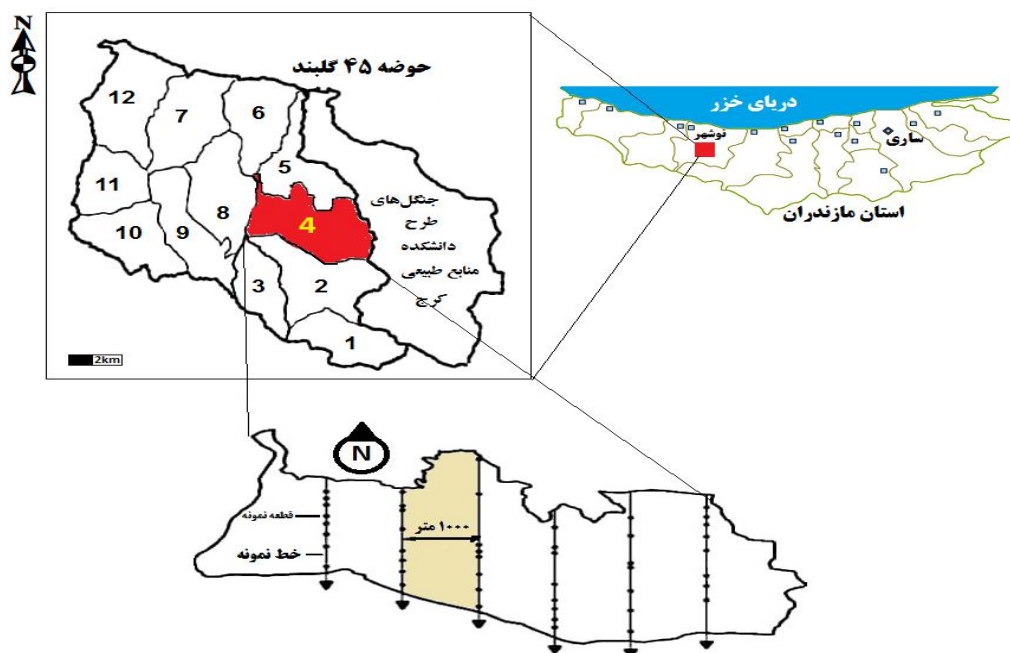
محدوده طول جغرافیایی  $36^{\circ} 15'$  تا  $51^{\circ} 30' 46''$  و عرض جغرافیایی  $33^{\circ} 50'$  تا  $36^{\circ} 31' 30''$  واقع شده است (شکل ۱). سنگ مادری در بیشتر سطح سری از سنگ های آهکی، آهک مارنی، مارن، شیل و در نقاط بلند از سنگ های آهکی سخت تشکیل شده است. بافت خاک اغلب کمی سنگین تا سنگین و میزان درصد رس زیاد است. میانگین بارندگی سالانه منطقه  $1138/1$  میلی متر و میانگین درجه حرارت سالانه آن  $13/9$  سانتی گراد است. اقلیم منطقه براساس روش آمبرژه از نوع خیلی مرطوب تعیین شد (Golband forestry plan booklet, 2006).

ناحیه رویشی هیرکانی خواهد شد. همچنین، با توجه به اینکه زی توده از مهم ترین شاخص های ارزش گذاری اقتصادی و زیست محیطی جنگل به شمار می رود، اثرپذیری شاخص های تنوع و زی توده از مولفه های فیزیوگرافی از نگاه این پژوهش دارای اهمیت است.

## مواد و روش ها

### منطقه مورد پژوهش

این پژوهش در سری چهار دارنولرده در ناحیه شمال شرقی حوزه آبخیز شماره ۴۵ گلبند در ارتفاع  $350$  تا  $1950$  متری از سطح دریا به انجام رسید. این سری در



شکل ۱- موقعیت مکانی منطقه مورد پژوهش، نحوه استقرار خط نمونه ها و قطعات نمونه روی آن بر روی نقشه

Figure 1. Location of study area, line samples design and location of sample plots on it

راستای شمالی - جنوبی انتخاب و روی خطوط نمونه در فواصل  $200$  متری در مجموع  $48$  قطعه نمونه مربعی شکل با اضلاع  $20 \times 20$  متر و سطح  $400$  متر مربع اجرا شد. طول خطوط نمونه روی شیب از  $1000$  تا  $1600$  متر متغیر بود (Mataji and Zahedi Amiri, 2007) (شکل ۱). سپس در هر قطعه نمونه نام گونه،

### روش پژوهش

در این پژوهش ابتدا محدوده مناطق بر روی نقشه های  $1/25000$  مشخص شد. سپس برای نمونه برداری در گرادبان ارتفاعی، از روش خط نمونه با فواصل  $1000$  متری استفاده شد (Alijanpour et al., 2009; Hoseini, 2016). به این منظور شش خط نمونه در

( $3.09+1.32\ln DBH$ ) که در آن AGB زی توده کل روی زمینی و DBH قطر برابر سینه درختان است، که توسط Shahrokhzadeh et al. (2015) گزارش شده است. با توجه به تعدد گونه‌های درختی و نبود معادلات آلومتریک برای تمام این گونه‌ها برای گونه‌هایی که معادلات موثقی برای آن‌ها گزارش نشده است از معادله عمومی زی توده ( $AGB=0.3DBH^{2.33}$ ) که در برآورد زی توده گونه‌های درختی پهن برگ شمال کشور نتایج دقیقی ارائه داده است، استفاده شد (Kargar and Sohrabi, 2019).

#### تجزیه و تحلیل‌های آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا آزمون نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون انجام شد. با توجه به نرمال بودن داده‌ها برای مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی و همچنین مقایسه مقدار زی توده در شرایط فیزیوگرافی مختلف از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها در قالب نرم افزار-SPSS 22 و ترسیم شکل‌ها با نرم افزار Excel-2010 انجام شد. بررسی شاخص‌های تنوع زیستی با دو نرم افزار Past و Ecological Methodology انجام شد.

قطر برابر سینه و ارتفاع تمام درختان در فرم‌های مربوطه ثبت شد (Hoseini, 2016). همچنین، مشخصات فیزیوگرافی هر قطعه نمونه شامل شیب ( $0-30$ ،  $30-60$ ،  $60-90$ )، جهت (شمال، شرق و غرب) و ارتفاع ( $200$ ،  $400$ ،  $600$ ،  $800$ ،  $1000$ ،  $1200$ ،  $1400$  و  $1600$  متر از سطح دریا) به ترتیب با استفاده از دستگاه‌های شیب‌سنج، قطب‌نما و GPS ثبت شد. سپس در هر قطعه نمونه پنج قطعه نمونه  $25$  مترمربعی (چهار ریزقطعه نمونه در گوشه‌ها و یکی در مرکز) برای بررسی پوشش علفی (نوع گونه علفی و درصد پوشش آن با توجه به معیار براون بلانکه) مستقر شد (جدول ۱). برای بررسی تنوع گونه‌های گیاهی، از شاخص‌های تنوع سیمپسون، غنای مارگالف و یکنواختی شلدون استفاده شد (Mohammadzadeh et al., 2015). بررسی تنوع گونه‌های درختی و پوشش علفی به صورت ادغام شده و یکپارچه انجام شد (تنوع کل).

#### برآورد زی توده گونه‌های درختی

در این پژوهش، برآورد زی توده رویه زمینی گونه‌های درختی با استفاده از معادلات آلومتریک انجام شد. در برخی از منابع این معادلات برای گونه‌های مهم منطقه مورد پژوهش قابل دستیابی است. مانند معادله آلومتریک گونه راش ( $AGB=0.353DBH^{2.191}$ )، ممرز ( $AGB=4.046DBH^{1.559}$ ) و توسکا

جدول ۱- سیاهه گونه های علفی و درختی به تفکیک نوع، جهت، شیب و ارتفاع

Table 1. List of herbaceous, shrubs and tree species by type, slope, direction and height

ارتفاع Elevation			شیب Slope			جهت Aspect			نوع Type			گونه Species	ردیف (Row)					
1600	1400	1200	1000	800	600	400	200	<60	30-60	0-30	شرق (E)	غرب (W)	شمال (N)	درختی trees	درختچه ای Bushes	علفی herbs		
						*	*			*		*	*			*	ارزن باتلاقی <i>Paspalum dilatatum</i> Poir	1
			*	*	*	*	*		*	*		*	*			*	ارزن جنگلی <i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard) P. Beauv.	2
						*	*			*		*	*			*	ازملک <i>Smilax excelsa</i> L	3
*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*			افرا پلت <i>Acer velutinum</i>	4
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			افرا شیردار <i>Acer cappadocicum</i>	5
						*	*	*	*	*	*	*	*	*			انجیر <i>Ficus carica</i> L.	6
			*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*			انجیلی <i>Parrotia persica</i> Dc.	7
*	*	*	*					*	*	*	*			*			بارانک <i>Sorbus torminalis</i>	8
			*	*	*	*	*			*		*	*			*	بارهنگ <i>Plantago major</i> L.	9
*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*			*	بنفشه سفید <i>Viola alba</i> Bess.	10
*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*			*	پهلم <i>Sambacus ebulus</i> L.	11
*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*			*	پیچک صحرايي <i>Convolvulus arvensis</i> L.	12
						*	*	*		*		*	*			*	پیر بهار تلخ <i>Erigeron acre</i> L.	13
*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*			*	تاج ریزی پیچ	14

* * * * *	<i>Solanum nigrum</i> L.	
* * * * *	ترشک شبدری	15
* * * * *	<i>Oxalis corniculata</i>	
* * * * *	تمشک ایرانی	16
* * * * *	<i>Rubus persicus</i> Boiss	
* * * * *	توسکا قشلاقی	17
* * * * *	<i>Alnus glutinosa</i>	
* * * * *	توسکا بیلاقی	18
* * * * *	<i>Alnus subcordata</i> L.	
* * * * *	جگن	19
* * * * *	<i>Carex pendula</i> L.	
* * * * *	چمن جاروی جنگلی	20
* * * * *	<i>Brachypodium pinnatum</i> L.	
* * * * *	خرمندی	21
* * * * *	<i>Diospyrus lotus</i> L.	
* * * * *	دو دندان	22
* * * * *	<i>Bidens tripartite</i> L.	
* * * * *	راش شرقی	23
* * * * *	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	
* * * * *	زالزالک	24
* * * * *	<i>Crataegus melanocarpa</i> M.B	
* * * * *	زلف شیطان	25
* * * * *	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Beauv	
* * * * *	زلنگ	26
* * * * *	<i>Froriepia subpinnata</i> (Ledeb.) Baill	
* * * * *	سازوی خاردار	27
* * * * *	<i>Juncus acutus</i> L.	
* * * * *	شب خسب	28
* * * * *	<i>Albizia julibrisisin</i>	
* * * * *	علف باغی	29
* * * * *	<i>Dactylis glomerata</i> L.	
* * * * *	علف راعی	30
* * * * *	<i>Hypericum perforatum</i> L.	
* * * * *	علف مبارک کوهستانی	31
* * * * *	<i>Geum kokanicum</i> Regel & Schmalh	

تأثیر عوامل فیزیوگرافی بر تنوع زیستی و زی توده درختی در جنگل های نوشهر

*	*	*						*	*	*		*	غانف <i>Agrimonia eupatoria</i> L.	32
*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	کوله خاس <i>Ruscus hyrcanus</i> L.	33
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	گردو <i>Juglans regia</i>	34
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	گزنه <i>Urtica dioica</i> L.	35
				*	*	*	*	*	*	*	*	*	لرگ <i>Pterocarya fraxinifolia</i> lam.	36
				*	*	*	*	*	*	*	*	*	لیلکی <i>Gledetschia caspica</i>	37
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	ماشک زعفرانی <i>Vicia crocea</i> D.	38
*	*	*						*	*		*	*	مامیران <i>Chelidonium majus</i> L.	39
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	مرغ <i>Cynodon dactylon</i> L.) pers	40
*	*	*	*	*					*	*		*	مرهمی <i>Sanicula europea</i> L	41
*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	ملیح <i>Ulmus glabra</i>	42
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ممرز <i>Carpinus betulus</i> L.	43
				*	*	*		*	*	*		*	فرفیون <i>Euphorbia</i> sp	44

## نتایج

نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های بررسی شده

نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین طبقه شیب ۰-۳۰ درصد با طبقه بیش از ۶۰ درصد وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش شیب، میانگین شاخص‌های تنوع زیستی بررسی شده افزایش یافت (جدول ۲).

بررسی شاخص‌های تنوع سیمپسون، غنای مارگالف و یکنواختی شلدون در طبقات مختلف شیب نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین شاخص‌های مذکور در طبقات شیب وجود دارد.

جدول ۲- میانگین شاخص‌های تنوع زیستی در طبقات شیب

Table 2. Average biodiversity indices in slope classes

طبقات شیب (درصد)			شاخص‌ها Indices
Slope (%)			
60>0	30-60	0-30	
0.88 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.83 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.78 ± 0.03 <sup>b*</sup>	تنوع سیمپسون Simpson diversity
3.76 ± 0.16 <sup>a</sup>	3.12 ± 0.1 <sup>b</sup>	3.04 ± 0.15 <sup>b</sup>	غنای مارگالف Margalef richness
0.65 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.56 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.52 ± 0.02 <sup>b</sup>	یکنواختی شلدون Sheldon evenness

\* در تمام متن (شکل‌ها و نمودارها) حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها است

\* Throughout the text (figures and diagrams) different letters indicate the significance of the mean differences

اختلاف بین میانگین همه شاخص‌ها در جهت شمال با دو جهت شرق و غرب معنی‌دار است. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین مقدار شاخص‌ها در جهت شمال مشاهده می‌شود (جدول ۳).

نتیجه بررسی شاخص‌های تنوع زیستی مد نظر، نشان داد که اختلاف بین شاخص‌های تنوع سیمپسون و غنای مارگالف در جهت‌های مختلف جغرافیایی معنی‌دار است.

نتایج آزمون مقایسه میانگین شاخص‌های بررسی شده در جهت‌های مختلف جغرافیایی نیز نشان داد که

جدول ۳- میانگین شاخص‌های تنوع زیستی در جهت‌های جغرافیایی

Table 3. Average indicators of biodiversity in geographical aspects

جهت‌های جغرافیایی			شاخص‌ها Indices
Geographical aspects			
غرب West	شرق East	شمال North	
0.02±0.80 <sup>b</sup>	0.03±0.80 <sup>b</sup>	0.01±80.7 <sup>a</sup>	تنوع سیمپسون Simpson diversity
0.22±3.24 <sup>b</sup>	0.13±3.01 <sup>b</sup>	0.12±3.50 <sup>a</sup>	غنای مارگالف Margalef richness
0.03±0.52 <sup>b</sup>	0.02±0.54 <sup>b</sup>	0.02±0.63 <sup>a</sup>	یکنواختی شلدون Sheldon evenness



نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های تنوع زیستی بررسی شده بین طبقات ارتفاعی مختلف وجود دارد. مقایسه میانگین شاخص‌ها نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین شاخص‌های بررسی شده در طبقات ارتفاعی پایین با طبقات ارتفاعی بالا وجود دارد و با افزایش ارتفاع از سطح دریا، میانگین شاخص‌ها روند کاهشی داشت (جدول ۴).

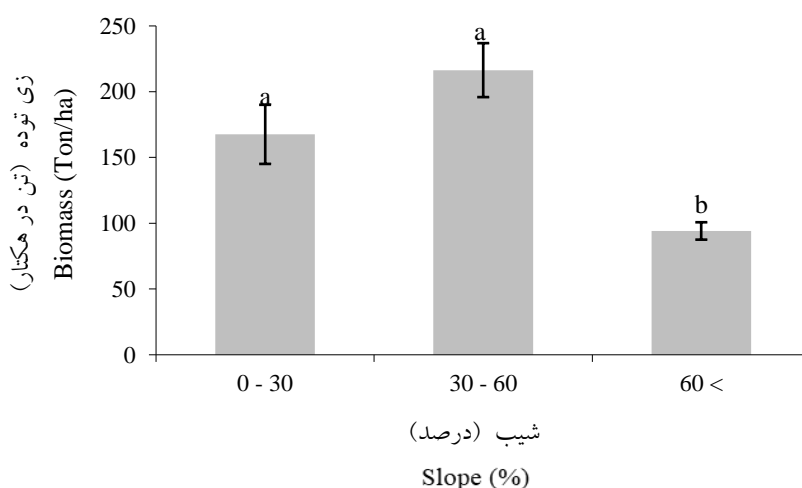
جدول ۴- میانگین شاخص‌های تنوع زیستی در طبقات ارتفاعی

Table 4. Average biodiversity indices in Elevation classes

شاخص‌ها			طبقات ارتفاعی (متر) Elevation classes
Indices			
یکنواختی شلدون Sheldon evenness	غنا مارگالف Margalef richness	تنوع سیمپسون Simpson diversity	
0.72±0.01 <sup>a</sup>	4.16±0.15 <sup>a</sup>	0.91±0.01 <sup>a</sup>	200
0.64±0.04 <sup>ab</sup>	3.35±0.16 <sup>b</sup>	0.88±0.01 <sup>a</sup>	400
0.60±0.02 <sup>b</sup>	3.30±0.13 <sup>b</sup>	0.87±0.01 <sup>a</sup>	600
0.57±0.03 <sup>b</sup>	3.39±0.19 <sup>b</sup>	0.85±0.02 <sup>ab</sup>	800
0.58±0.03 <sup>b</sup>	3.27±0.10 <sup>b</sup>	0.85±0.01 <sup>ab</sup>	100
0.51±0.02 <sup>bc</sup>	3.59±0.12 <sup>b</sup>	0.82±0.01 <sup>ab</sup>	1200
0.51±0.03 <sup>bc</sup>	2.37±0.23 <sup>c</sup>	0.74±0.07 <sup>bc</sup>	1400
0.41±0.03 <sup>c</sup>	2.58±0.11 <sup>c</sup>	0.70±0.04 <sup>c</sup>	1600

مقایسه میانگین مقدار زی توده در طبقات مختلف شیب نشان داد که اختلاف بین دو طبقه ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ درصد با طبقه بیش از ۶۰ درصد معنی‌دار است. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین مقدار زی توده مربوط به طبقه ۳۰-۶۰ درصد است (شکل ۲).

آزمون تجزیه واریانس مقدار زی توده بین طبقات شیب، جهت‌های جغرافیایی و طبقات ارتفاعی مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌داری در طبقه‌های مختلف عوامل فیزیوگرافی وجود دارد.

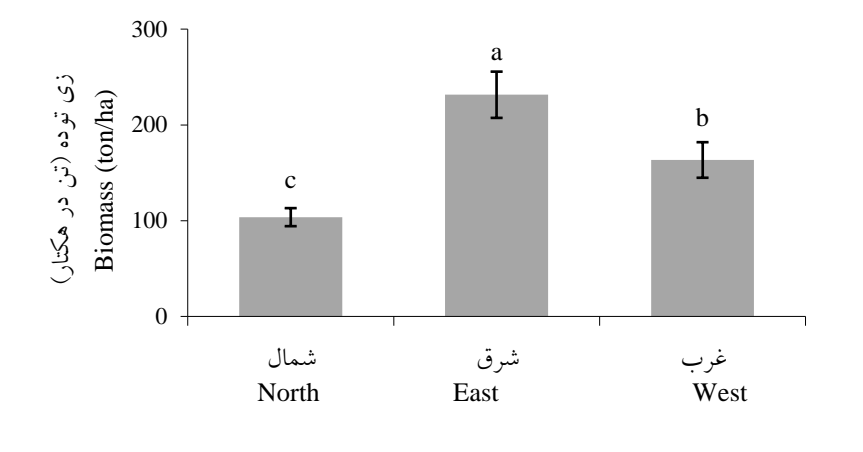


شکل ۲- مقایسه میانگین زی توده به تفکیک طبقات شیب

Figure 2. Comparison of mean of biomass in different slopes

همچنین نتایج نشان داد که بیشترین مقدار زی توده مربوط به جهت شرق و کمترین مقدار آن مربوط به جهت شمال است (شکل ۳).

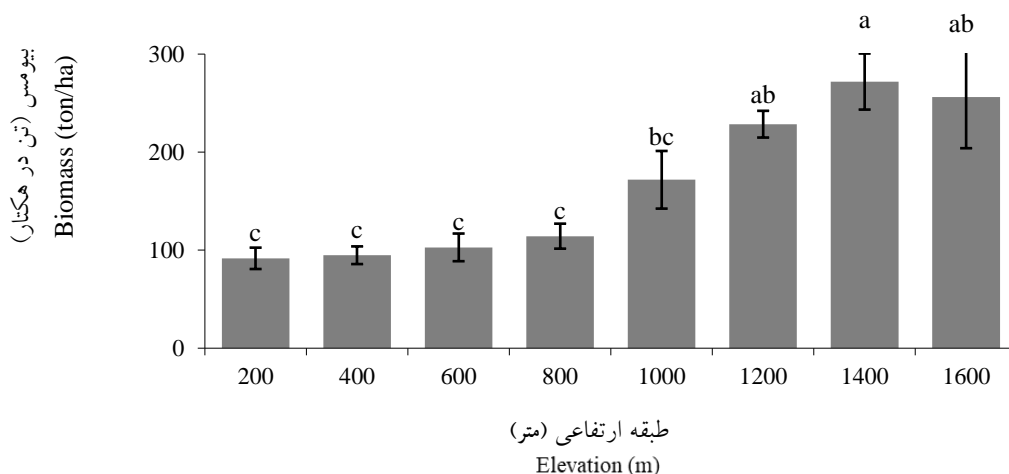
مقایسه میانگین مقدار زی توده در جهت‌های جغرافیایی مختلف نیز نشان داد که اختلاف بین دو جهت شرق و غرب با جهت شمال معنی دار است.



شکل ۳- مقایسه میانگین زی توده به تفکیک جهت‌های جغرافیایی  
Figure 3. Comparison of mean of biomass in different aspects

بالا معنی دار است و با افزایش ارتفاع از سطح دریا، مقدار زی توده روند افزایشی نشان می‌دهد (شکل ۴).

همچنین مقایسه میانگین زی توده به تفکیک طبقات ارتفاعی نشان داد که اختلاف بین مقدار زی توده در طبقات ارتفاعی پایین با طبقات ارتفاعی



شکل ۴- مقایسه میانگین زی توده به تفکیک طبقات ارتفاعی  
Figure 4. Comparison of mean of biomass in different elevation classes

## بحث

جنگل‌های بلوط ایرانی در ارتباط با گرادیان ارتفاعی نشان داد که تحت تأثیر عوامل محیطی ارتفاع از سطح دریا، شیب و درصد تاج پوشش درخت، همراه با متغیرهای خاکی سه جامعه گیاهی متفاوت در طول گرادیان ارتفاعی تشکیل می‌شود (Shabanirad et al., 2020).

پژوهش درباره تأثیر جهت و شیب دامنه بر ترکیب جوامع گیاهی در جنوب یوکان (کانادا) نشان داد که اثر این دو عامل در ایجاد تفاوت بین جوامع گیاهی در مقایسه با ارتفاع کاملاً مشهود است و این اختلاف در شیب‌های رو به جنوب تحت تأثیر گرمای بالای خاک و عمق لایه‌های فعال و در شیب‌های رو به شمال تحت تأثیر زاویه شیب و رطوبت خاک کنترل می‌شود. غنای گونه‌ای در شیب‌های شمالی و جنوبی با افزایش ارتفاع به ترتیب افزایش و کاهش نشان می‌دهد (Dearborn and Danby, 2017). وجود شیب با جهت‌های مختلف در منطقه مورد پژوهش می‌تواند دلیلی بر اختلافات موجود در پراکنش گونه‌های گیاهی و در نهایت تفاوت در مقادیر مربوط به شاخص‌های تنوع در جهت‌های مختلف جغرافیایی باشد (Geng et al., 2019).

در این پژوهش میزان زی توده در شیب متوسط، جهت‌های شرقی و شمالی و کلاس ارتفاعی میانی از بالاترین حد برخوردار بود. حضور گسترده راش در طبقه ارتفاعی بیش از ۱۰۰۰ متر همراه با تک پایه‌های پراکنده شیردار قابل تصور بود. بنا بر این، حضور پایه‌های قطور با ارتفاع زیاد از دو گونه، منجر به افزایش زی توده شده است. همچنین، پژوهش‌های انجام شده در جنگل‌های شمال نشان می‌دهد بهترین مکان حضور راش در ارتفاعات بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا است. با توجه به اینکه راش نیاز رطوبتی خود را از طریق مه برطرف می‌کند و از طرفی

بررسی پوشش گیاهی تحت تأثیر شرایط فیزیوگرافی متفاوت، برای دستیابی به اطلاعاتی در رابطه با مسائل اکولوژیک و استفاده از آن‌ها در مدیریت و حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی مسئله‌ای مهم و ضروری است. تنوع یکی از مباحث عمده در پژوهش‌های بوم‌شناسی و مورد استفاده در مدیریت منابع طبیعی و نیز معیاری مهم برای سلامت سیستم‌های اکولوژیکی و یکی از موضوعات کلیدی در سیاست‌گذاری‌های محیط‌زیستی است (Ghanbari and Sheidai Karkaj, 2018).

بر اساس نتایج این پژوهش، تنوع گونه‌ای با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش می‌یابد. در پژوهش Sinha et al. (2018) علت این موضوع به نوع و شرایط اقلیم در ارتفاعات پایین‌تر نسبت داده شد، که به خوبی تحت تأثیر شاخص‌های دما و بارش قرار دارند. در مورد شاخص غنای گونه‌ای نیز نتایج حاصل مشابه با تنوع گونه‌ای مورد تأیید قرار گرفت. براساس نتایج پژوهش‌های Sinha et al. (2018) و (2021) Ataie et al. (2018) غنای گونه‌ای با ارتفاع همبستگی منفی دارد. (Nourmohammadi and Esmailzadeh (2018) با بررسی تغییرات شاخص‌های تنوع زیستی در یک گرادیان ارتفاعی نشان دادند که عامل ارتفاع از سطح دریا می‌تواند به عنوان به عامل محیطی مهم، نقش تعیین‌کننده‌ای در تغییرات شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی و تفکیک جوامع گیاهی و پراکنش آن‌ها در منطقه ایفا کند. که این موارد با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. همچنین، در بین جهت‌های مختلف مورد بررسی، جهت شمالی از تنوع بالاتری برخوردار است. جهت شیب عامل مؤثری در ایجاد تفاوت در رویشگاه محسوب می‌شود (Li et al., 2020). یافته‌های حاصل از پژوهش درباره ترکیب فلورستیکی و جوامع گیاهی

رطوبت در افزایش این شاخص در جنگل‌های شمال کشور است. نتایج کاربردی این پژوهش در برنامه‌های حفاظت از تنوع زیستی از طریق تمرکز این عملیات به‌ویژه در شیب‌های رو به شمال و شرق در جنگل‌های جلگه‌ای و میان‌بند قابل استفاده است. ضمن اینکه توصیه این پژوهش در برنامه‌های احیاء مناطق تخریب‌یافته نیز بر رعایت تنوع گونه‌ای بر اساس شاخص‌های شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا با انتخاب گونه‌های مناسب و سازگار با شرایط عرصه است. همچنین با استفاده از نتایج این پژوهش، اثر عوامل فیزیوگرافی بر مقدار زی‌توده در جنگل‌های شمال قابل تفسیر است که در تهیه نقشه ترسیب کربن مورد استفاده قرار می‌گیرند.

## References

- Abrari Vajari, K.; Jahanpour, F.; Amolikondori, A., Influences of some physiographical factors and features of Persian oak (*Quercus brantii* var. *persica*) on fine root biomass (Case study: forest of Hashtad-Pahlu, Lorestan). *Forest Research and Development* **2019**, 5 (1), 125-135. (In Persian)
- Alijanpour, A.; Rad, J. E.; Shafiei, A. B., Comparison of woody plants diversity in protected and non-protected areas of Arasbaran forests. *Iranian journal of forest and Poplar research* **2009**, 17 (1), 125-133.
- Ataie, E.; Kazemnezhad, F.; Sheykheslami, A.; Eshagh Nimvari, M., Effects of altitudinal gradient on biodiversity indices of plant ecological groups in Hyrcanian forests (Tiremrood basin). *Forest Research and Development* **2021**, 7 (3), 493-504. (In Persian)
- Azizi, Z.; Hosseini, A.; Iranmanesh, Y., Estimating Biomass of Single Oak Trees Using Terrestrial Photogrammetry. *Journal of Environmental Science and Technology* **2017**, 19 (4), 81-93. (In Persian)
- Dearborn, K. D.; Danby, R. K., Aspect and slope influence plant community composition more than elevation across forest-tundra ecotones in subarctic Canada. *Journal of vegetation science* **2017**, 28 (3), 595-604.
- Geng, S.; Shi, P.; Song, M.; Zong, N.; Zu, J.; Zhu, W., Diversity of vegetation composition enhances ecosystem stability along elevational gradients in the Taihang Mountains, China. *Ecological Indicators* **2019**, 104, 594-603.
- Germino, M. J.; Barnard, D. M.; Davidson, B. E.; Arkle, R. S.; Pilliod, D. S.; Fisk, M. R.; Applestein, C., Thresholds and hotspots for shrub restoration following a heterogeneous megafire. *Landscape Ecology* **2018**, 33 (7), 1177-1194.
- Ghanbari, S.; Sheidai Karkaj, E., Diversity of tree and shrub species in woodlands of Gujeh-bel region of Ahar. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2018**, 26 (1), 118-128.
- Golband forestry plan booklet. Forestry Planning of District 4 (Darnoo and Lardeh) of Golband, Watershed Number 45. Second revision. Mazandaran-Nowshahr Department of Natural Resources and Watershed Management **2006**, p 351. (in Persian).
- Hoseini, A., Effects of altitude on tree species diversity in Hyrcanian oak forests of Ilam province. *Natural Ecosystems of Iran* **2016**, 7 (1), 1-8.
- Kargar, M. and Sohrabi, H., Using canopy Elevation model derived from UAV images

- to tree Elevation estimation in Sisangan forest. *Journal of RS and GIS for Natural Resources* **2019**, *10* (3), 106-119. (In Persian)
- Klippel, L.; Krusic, P. J.; Brandes, R.; Hartl-Meier, C.; Trouet, V.; Meko, M.; Esper, J., High-elevation inter-site differences in Mount Smolikas tree-ring width data. *Dendrochronologia* **2017**, *44*, 164-173.
- Li, M.; Zhang, X.; Niu, B.; He, Y.; Wang, X.; Wu, J., Changes in plant species richness distribution in Tibetan alpine grasslands under different precipitation scenarios. *Global Ecology and Conservation* **2020**, *21*, e00848.
- Mataji A.A.; Zahedi Amiri, Gh.A.D., Relationship between plant ecological groups and stand edaphical conditions (case study, Kheiroudkenar forest – Noshahr). *Iranian Journal of Natural Resources* **2007**, *59* (4), 853-863. (In Persian)
- Messinger, M.; Asner, G. P.; Silman, M., Rapid assessments of Amazon forest structure and biomass using small unmanned aerial systems. *Remote Sensing* **2016**, *8* (8), 615.
- Mohammadzadeh, A.; Basiri, R.; Torahi, A., Evaluation of biodiversity of plant species in Arasbaran zone using noun parametric measures With Respect to Ecological Factor of Altitude. *Cellular and Molecular Researches (Iranian Journal of Biology)* **2015**, *27* (5), 949-963.
- Nourmohammadi, K.; Esmailzadeh, O., Changes of plant biodiversity indices in ecological species groups along an altitudinal gradient. *Journal of Applied Biology (Iran)* **2018**, *31* (1), 303-321.
- Nüchel, J.; Bøcher, P. K.; Svenning, J.-C., Topographic slope steepness and anthropogenic pressure interact to shape the distribution of tree cover in China. *Applied Geography* **2019**, *103*, 40-55.
- Shabanirad, B.; Pilehvar, B.; Jafari Sarabi, H.; Veiskaramii, G., Floristic composition and plant communities along an altitude gradient in *Quercus brantii* forests. *Forest Research and Development* **2020**, *6* (1), 57-74.
- Shahrokhzadeh, Y., Estimation of annual aboveground biomass and carbon Increment of *Fagus orientalis*, *Quercus castaneifolia* and *Carpinus betulus* at tree and stand level using dendrochronology. M.Sc. Thesis, department of forestry **2015**, Tarbiat Modares University, Tehran, p 70. (In Persian)
- Sinha, S.; Badola, H. K.; Chhetri, B.; Gaira, K. S.; Lepcha, J.; Dhyani, P. P., Effect of altitude and climate in shaping the forest compositions of Singalila National Park in Khangchendzonga Landscape, Eastern Himalaya, India. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity* **2018**, *11* (2), 267-275.
- Sitters, J.; Te Beest, M.; Cherif, M.; Giesler, R.; Olofsson, J., Interactive effects between reindeer and habitat fertility drive soil nutrient availabilities in arctic tundra. *Ecosystems* **2017**, *20* (7), 1266-1277.
- Unesco, <https://whc.unesco.org/en/list/1584/>; accessed on 24 July **2021**.
- Wang, Q. W.; Qi, L.; Zhou, W.; Liu, C. G.; Yu, D.; Dai, L., Carbon dynamics in the deciduous broadleaf tree Erman's birch (*Betula ermanii*) at the subalpine treeline on Changbai Mountain, Northeast China. *American Journal of Botany* **2018**, *105* (1), 42-49.
- Wei, C.; Wang, Q.; Ren, M.; Pei, Z.; Lu, J.; Wang, H.; Wang, W., Soil aggregation accounts for the mineral soil organic carbon and nitrogen accrual in broadleaved forests as compared to that of coniferous forests in Northeast China: Cross-sites and multiple species comparisons. *Land Degradation & Development* **2021**, *32* (1), 296-309.

## Effects of physiographical factors on biodiversity and tree biomass in Nowshahr forests

S.N. Mosavi<sup>1</sup>, M. Eshagh Nimvari<sup>\*2</sup> and F. Kazemnezhad<sup>3</sup>

1- PhD student, Department of Forestry, Chalus Branch, Islamic Azad University, Chalus, I. R. Iran. (nouredinmousavi55@gmail.com)

2- Assistant Professor, Department of Forest science and engineering, Chalus Branch, Islamic Azad University, Chalus, I. R. Iran. (m\_navand@yahoo.com)

3- Assistant Prof., Department of Forest science and engineering, Chalus Branch, Islamic Azad University, Chalus, I. R. Iran. (farid@iaue.ac.ir)

Received: 06.03.2022      Accepted: 06.08.2022

### Abstract

The effect of physiographic factors on biodiversity and trees biomass is done in series 4 of Golband (watershed No:45) in Nowshahr by sampling and application of six north-south sample lines (1000-1600 m) and conducting 48 square sample pieces of 4 r on sample lines with 200 m intervals. In each sample plots, number and percentage of tree and shrub cover, physiographic factors of slope (three classes), direction (three classes) and altitude (eight classes) were collected. Grass cover was investigated using five 25-square-meter sample plots (four sub-plots in the corners and one in the center) inside each plot. Then Simpson diversity indices, Margalef richness and Sheldon evenness were used to study diversity and biomass estimation using allometric equations. The results showed that the differences between all biodiversity indices and biomass were significant in different physiographic conditions. By increasing slope, the average of biodiversity indices increased. The highest value of Simpson diversity indices was observed in the north direction (0.78). By increasing altitude (200-1600 m), the average indicators decreased. Also, the highest amount of biomass was related to the slope class of 30-60%, east direction (220 tons per hectare) and altitude class 1400 meters (268 tons per hectare). Based on the general results of this study, due to the higher humidity, the north direction has the greatest effect on plant diversity and the highest surface vegetation can be seen in the altitude range of beech presence and in the middle slope.

**Keywords:** Allometric equations, Elevation above sea level, Simpson, Margalef, Mazandaran.

---

\* Corresponding author

Tel: +989111950671