Research Article

Nova Biologica Reperta 10(1): 62-74 (2023)

Print ISSN: 2423-6330/Online ISSN: 2476-7115

https://nbr.khu.ac.ir; Kharazmi University Press; DOI: 10.29252/nbr.10.1.62

مقاله پژوهشی

یافته‌های نوین در علوم زیستی

جلد ۱۰، شماره ۱، صفحات ۶۲ الی ۷۴ (۱۴۰۲)

انتشارات دانشگاه خوارزمی

بررسی تنوع گیاهی زیراشکوب اجتماعات گیاهی در امتداد گرادیان ارتفاعی در غرب کوه‌های آلاداغ، شمال شرقی ایران

علی‌اصغر ارجمندی[۱]، حمید اجتهادی[۱]، فرشید معماریانی[۲،۳] و منصور مصداقی[۳]

[۱]آزمایشگاه تحقیقاتی اکولوژی آماری و تنوع زیستی گیاهی، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران؛ [۲]گروه گیاه‌شناسی، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران. [۳]گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

مسئول مکاتبات: فرشید معماریانی، memariani@um.ac.ir

چکیده. درک الگوهای پراکندگی و تنوع گونه‌های گیاهی در امتداد شیب‌های محیطی به‌ویژه زمان گسستگی زیستگاه‌ها به دلیل فشار شدید انسان، برای مدیریت اکوسیستم‌ها ضروری است. منطقه درکش که در غرب کوه‌های آلاداغ در استان فلوری خراسان-کپه‌داغ واقع شده است، دربرگیرنده شرقی‌ترین لکه‌های باقی‌مانده از جنگل‌های هیرکانی بوده و دارای سه ریختار پوشش گیاهی اصلی شامل درختچه‌زارها، جنگل‌های بلوط (*Quercus castaneifolia*) و گیاهان نیمه‌آلپی است. هدف از این پژوهش بررسی تغییرات تنوع زیستی گیاهی در زیراشکوب اجتماعات گیاهی فوق در راستای گرادیان ارتفاع است. از ۱۸۷ پلات با ابعاد ۲×۲ مترمربع و در امتداد گرادیان ارتفاعی ۱۳۰۰متری در طبقات ارتفاعی ۱۰۰ متری و به روش طبقه‌بندی‌شده-تصادفی نمونه‌برداری شد و فراوانی و سطح پوشش گونه‌ها تخمین زده شد. ویژگی‌های فلوریستیک و شاخص‌های مختلف تنوع اندازه‌گیری شدند. ۲۵۲ گونه گیاهی متعلق به ۱۶۱ سرده و ۴۴ تیره شناسایی شدند. از این تعداد ۴۱ گونه انحصاری یا نیمه‌انحصاری هستند. همی‌کریپتوفیت‌ها و تروفیت‌ها شکل‌های زیستی غالب در این منطقه هستند. ۴۶/۸ درصد گونه‌های گیاهی به عناصر رویشی ایران-تورانی، ۱۷/۵ درصد به عناصر دوناحیه‌ای، ۱۷/۵ درصد به عناصر سه ناحیه‌ای، ۱۱/۵ درصد به عناصر چندناحیه‌ای، و ۶/۷ درصد به عناصر اروپا-سیبری تعلق دارند. شاخص‌های تنوع هیل و شاخص‌های تنوع بتا در زیراشکوب اجتماعات درختچه‌زار، دارای بالاترین میزان بوده و سپس زیراشکوب جنگل بلوط و زیراشکوب نیمه‌آلپی، در رده‌های بعدی قرار دارند. روند تغییر تنوع در راستای گرادیان ارتفاع به صورت سینوسی است. به منظور حفاظت از تنوع گونه‌ای و جوامع گیاهی ارزشمند به‌ویژه گیاهچه‌های جوان بلوط، توصیه می‌شود که یک دالان حفاظتی در امتداد گرادیان ارتفاعی ایجاد شود. این راهبرد برای حفاظت بهینه از تنوع زیستی در این زیستگاه‌های منحصربه‌فرد ضروری است.

واژه‌های کلیدی. تنوع زیستی، حفاظت، خراسان-کپه‌داغ، درکش، گرادیان ارتفاعی، هیرکانی

Plant diversity in the understory of plant communities along the elevational gradient in western Aladagh Mountains, northeastern Iran

Ali Asghar Arjmandi[1], Hamid Ejtehadi[1], Farshid Memariani[2,3] & Mansour Mesdaghi[3]

[1]Quantitative Plant Ecology and Biodiversity Research Lab., Department of Biology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran; [2]Herbarium FUMH, Department of Botany, Research Center for Plant Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran; [3]Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Correspondent author: Farshid Memariani, *memariani@um.ac.ir*

Abstract. Understanding the different patterns of plant diversity and distribution along the environmental gradients is essential for managing ecosystems, especially in fragmented habitats due to intensive human pressure. The Darkash area is located in the western Aladagh Mountains in Khorassan-Kopet Dagh Floristic Province. The easternmost patches of the Hyrcanian montane forests grow in this area. The three main vegetation types in the area are shrublands/scrub forests, oak forests (*Quercus castaneifolia*), and subalpine vegetation. In this study, we aimed to evaluate the plant

Received 27.11.2022/ Revised 29.12.2022/ Accepted 21.01.2023/ Published 20.06.2023

دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۶/ اصلاح: ۱۴۰۱/۱۰/۰۸/ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۱/ انتشار: ۱۴۰۲/۰۳/۳۰

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1402.10.1.6.9]

diversity in the understory of plant communities along the elevational gradient. We sampled 187 vegetation plots (2m x 2m) along a 1300m elevational gradient (in 100-m classes) using the stratified-random method and estimated the abundance and canopy cover of the species. Floristic characteristics and different diversity indices were measured. In total, 252 plant species belonging to 161 genera and 44 families were identified. Of these, 41 species were found to be endemic or semi-endemic. Hemicryptophytes and therophytes are the dominant life-forms in the study area. The Irano-Turanian elements (46.8%) make the major chorotype in the flora of the area, followed by Bi-regional (17.5%), Tri-regional (17.5%), Pluri-regional (11.5%), and Euro-Siberian (6.7%) elements. The shrubland understory has the highest Hill's and beta diversity indices, followed by the oak forest and the subalpine understory. The biodiversity changes sinusoidally along the elevation. In order to protect plant species, especially young oak seedlings, it is recommended to create a protective corridor along the elevational gradient in this area. This strategy is essential to protect plant diversity in these habitats.

Key words. biodiversity, elevational gradient, Khorassan- Kopet Dagh, Darkesh, conservation, Hyrcanian

مقدمه

استان فلوری خراسان-کپه‌داغ در شمال‌شرقی ایران و بخشی از جنوب ترکمنستان قرار دارد و متعلق به ناحیه رویشی ایرانو-تورانی است. این منطقه غالباً کوهستانی بوده و یک ناحیه گذری بین استان‌های فلوری مختلف از ناحیه ایرانو-تورانی و همچنین جنگل‌های کوهستانی هیرکانی از ناحیه اروپا-سیبری است. آب و هوای خراسان-کپه‌داغ کاملاً قاره‌ای و خشک است. براساس داده‌های موجود، متوسط بارندگی سالانه معمولاً در دشت‌ها و کوهپایه‌ها ۱۷۵تا ۳۰۰ میلی‌متر و در کوهستان‌های مرتفع ۳۰۰ تا ۳۸۰ میلی‌متر است. کمترین میزان بارندگی متعلق به مناطق گذر بین بیابان قره‌قوم در ترکمنستان و کویرهای مرکزی ایران در جنوب و بیشترین بارش در محدوده جنگل‌های کوهستانی بلوط در دره‌های مرطوب غرب آلاداغ در خراسان شمالی است (Memariani et al., 2016a; Memariani, 2020). توپوگرافی پیچیده، زیستگاه‌های متنوع و تاریخچه تکاملی طولانی این منطقه دلایلی بر تشکیل اجتماعات گیاهی متنوع در آن است. فلور خراسان-کپه‌داغ در تعدادی از مناطق حفاظت‌شده و پارک‌های ملی این منطقه مطالعه شده است مانند پارک ملی سالوک (Ezazi et al., 2014)، پارک ملی ساریگل (Rahchamani et al., 2014)، منطقه حفاظت شده قورخود (Memariani et al., 2016c)، پناهگاه حیات وحش حیدری (Atashgahi et al., 2018) و منطقه حفاظت شده زرین‌کوه (Amiri et al., 2022). همچنین تنوع زیستی گیاهی در برخی از رویشگاه‌های متنوع خراسان-کپه‌داغ به خوبی مطالعه شده است مانند جنگل‌های پسته وحشی (Atashgahi et al., 2022; Saberi et al., 2010) و استپ‌های کوهستانی (Behroozian et al., 2022). استان فلوری خراسان-کپه‌داغ یکی از مهمترین مراکز بومزادی یا اندمیسم گیاهی در ناحیه ایرانو-تورانی نیز محسوب می‌شود. براساس مطالعات انجام شده، کوهستان‌های نواحی مرکزی شامل رشته‌کوه‌های بینالود و هزارمسجد، بخش-های غربی این منطقه شامل رشته‌کوه آلاداغ، سالوک و شرق پارک ملی گلستان، مراکز اصلی تنوع گونه‌های انحصاری در این استان فلوری هستند (Memariani et al., 2016b).

گونه‌های انحصاری به دلیل محدودیت پراکندگی در یک ناحیه جغرافیایی مشخص، از نظر وضعیت حفاظتی مستعد قرارگرفتن در خطر انقراض بوده (Noroozi et al., 2019) و در مقایسه با سایر گونه‌ها در برابر تغییرات محیطی آسیب‌پذیرتر هستند. حتی اگر جمعیت آنها پایدارتر هم باشد ممکن است تحت تاثیر فشارهای محیطی و تخریب زیستگاه، تعدادی از آنها ایمن نبوده و تحت تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم این فشارها قرار گیرند (Menges, 1998; Colling & Matthies, 2004). اکوسیستم‌های کوهستانی اغلب دارای گونه‌های انحصاری هستند زیرا توسط اجتماعات گیاهی پایین‌تر احاطه و جدا شده‌اند (Beniston, 2003). این جدایی و محدودیت دامنه جغرافیایی موجب می‌شود گونه‌های نواحی کوهستانی نسبت به نواحی دشتی، بیشتر در خطر انقراض قرار گیرند (Grabherr et al., 1994). اغلب نواحی کوهستانی تحت تاثیر تغییرات آب و هوایی نیز هستند؛ بنابراین بالا رفتن دما یا کاهش بارندگی بر پوشش گیاهی این نواحی، هم از نظر کمی و هم کیفی، اثرگذار خواهد بود. علاوه بر این خاک‌های نواحی کوهستانی سیستم‌هایی با دینامیک بالا هستند که ممکن است واکنش شدیدی به تغییرات محیطی بدهند و اثرات شدیدی روی ترکیب گونه‌ای و ساختار اجتماعات گیاهی داشته باشند (Cowles et al., 2016). از سوی دیگر، ارتفاع از طریق تأثیر منطقه‌ای، آب و هوایی و جدایی جغرافیایی جوامع کوهستانی، توزیع گونه‌ها را در سیستم‌های کوهستانی تعیین می‌کند (Lomolino, 2001). به طور کلی، سه الگوی مختلف تغییر تنوع با افزایش ارتفاع وجود دارد: (۱) الگوی کاهش یکنواخت تنوع، (۲) الگوی ثبات تنوع تا ارتفاع متوسط و سپس کاهش تنوع در ارتفاعات بالاتر (۳) و الگوی تک نمایی

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1402.10.1.6.9]

(unimodal) یعنی افزایش تنوع با افزایش ارتفاع و سپس کاهش تنوع (Rahbek, 1995;1997).

افزایش بی‌رویه گرمایش جهانی در قرن اخیر موجب مهاجرت گونه‌ها به سمت ارتفاعات بالاتر و نواحی قطبی شده است و چرخه‌های زیستی جانداران را تحت تأثیر قرار داده است و زمانی که مهاجرت، سازش یا ترکیبی از هر دو برای بقای جمعیت یا گونه کافی نباشد، انقراض گونه‌ای پیش‌رو خواهد بود (Reed, 2012, Morison & Morecroft, 2006). در این میان گونه‌های نادر با داشتن دامنه پراکندگی جغرافیایی محدود یا تراکم جمعیتی کم، بیشتر با پدیده انقراض روبه‌رو هستند. بیشترین میزان انقراض زمانی رخ می‌دهد که بهره‌برداری‌های انسان در مکان‌هایی که تنوع گونه‌ای زیادی دارند، بیشتر شود (Pimm & Jenkins, 2010). بنابراین لازم است با مطالعه تنوع زیستی و عوامل اثرگذار بر آن، همراه با افزایش برنامه‌های حفاظتی در نقاط مختلف کره زمین، از انقراض بیشتر گونه‌ها جلوگیری شود.

رشته‌کوه آلاداغ در غرب استان فلوری خراسان-کپه‌داغ قرار دارد. لکه‌های باقی‌مانده جنگل‌های کوهستانی هیرکانی در منتهی‌الیه شرقی خود به بخش‌های غربی‌کوه‌های آلاداغ نفوذ کرده‌اند و منطقه‌ای گذری با تنوع گیاهی قابل توجه در این بخش ایجاد شده است (Gholizadeh et al., 2020; Memariani 2020). مطالعات موردی در بخش‌هایی از پوشش گیاهی غرب آلاداغ انجام شده است. در مطالعات فلوریستیک منطقه قرق درکش، حضور ۵۰۶ گونه گیاهی گزارش شده است (Aydani, 2004). در بررسی تأثیر فاکتورهای خاک روی تنوع زیستی گیاهی گروه‌های اکولوژیک در بخش جنگلی قرق درکش، تأثیر ماده آلی و پتاسیم خاک سطحی در تفکیک گروه‌های پنج‌گانه اکولوژیک در منطقه نشان داده شده است (Jafari et al., 2015). همچنین در مطالعه بخشی از جنگل‌های منطقه جوزک-درکش با هدف بررسی اثر عوامل فیزیوگرافی زمین روی تنوع زیستی گیاهی، مشخص شد با افزایش شیب، هیچ یک از شاخص‌های تنوع سیمپسون، غنای مارگالف و یکنواختی هیل تغییری نکردند و بیشترین و کمترین مقدار شاخص‌های تنوع سیمپسون و غنای مارگالف به ترتیب، به طبقه ارتفاعی ۱۶۰۰-۱۴۰۰ و ۲۰۰۰-۱۸۰۰ متر تعلق داشت، در حالی‌که بیشترین تنوع گونه‌ای سیمپسون در دامنه شرقی و کم‌ترین آن در دامنه شمالی مشاهده شد (Jafari et al., 2016). فلور، طیف شکل‌زیستی و پراکندگی جغرافیایی گونه‌های گیاهی در منطقهٔ حدفاصل جوزک-چمن‌بید، در منتهی‌الیه غربی رشته‌کوه آلاداغ نیز مطالعه شده است (Nadaf et al., 2017).

برای کمک به مدیریت پایدار تنوع زیستی و پوشش گیاهی در غرب آلاداغ، هدف از مطالعه حاضر بررسی تغییرات تنوع گونه‌های گیاهی در امتداد گرادیان ارتفاعی با تیپ‌های متفاوت پوشش گیاهی است. ضمن اندازه‌گیری و مقایسه تنوع زیستی در زیراشکوب اجتماعات گیاهی در سه ریختار اصلی پوشش گیاهی موجود در راستای گرادیان ارتفاعی این منطقه، شامل درختچه‌زارها، جنگل بلوط و پوشش گیاهی نیمه‌آلپی، تعیین ترکیب فلوریستیک، شکل زیستی گونه‌ها، الگوهای پراکندگی جغرافیایی، و نسبت گونه‌های انحصاری نیز از اهداف این مطالعه هستند. انتظار می‌رود که از نتایج حاصل در برنامه‌ریزی حفاظتی پوشش گیاهی استفاده شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

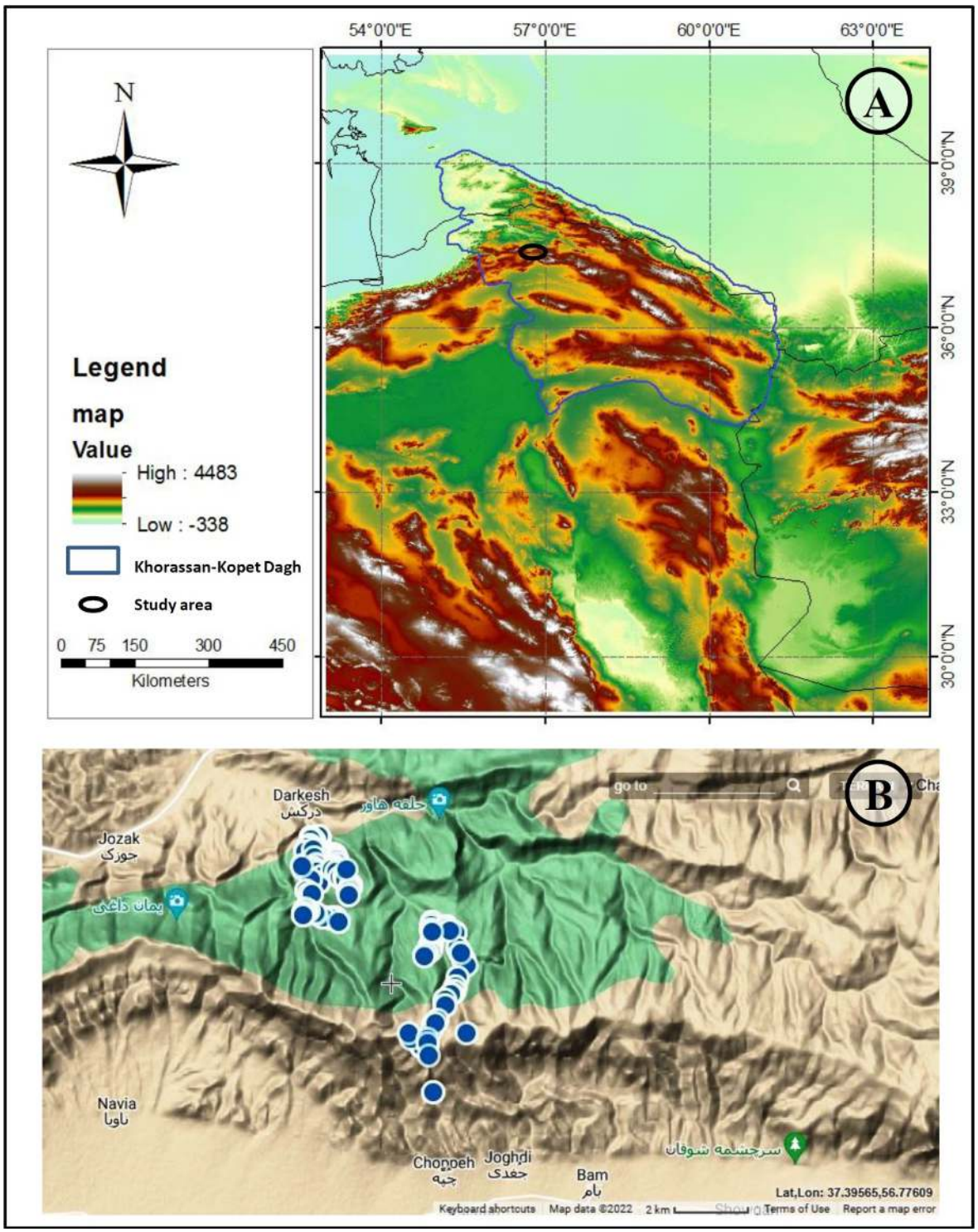
منطقه مورد مطالعه در جنوب شرقی روستای درکش در شهرستان مانه و سملقان (استان خراسان شمالی) در مختصات جغرافیایی ´۴۱ °۵۶ تا °۴۹ °۵۶ طول شرقی و °۲۴ °۳۷ تا °۲۷ °۳۷ عرض شمالی و در دامنه‌های شمالی و در بخش غربی رشته‌کوه آلاداغ در غرب استان فلوری خراسان-کپه‌داغ و در ناحیه رویشی ایرانو-تورانی واقع است. جنگل‌های بلوط جوزک-درکش، در ۶۰ کیلومتری شرق پارک ملی گلستان و در ۸۰ کیلومتری از شرقی‌ترین رویشگاه جنگل‌های کوهستانی هیرکانی واقع است و در حد فاصل آن‌ها، رویش‌های استپی و مرتعی با آب و هوای سرد و خشک وجود دارند. مساحت بخش جنگلی این ناحیه ۲۲۵۰۰ هکتار است که ۴۰۰۰ هکتار از این جنگل‌ها از سال ۱۳۷۴ قرق اعلام شده است (Aydani, 2004). همچنین مساحت بخش مرتعی این ناحیه حدود ۱۲۰۰۰ هکتار برآورد می شود. حداقل ارتفاع از سطح دریا در این حوزه حدود ۱۰۰۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۲۴۵۵ متر در قله یامان‌داغی است (شکل ۱). بر اساس داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی نزدیک منطقه مورد مطالعه، ایستگاه درکش دارای میانگین بارش سالانه ۳۲۱ میلی‌متر بوده و به‌طور مشخصی نسبت به سایر ایستگاه‌های اطراف (ایستگاه آشخانه) دارای بارش بیشتری در انتهای زمستان و اوایل بهار و همچنین میانگین دماهای ماهانه پایین‌تر و طول دوره خشکی کوتاه‌تر در تابستان است (شکل ۲).

روش نمونه‌برداری

از روش طبقه‌بندی‌شده-تصادفی و روش سطح حداقل، برای نمونه‌برداری تعداد ۱۸۷ قطعه نمونه گیاهی با ابعاد (۲×۲ متر مربع) در امتداد گرادیان ارتفاعی ۱۳۰۰ متری و در طبقات ارتفاعی ۱۰۰ متری از زیراشکوب اجتماعات گیاهی استفاده شد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1402.10.1.6.9]



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه؛ **A**: موقعیت استان فلوری خراسان-کپه‌داغ در شمال شرقی ایران، **B** : نقشه توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی پلات‌های نمونه برداری در منطقه مورد مطالعه در غرب این استان فلوری.

Figure 1. Maps of the study area; **A:** Geographic position of the Khorassan-Kopet Dagh Floristic Province in NE Iran, **B:** Topographic map and geographical position of sampling plots in the study area, western part of the KK.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1402.10.1.6.9]

نمونه‌برداری در طی فصل‌های رویشی بهار و تابستان در سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ صورت گرفت. ریختار اصلی پوشش گیاهی منطقه شامل جنگل بلوط (*Quercus castaneifolia* C.A.Mey.)، اجتماعات مخلوط درختچه‌زار پهن‌برگ، و جوامع نیمه آلپی (شامل تیپ‌های گیاهان بالشتکی و ارس‌های خوابیده (*Juniperus sabina* L. و *J. communis* L.) است (شکل ۳). در هر پلات تمام گیاهان آوندی برداشت شدند و تاکسون‌های گیاهی با استفاده از منابع مختلف فلوری شناسایی شدند (Rechinger 1963-2015; Assadi et al., 1988-2021). نمونه‌های گیاهی در هرباریوم دانشگاه فردوسی مشهد (FUMH) نگه‌داری می‌شوند. در هر پلات درصد تاج پوشش هر گونه گیاهی با استفاده از مقیاس بران-بلانکه اندازه‌گیری و ثبت شد. همچنین فراوانی گونه‌های گیاهی نیز یادداشت شد. فاکتورهای محیطی شامل داده‌های توپوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، طول و عرض جغرافیایی، جهت شیب و درجه شیب) برای هر پلات ثبت شدند.

آنالیز داده‌ها

فهرست فلوریستیک به ترتیب الفبایی و براساس APG IV (2016) برای طبقه‌بندی تیره‌های گیاهان آوندی تهیه شد. کوروتیپ هر تاکسون براساس داده‌های پراکندگی هر گونه با استفاده از منابع فلوری مختلف تعیین شد (Rechinger 1963-2015; Assadi et al., 1988-2021). طیف کورولوژیک فلور منطقه براساس طبقه‌بندی واحدهای جغرافیای گیاهی ایران محاسبه شد (Léonard 1988, 1991 Akhani 1998; Memariani et al., 2016a;). طیف اشکال زیستی بر مبنای محل قرارگیری جوانه رویشی انتهایی بر روی گیاه تعیین شد (Raunkiaer, 1934). گونه‌هایی که منحصراً در محدوده استان فلوری خراسان-کپه‌داغ گزارش شده‌اند به عنوان گونه‌های انحصاری (اندمیک) و گونه‌هایی که علاوه بر این استان فلوری دارای پراکندگی محدودی در استان‌های فلوری و یا کشورهای مجاور هستند به عنوان نیمه‌انحصاری (نیمه‌اندمیک) مشخص شدند (Memariani et al., 2016b, 2016a). برای اندازه-گیری تنوع گونه‌های گیاهی در راستای گرادیان ارتفاع، شاخص‌های تنوع بتا و اعداد هیل برای همه طبقات ارتفاعی محاسبه و نمودارها و نیم‌رخ‌های تنوع رسم شدند. اعداد هیل (N0، N1، N2) در سطح معنی‌داری ۵ درصد و در کلاس‌های ارتفاعی ۱۰۰ متر با نرم افزارR و تنوع بتا نیز با کمک نرم افزار PAST III محاسبه شدند.

نتایج

فلور منطقه مورد مطالعه در امتداد گرادیان ارتفاعی

در مجموع تعداد ۲۵۲ گونه گیاهی، متعلق به ۱۶۱ سرده و ۴۴ تیره، در زیراشکوب پوشش گیاهی منطقه درکش، شناسایی شدند. براساس آنالیز داده‌های فلوریستیک، تیره‌های گندمیان (Poaceae)، کاسنیان (Asteraceae)، نعنائیان (Lamiaceae) و کلمیان (Brassicaceae)، به ترتیب بیشترین گونه‌ها را دارند (شکل ۴). همی‌کریپتوفیت‌ها (۳۳ درصد) و تروفیت‌ها (۲۷ درصد) شکل‌های زیستی غالب در این منطقه هستند. فراوانی ژئوفیت‌ها (۱۹ درصد)، فانروفیت‌ها (۱۱ درصد) و کامفیت‌ها (۱۰ درصد) در درجه بعدی قرار دارند. (شکل ۵). از بین گونه‌های منطقه مورد مطالعه، ۴۶/۸ درصد به عناصر رویشی ایرانو-تورانی، ۱۷/۵ درصد به عناصر دو-ناحیه‌ای، ۱۷/۵ درصد به عناصر سه‌ناحیه‌ای، ۱۱/۵ درصد به عناصر چند ناحیه‌ای و ۶/۷ درصد به عناصر اروپا-سیبری (شامل عناصر هیرکانی و اکسینی-هیرکانی) تعلق دارند (شکل ۶). تعداد ۱۲ گونه (۳/۹ درصد) از گیاهان این منطقه انحصاری و ۲۹ گونه (۹/۵ درصد) نیمه‌انحصاری هستند. کل گونه‌های انحصاری و نیمه‌انحصاری ۴۱ گونه (۱۳/۴ درصد) است (شکل ۷).

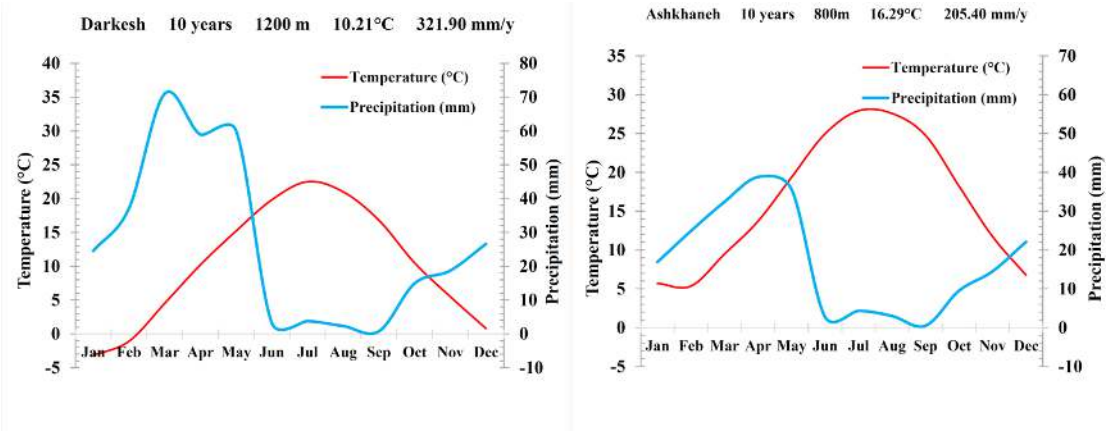
نتایج آنالیز تنوع گونه‌های گیاهی زیراشکوب در راستای گرادیان ارتفاع

شاخص‌های تنوع برپایه اعداد هیل (N0، N1 و N2) و تنوع بتا در راستای گرادیان ارتفاع و طبقات ارتفاعی ۱۰۰ متر، برای پلات‌های زیراشکوب با اندازه یکسان (۲×۲ متر مربع) نشان داد از ارتفاعات پایین‌تر به طرف ارتفاعات بالاتر، تنوع گونه‌ای در زیراشکوب درختچه-زارها بیشترین مقدار و در زیراشکوب جنگل بلوط کمترین مقدار بود. این میزان در زیراشکوب گیاهان نیمه‌آلپی نیز تقریبا مشابه با زیراشکوب درختان بلوط بود. در گرادیان ارتفاعی ۱۰۰ متر، ۱۳ طبقه ارتفاعی وجود دارد که در طبقه ارتفاعی اول (۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰متر)، میزان تنوع به مقدار قابل توجهی کمتر از طبقه ارتفاعی دوم (۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰ متر) است که دلیل آن چرای بی‌رویه به علت نزدیک بودن به روستا است (Kadhum et al., 2021). در کل روند تغییرات در این گرادیان ارتفاعی به صورت سینوسی است به طوری که بیشترین میزان شاخص‌های تنوع گونه‌ای هیل در طبقات ارتفاعی دوم تا پنجم از ارتفاع ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ متر (زیراشکوب درختچه‌زار) و کمترین میزان تنوع در طبقات ۱۶۰۰ تا ۲۴۰۰ متر است (زیراشکوب درختان بلوط و نواحی نیمه آلپی) (شکل ۸).

نمودار معنی‌داری شاخص‌های تنوع هیل بین طبقات ارتفاعی ۱۰۰ متر، نشان می‌دهد تغییر شاخص‌های تنوع هیل بین طبقه ارتفاعی اول با طبقات ارتفاعی دوم و ششم، همچنین طبقات دوم، سوم، چهارم و پنجم با طبقات ارتفاعی ششم تا سیزدهم، معنی‌دار است. در کل میزان شاخص‌های تنوع در زیراشکوب اجتماعات درختچه‌زارها به میزان قابل توجهی بیشتر از زیراشکوب جنگل بلوط و زیراشکوب اجتماعات نیمه‌آلپی است (شکل ۹).

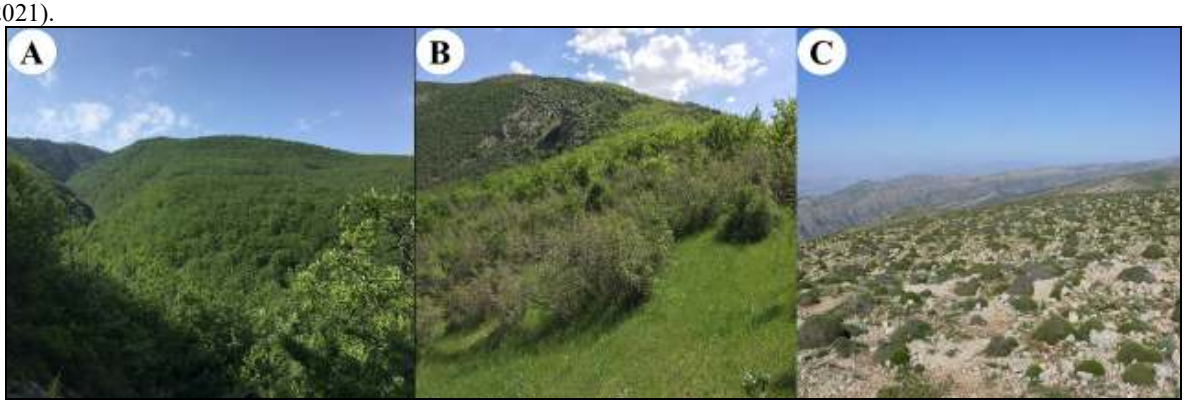
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1402.10.1.6.9]



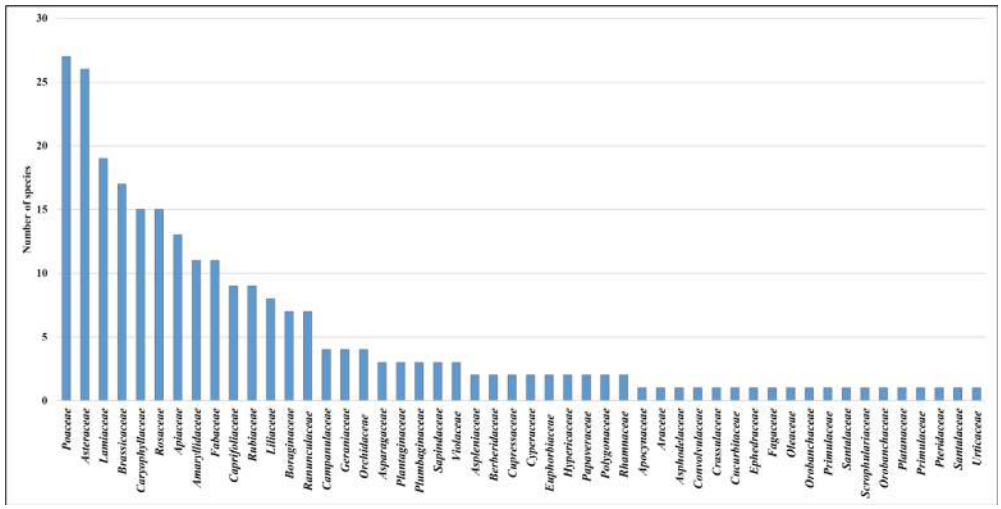
شکل ۲- منحنی امبروترمیک ایستگاه‌های هواشناسی درکش و آشخانه در غرب آلاداغ (۱۴۰۰-۱۳۹۰)

Figure 2. Ombrothermic diagram of climatological stations in Darkesh and Ashkhaneh in western Aladagh (2011-2021).



شکل ۳- نمایی از تیپ‌های اصلی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه، **A**: جنگل بلوط؛ **B**: جوامع درختچه‌زار؛ **C**: پوشش گیاهان نیمه آلپی.

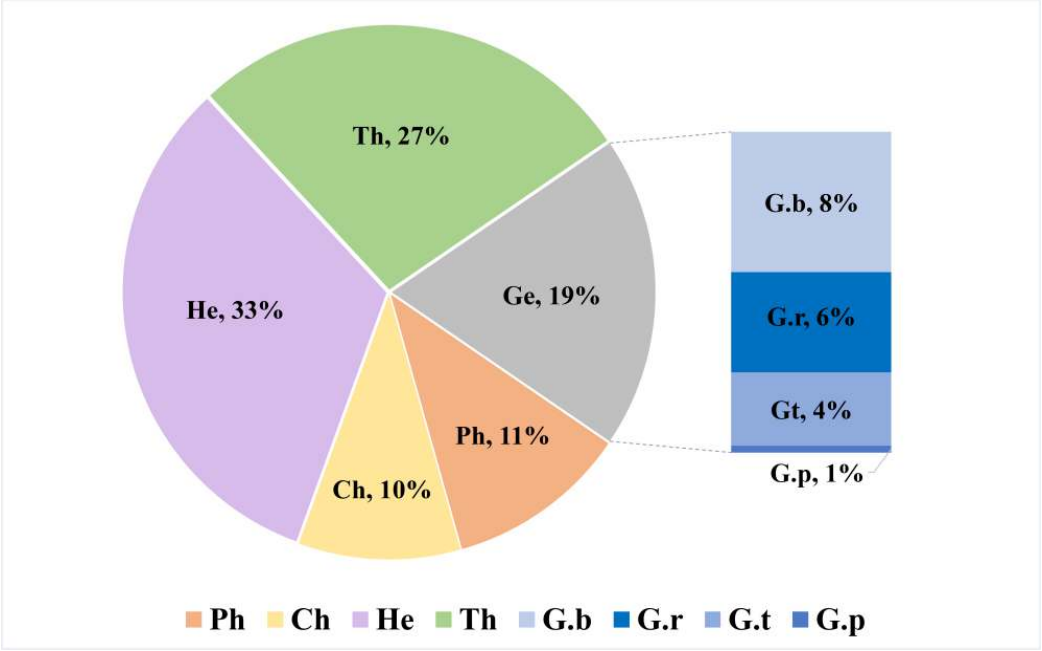
Figure 3. The main typical vegetation in the study area, **A:** oak forest; **B:** shrubland/scrub forest communities; **C:** subalpine vegetation.



شکل ۴- نمودار تعداد گونه‌های تیره‌های گیاهان آوندی در زیراشکوب اجتماعات گیاهی غرب آلاداغ.

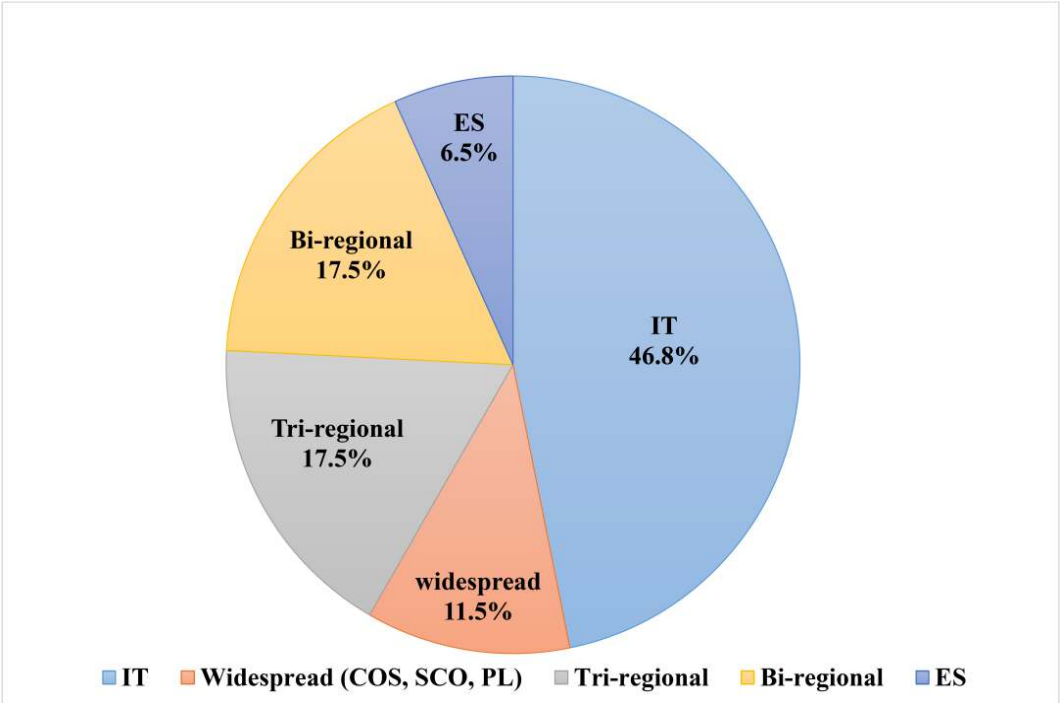
Figure 4. The number of species in vascular plant families in the understory of plant communities in western Aladagh.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1402.10.1.6.9]



شکل ۵- نمودار شکل‌های زیستی گیاهان در پلاتهای زیراشکوب در غرب آلاداغ. کامفیت (Ch)، ژئوفیت پیازدار (G.b)، ژئوفیت غده‌دار (G.t)، ژئوفیت ریزوم‌دار (G.r)، ژئوفیت انگلی (G.p)، همی‌کریپتوفیت (He)، فانروفیت (Ph)، تروفیت (Th)

Figure 5. The life-form spectrum of the flora in the study sites Ch: chamaephytes, G.b: bulbous geophytes, G.t: tuberous geophytes, G.r: rhizomatous geophytes, G.p: parasitic geophytes, He: hemicryptophytes, Ph: phanerophytes, and Th: therophytes.

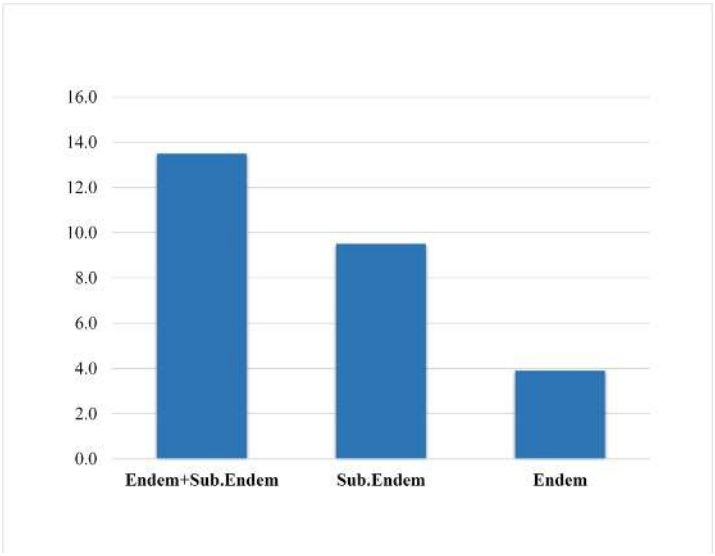


شکل ۶- سهم نسبی عناصر رویشی نواحی مختلف جغرافیای گیاهی در فلور زیراشکوب پوشش گیاهی غرب آلاداغ: ایرانو-تورانی (IT)، سه‌ناحیه‌ای (Tri-regional) شامل IT-ES-M، IT-ES-SS و IT-M-SS، دوناحیه‌ای (Bi-regional) شامل IT-ES، IT-M، IT-SS، ES-M، چندناحیه‌ای (PL)، و اروپا-سیبری (ES).

Figure 6. The proportion of the phytogeographic groups in the flora of vegetation understory in western Aladagh: Irano-Turanian (IT), Tri-regional including IT-ES-M, IT-ES-SS, and IT-M-SS, Bi-regional including IT-ES, IT-M, IT-SS, and ES-M, widespread or Pluri-regional, and Euro-Siberian (ES)

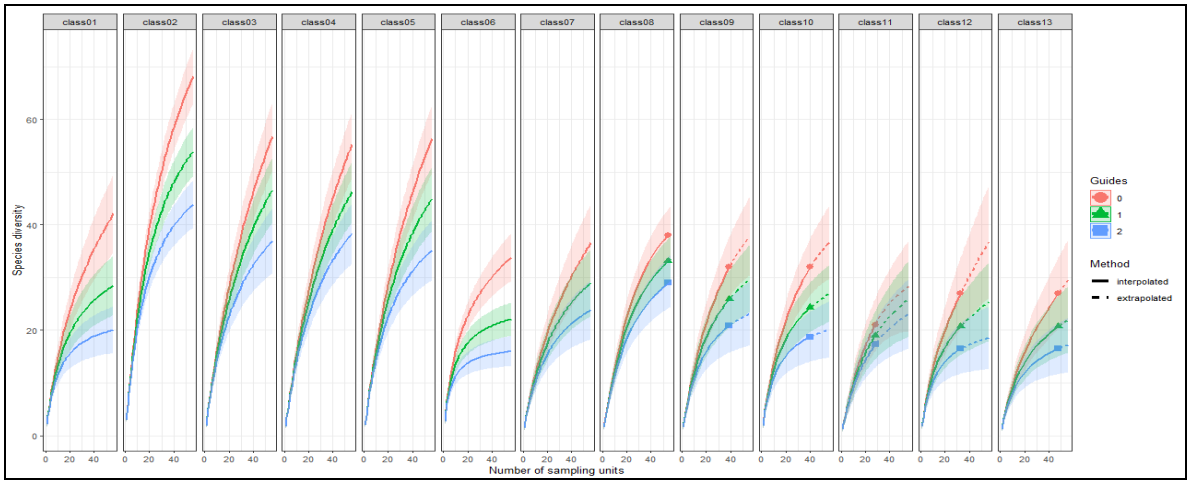
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1402.10.1.6.9]



شکل ۷- درصد گونه‌های انحصاری و نیمه‌انحصاری در فلور زیراشکوب پوشش گیاهی در غرب آلاداغ.

Figure 7. Percentage of the endemic and sub-endemic species in the flora of vegetation understory in western Aladagh.



شکل ۸- روند تغییر تنوع در راستای گرادیان ارتفاع در طبقات ارتفاعی ۱۰۰ متر در زیر اشکوب اجتماعات گیاهی غرب آلاداغ بر پایه اعداد هیل(N0، N1 و N2).

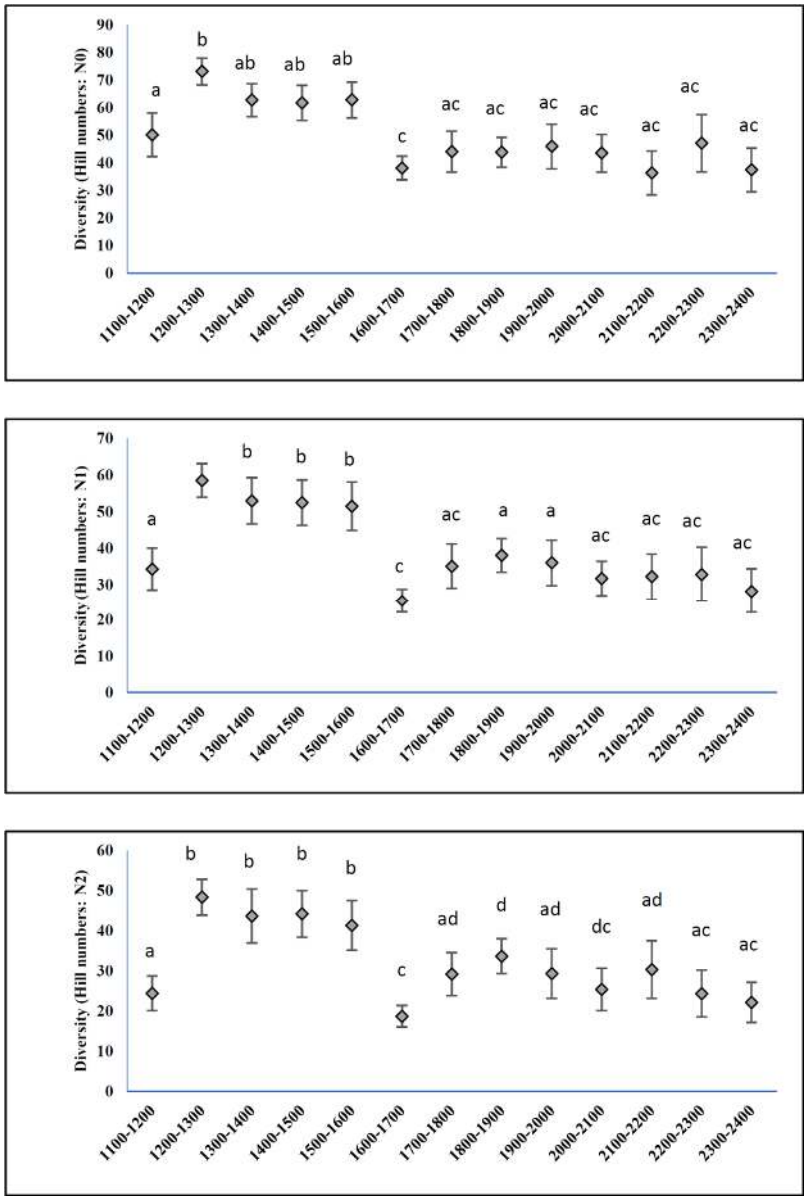
Figure 8. Variation in diversity indices along the elevational gradient in vegetation understory of western Aladagh based on Hill's numbers. Elevational classess (m): Class01 (1100-1200), Class02 (1200-1300), Class03 (1300-1400), Class04 (1400-1500), Class05 (1500-1600), Class06 (1600-1700), Class07 (1700-1800), Class08 (1800-1900), Class09 (1900-2000), Class10 (2000-2100), Class11 (2100-2200), Class12(2200-2300), Class13 (2300-2400).

بر اساس نیم‌رخ تنوع هیل، طبقات ارتفاعی ۲، ۳، ۴ و ۵ (زیراشکوب درختچه‌زارها) در نیمه بالایی نیم‌رخ تنوع قرار داشته و از تنوع گونه‌ای گیاهی بیشتری برخوردارند و سایر طبقات ارتفاعی شامل ۱، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ در نیمه پایینی نیم‌رخ تنوع قرار می‌گیرند و از تنوع گونه‌ای گیاهی کمتری برخوردارند. بیشترین میزان تنوع در طبقه ارتفاعی دوم (۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰، زیراشکوب درختچه‌زار) و کمترین میزان آن در طبقه ارتفاعی ششم (۱۶۰۰ تا ۱۷۰۰، زیراشکوب جنگل بلوط) است (شکل ۱۰).

آنالیز شاخص‌های تنوع بتا در زیراشکوب طبقات ارتفاعی برمبنای ریختار پوشش گیاهی نشان می‌دهد که زیراشکوب درختچه‌زار است (۱۱۰۰ تا ۱۶۰۰ متر)، دارای بیشترین مقدار در اغلب شاخص‌ها هستند و سپس زیراشکوب جنگل بلوط (۱۶۰۰ تا ۲۱۰۰ متر) و زیراشکوب جوامع نیمه‌آلپی (۲۱۰۰ تا ۲۴۰۰ متر) دارای کمترین مقدار هستند. در کل مقادیر اغلب شاخص‌های تنوع در راستای گرادیان ارتفاع از ارتفاعات پایین با بالا روند کاهشی را نشان می‌دهد (جدول ۱).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1402.10.1.6.9]



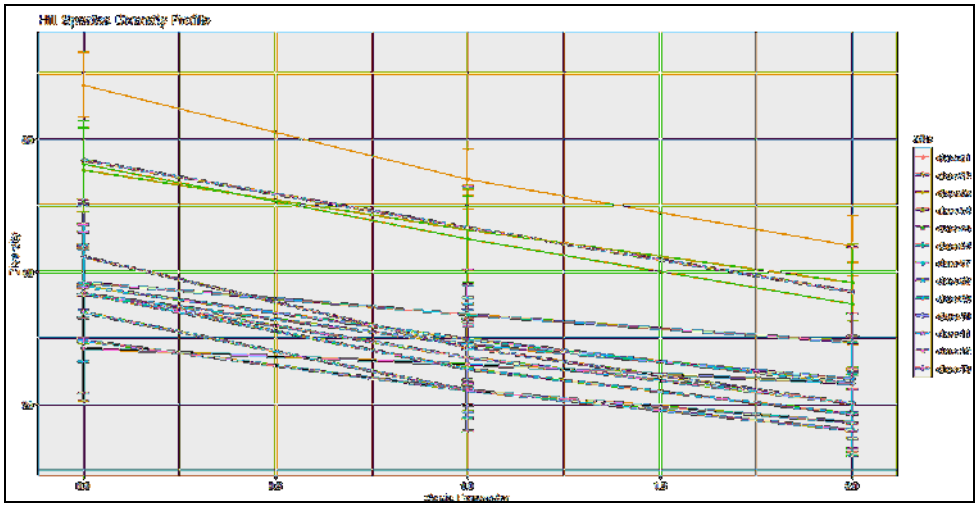
شکل ۹- معنی‌داری آماری شاخص‌های تنوع در طبقات ارتفاعی ۱۰۰ متر در زیر اشکوب اجتماعات گیاهی غرب آلاداغ بر اساس اعداد هیل (N0،N1 و N2). نوارهای خطا نشانگر محدوده اطمینان 95 درصد است. حروف مشابه در هر نمودار نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در آن شاخص خاص است.

Figure 9. Statistical significance of diversity indices along 100-m elevational classes in vegetation understory of western Aladagh based on Hill's numbers.

بحث

در ناحیه ایرانو-تورانی تیره‌های Asteraceae، Brassicaceae، Fabaceae، Poaceae و Lamiaceae همواره جزء یکی از پنج تیره غالب هستند. همچنین شکل‌های زیستی همی‌کریپتوفیت و تروفیت، به تناوب به عنوان غنی‌ترین شکل‌های زیستی از نظر تعداد گونه به حساب می‌آیند. شکل زیستی گونه‌های گیاهی هر منطقه ناشی از سازگاری آنها با رویشگاه است و نتیجه این سازگاری ایجاد اشکال زیستی خاصی است که با بوم‌سازگان آن منطقه در هماهنگی کامل است (Klimes, 2003). در مناطق دشتی و کویری تروفیت‌ها و در مناطق کوهستانی و کوهپایه‌ای همی‌کریپتوفیت‌ها غالب هستند. هر چه در مناطق مختلف رطوبت زمین افزایش یابد بر تعداد ژئوفیت‌ها افزوده می‌گردد (Kamrani et al., 2011). اما افزایش رطوبت هوا و بارندگی، به افزایش شمار گونه‌های فانروفیت منجر می‌شود، همانند مناطق هیرکانی در کشور ایران یا سایر دره‌ها و زیستگاه‌های مرطوب (Esmailzadeh et al., 2005). با توجه به غالبیت همی‌کریپتوفیت‌ها و تروفیت‌ها در این منطقه می‌توان به این نتیجه رسید که اقلیم سرد

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1402.10.1.6.9]



شکل۱۰- نیم‌رخ تنوع هیل در طبقات ارتفاعی ۱۰۰ متر در زیر اشکوب اجتماعات گیاهی غرب آلاداغ.

Figure 10. Hill's diversity profile along 100-m elevational classes in vegetation understory of western Aladagh.

جدول ۱- شاخص‌های تنوع بتا در زیراشکوب اجتماعات اصلی پوشش گیاهی در امتداد گرادیان ارتفاعی طبقات ارتفاعی در غرب آلاداغ

Table 1. Beta diversity indices in the main plant communities along the elevational gradient in western Aladagh

طبقه ارتفاعی (m)	ریختار پوشش گیاهی	Whittaker	Harrison	Cody	Routledge	Wilson-Shmida	Mourelle	Harrison 2	Williams
1100-1600	**درختچه‌زار**	11.117	0.11702	893	0.81744	55.776	0.58712	0.065107	0.86082
1600-2100	**جنگل بلوط**	7.2747	0.12763	379.5	0.65975	29.348	0.51488	0.071846	0.80374
2100-2400	**جوامع کوه‌سری**	5.6684	0.17714	211	0.5941	18.039	0.56371	0.11213	0.78205

کوهستانی و نیمه خشک در این منطقه شرایط مناسبی را برای غالبیت این شکل های زیستی فراهم نموده است. همچنین وجود درصد قابل توجهی از گیاهان اروپا-سیبری (۶/۵ درصد) در این منطقه، نشان از نفوذ اقلیم هیرکانی است. در عین حال براساس نتایج طیف کوروتیپ (شکل ۶)، درصد بالای عناصر ایرانو-تورانی (۴۶/۸ درصد) نشان از این دارد که منطقه غرب آلاداغ بیشتر تحت نفوذ عناصر گیاهی ناحیه ایرانو- تورانی است. از سوی دیگر، نرخ بومزادی در استان فلوری خراسان-کپه‌داغ حدود ۱۴ درصد برآورد شده است (Memariani et al., 2016b). براساس نتایج این پژوهش، نرخ بومزادی در غرب آلاداغ تا حدود ۴ درصد کاهش یافته که به دلیل قرارگرفتن این منطقه در ناحیه گذری بین دو استان فلوری خراسان-کپه داغ از منطقه رویشی ایرانو-تورانی و استان فلوری هیرکانی از منطقه رویشی اروپا-سیبری است.

در گرادیان ارتفاعی ۱۰۰ متری در منطقه مورد مطالعه ۱۳ طبقه ارتفاعی وجود دارد و روند تغییرات تنوع گونه‌های گیاهی در این گرادیان به صورت سینوسی است که دلیل آن وجود پوشش گیاهی ناهمگون در این منطقه به علت عوارض طبیعی پیچیده، زیستگاه‌های متنوع و تاریخچه تکاملی طولانی است (Memariani et al., 2016a). از طرفی استان فلوری خراسان-کپه داغ یک ناحیه گذری بوده و اتصال دهنده استان‌های فلوری مختلف از ناحیه ایرانو-تورانی و جنگلهای کوهستانی هیرکانی از ناحیه اروپا-سیبری است و بخش غربی آن به شدت تحت تاثیر اقلیم هیرکانی است (Memariani, 2020). در طبقه ارتفاعی اول (۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰متر)، میزان تنوع کمتر از طبقه ارتفاعی دوم (۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰) است که دلیل آن چرای بی رویه به علت نزدیک بودن به روستا است. از نقطه نظر غنای گونه‌ای، شاخص‌های هیل و شاخص‌های تنوع بتا در زیر اشکوب اجتماعات درختچه‌زار (۱۶۰۰-۱۱۰۰ متر) بالاترین میزان را دارند. در درختچه‌زارها به دلیل دریافت نور مناسب، خاک مرغوب و چرای کمتر، میزان تنوع گیاهان زیراشکوب بسیار بالا است. در زیراشکوب جنگل بلوط (۲۰۰۰-۱۶۰۰ متر)، نسبت به اجتماعات درختچه‌زار میزان تمام شاخص‌های تنوع اعم از شاخص‌های هیل و شاخص‌های بتا به طور قابل توجهی کاهش می‌یابند که دلیل آن وجود تاج پوشش گسترده درختان بلوط و

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1402.10.1.6.9]

ایجاد سایه و ممانعت از دریافت نور توسط گیاهان کف جنگل و در نتیجه کاهش میزان تنوع آنها می‌شود. زیراشکوب اجتماعات گیاهان نیمه‌آلپی (۲۴۰۰-۲۰۰۰ متر)، با اختلاف بسیار اندکی دارای شاخص‌های تنوع تقریبا یکسان با زیراشکوب اجتماعات بلوط است و همانند آن از تنوع کمتری برخوردار است. در بخش نیمه‌آلپی منطقه و در طبقه ارتفاعی دوازدهم (۲۲۰۰ تا۲۳۰۰ متر)، مقادیر اغلب شاخص‌های تنوع نسبت به سایر طبقات ارتفاعی میانی افزایش می‌یابد که به دلیل وجود اجتماع گیاهی انحصاری و منحصر به فرد با غالبیت گونه *Cousinia edmondsonii* Rech.f. است که غالبیت آن تا ۷۰ درصد سطح پوشش در هر پلات نیز می‌رسد. این اجتماعات تقریبا در بالاترین ارتفاع منطقه مورد مطالعه قرار دارند که از وزش باد بسیار شدیدی نیز برخوردار است اما به دلیل مقاومت بالا در مقابل شرایط سخت محیطی، داشتن فرم رویشی بالشتکی، دارا بودن خارهای ضخیم و مقاوم در مقابل چرا، توانسته است به عنوان گیاه پرستار شرایط را برای رشد سایر گیاهان فراهم نموده و موجب افزایش تنوع گیاهی شده است. دلایل کاهش مجدد شاخص‌های تنوع در بالاترین طبقه ارتفاعی منطقه نیمه‌آلپی، وجود شرایط سخت محیطی شامل بستر سنگلاخی و شنی، عمق خاک کم، کاهش قابل توجه رطوبت و همچنین چرای متوسط است. درکل میزان شاخص‌های تنوع تا ارتفاعات میانی بالا بوده و سپس در ارتفاعات بالاتر روند کاهشی را نشان می‌دهد.

پژوهشگران زیادی تنوع زیستی گیاهی را با در نظر گرفتن عوامل فیزیوگرافی و یا هر یک از اجزاء مختلف آن مورد بررسی قرار داده‌اند. به عنوان مثال، در تحقیقات انجام شده در رویشگاه‌های استپی پارک ملی تندوره، نقش ارتفاع به عنوان عامل تفکیک کننده جوامع گیاهی بیان شده است (Atashgahi et al., 2009). بررسی رابطه بین غنای گونه‌ای گیاهان آوندی، بریوفیت‌ها و گلسنگ‌ها، با گرادیان ارتفاع و توپوگرافی محلی در نواحی آلپی نشان داد غنای گونه‌ای تمام گیاهان آوندی یک رابطه تک‌نمایی دارند (Bruun et al., 2006). مطالعه چگونگی تغییرات غنای گونه‌ای گیاهان آوندی در امتداد گرادیان‌های محیطی در یک منطقه معتدل سرد تا ناحیه نیمه‌آلپی در ژاپن نشان داد ارتفاع با غنای گونه‌های درختی با همبستگی منفی ولی با غنای گونه‌ای سرخس‌ها و گیاهان علفی همبستگی مثبت داشت. همچنین غنای گونه‌ای سرخس‌ها و درختان در تاج پوشش باز کمتر، در حالی که غنای گونه‌ای علفی در تاج پوشش باز بیشتر بود و ارتفاع و توپوگرافی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر نوع پوشش گیاهی و غنای گیاهان بودند، اما تأثیرگذاری متغیرها در بین گروه‌های شکل زیستی گیاهان متفاوت بود (Tsujino & Yumoto, 2013). بررسی الگوهای تنوع گیاهی در کوه‌های تیان‌شان در چین، الگوی تک‌نمایی غنای گونه‌ای در امتداد گرادیان ارتفاعی نشان داد (Sang, 2009). الگوی تغییرات تنوع در راستای گرادیان ارتفاع در منطقه درکش در غرب آلاداغ به گونه‌ای است که تا ارتفاعات پایینی تا میانی (۱۶۰۰-۱۱۰۰ متر)، دارای مقادیر بالا در شاخص‌های تنوع است و سپس با کاهش چشمگیر در مقادیر اغلب شاخص‌های تنوع مواجه هستیم که این روند تا بالاترین حد ارتفاعی این منطقه ادامه دارد، بنابراین از هیچ یک از الگوهای تنوع Rahbek، پیروی نمی‌کند که می‌تواند به دلیل وجود پوشش هتروژن در این منطقه باشد.

منطقه مورد مطالعه تنوع گونه‌ای قابل توجهی دارد به طوری که حدود نیمی از ۵۰۶ گونه گیاهی گزارش شده از کل قرق درکش (Aydani, 2004) در امتداد نوار باریک گرادیان ارتفاعی و جوامع گیاهی دربرگیرنده آن حضور دارند. همچنین با توجه به نفوذ عناصر گیاهی مختلف از نواحی رویشی مجاور، وجود گونه‌های انحصاری و نیمه‌انحصاری متعدد، گزارش گونه-های جدید برای دنیا و ایران از این منطقه (Arjmandi et al., 2021; Memariani et al. 2022) و آسیب‌پذیری اغلب گونه-های گیاهی زیراشکوب به‌ویژه گیاهچه‌های جوان بلوط در اثر ورود تعداد بسیار زیاد دام، توصیه می‌شود برای حفاظت از گونه‌ها و جوامع گیاهی ارزشمند این منطقه، یک دالان یا کریدور حفاظتی در امتداد گرادیان ارتفاعی که شامل زیراشکوب جوامع فوق به ویژه جنگل بلوط، که به شدت در حال تخریب توسط چرای مفرط است، ایجاد شود. راهبرد توسعه مناطق حفاظت‌شده در امتداد گرادیان ارتفاعی برای تضمین حفاظت موثر از لکه‌های داغ تنوع گیاهی در ناحیه ایران و آناتولی (Ludovicy et al., 2022) و همچنین استان فلوری خراسان-کپه‌داغ (Amiri et al., 2022) مورد تأکید قرار گرفته است. لذا با توجه به نتایج این پژوهش، اتخاذ این رویکرد برای حفاظت از زیستگاه‌های منحصربه‌فرد منطقه مورد مطالعه ضروری است.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از نتایج پایان‌نامه دکتری تخصصی نویسنده اول با حمایت گرنت شماره ۴۹۴۵۸/۳ از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد است. از گیاه‌شناسان هرباریوم دانشگاه فردوسی مشهد، به ویژه آقای محمدرضا جوهرچی، برای کمک در شناسایی نمونه‌های گیاهی قدردانی می‌شود.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1402.10.1.6.9]

REFERENCES

Akhani, H. 1998. Plant biodiversity of Golestan National Park. Stapfia 53: 1-411.

Amiri, M.S., Saeidi Mehrvarz, S., Memariani, F. & Joharchi, M.R. 2022. Vascular flora of Zarrin-Kuh Protected Area in Central Kopet Dagh Mountains, NE Iran: An annotated checklist. Phytotaxa 574: 32-60.

APG IV 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families **of** flowering plants, APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society 181: 1-20.

Arjmandi, A.A., Ejtehadi, H. Memariani, F., Joharchi, M.R., Mesdaghi, M. 2021. *Campanula oreodoxa* (Campanulaceae), a new critically endangered species from the Aladagh Mountains, NE Iran. Phytotaxa 521: 193-202.

Assadi, M., Maassoumi, A.A. Khatamsaz, M. & Mozaffarian, V. (eds). 1988-2021. Flora of Iran, vols. 1-151. Research Institute of Forests and Rangelands Publications, Tehran. [In Persian].

Atashgahi, Z., Ejtehadi, H. & Zare, H. 2009. Study of floristics, life form and chorology of plants in the east of Dodangeh forests, Mazandaran province, Iran. Iranian Journal of Biology 22: 193-203.

Atashgahi, Z., Ejtehadi, H., Mesdaghi, M. & Ghassemzadeh, Z. 2018. Plant diversity of the Heydari Wildlife Refuge in northeastern Iran, with a checklist of vascular plants. Phytotaxa 340: 101-127.

Atashgahi, Z., Memariani, F., Jafari-Polgerd, V. & Joharchi, M.R. 2022. Floristic composition and phytogeographical spectrum of *Pistacia vera* L. woodland remnants in northeastern Iran. Nordic Journal of Botany 2022: e03510.

Aydani, M. 2004**.** Floristic study of Darkesh area in the northwest of Khorassan province. Master thesis of plant sciences. Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Behroozian, M., Ejtehadi, H., Memariani, F., Joharchi, M.R. & Mesdaghi, M. 2022. Floristic diversity and vegetation of communities associated with two endemic Dianthus species in the montane steppes of northeastern Iran. Nordic Journal of Botany 2022: e03581.

Beniston, M. 2003. Climatic change in mountain regions: a review of possible impacts. Climate Change 59: 5-31.

Bruun, H.H., Moen, J., Virtanen, R., Grytnes, J., Oksanen, L. & Angerbjörn, A. (2006) Effects of altitude and topography on species richness of vascular plants, bryophytes and lichens in alpine communities. Journal of Vegetation Science 17: 37-46.

Colling, G. & Matthies, D. 2004. The effects of plant population size on the interactions between the endangered plant *Scorzonera humilis*, a specialised herbivore, and a phytopathogenic fungus. Oikos 105: 71-78.

Esmailzadeh, A., Hosseini, S.M. and Oladi, J. 2005. Introduction to flora, life form and plant geographical distribution of Afratakhteh Yew (*Taxus baccata* L.) habitat. Pajouhesh & Sazandegi 68: 66-76.

Ezazi, A., Rahchamani, N. & Ghahremaninejad, F. 2014. The flora of Saluk National Park, Northern Khorassan province, Iran. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences 5: 45-71.

Gholizadeh, H., Naqinezhad, A. & Chytrý, M. 2020. Classification of the Hyrcanian forest vegetation, Northern Iran. Journal of Vegetation Science 23: 107-126.

Grabherr, G., Gottfried, M. & Pauli, H. 1994. Climate effects on mountain plants. Nature 369: 448.

Jafari, J., Tabari, M., Hosseini, S.M. & Kooch, Y. 2015. Effect of soil properties on plant diversity of ecological groups in the reserved forest of North Khorasan. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology) 28: 79-90.

Jafari, J., Tabari, M., Hosseini, S.M. & Kooch, Y. 2016. Effect of physiographical factors on plant species diversity in the forests of western Bodjnourd. Journal of Wood and Forest Science and Technology 22: 224-238.

Kadhum, S.M., Ejtehadi, H., Memariani, F. & Erfanian, M.B. 2021. Evaluating changes in the plant communities after overgrazing in the Golbahar plain, northeast of Iran. Nova Biologica Reperta 7: 431-441.

Kamrani, A., Naqinezhad, A., Attar, F., Jalili, A. & Charlet, D. 2011. Wetland flora and diversity of the Western Alborz Mountains, North Iran. Phytologia Balcanica 17: 53–66.

Klimes, L. 2003. Life-forms and clonality of vascular plants along an altitudinal gradient in E Ladakh (NW Himalayas). Basic and Applied Ecology 4: 317-328.

Léonard, J. 1988. Contribution a l'étude de la flore et de la végétation des desert d'Iran, Fascicule 8. Étude des Aries de distribution, Les phytochories, Les chorotypes. Jardin Botanique National de Belgique, Meise.

Lomolino, M.V. 2001. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. Global Ecology and Biogeography 10: 3-13.

Ludovicy, S., Noroozi, J., Semenchuk, P., Moser, D., Wessely, J., Talebi, A. & Dullinger, S. 2022. Protected area network insufficiently represents climatic niches of endemic plants in a Global Biodiversity Hotspot. Biological Conservation 275: 109768.

Memariani, F. 2020. The Khorassan-Kopet Dagh Mountains; *in* Noroozi, J. (editor), Plant biogeography and vegetation of high mountains of Central and South-West Asia. Springer Nature Switzerland AG, Cham, pp. 93-116.

Memariani, F., Zarrinpour, V. & Akhani, H. 2016a. A review of plant diversity, vegetation, and phytogeography of the KhorassanKopet Dagh floristic province in the Irano-Turanian region (northeastern Iran– southern Turkmenistan). Phytotaxa 249: 8-30.

Memariani, F., Akhani, H. & Joharchi, M.R. 2016b. Endemic plants of the Khorassan-Kopet Dagh floristic province in the Irano-Turanian region: diversity, distribution patterns and conservation status. Phytotaxa 249: 31-117.

Memariani, F., Joharchi, M.R. & Akhani, H. 2016c. Plant diversity of Ghorkhod Protected Area, NE Iran. Phytotaxa 249: 118-158.

Memariani, F., Ejtehadi, H., Arjmandi, A.A., Joharchi, M.R. 2022. *Piptatherum ferganense* (Poaceae), another Middle Asian species as a new

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1402.10.1.6.9]

record for the flora of Iran. Nova Biologica Reperta 9: 132-138.

Menges, E.S. 1998. Ecology and conservation of Florida scrub; *In* Anderson, R.C., Fralish, J.S., Baskin, J. (editors), The Savanna, Barren, and Rock Outcrop Communities of North America. Cambridge University Press, New York, pp. 7-22.

Morison, J.I.L. & Morecroft, M.D. 2006. Plant growth and climate change, Wiley-Blackwell Publications, 232 pp.

Nadaf, M., Ejtehadi, H., Mesdaghi, M. & Farzam, M. 2017. Flora, life form and chorology of plants in Jozak-Chaminbid area, North Khorassan Province, Iran. Iranian Journal of Plant Biology 32: 69-88.

Noroozi, J., Talebi, A., Doostmohammadi, M., Manafzadeh, S., Asgarpour, Z. & Schneeweiss, G.M. 2019. Endemic diversity and distribution of the Iranian vascular flora across phytogeographical regions, biodiversity hotspots and areas of endemism. Scientific Reports 9: 12991.

Pimm, S.L. & Jenkins, C.N. 2010. Extinctions and the practice of preventing them. in: Sodhi, N.S. & Ehrlich, P.R. (eds.) Conservation biology for all, Oxford University Press, 181-199.

Rahbek, C. 1995. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? Ecography 18: 200-205.

Rahbek, C. 1997. The relationship among area, elevation, and regional species richness in Neotropical birds. The American Naturalist 149: 875-902.

Rahchamani, N., Ezazi, A. & Ghahremaninejad, F. 2014. The flora of Sarigol National Park, Northern Khorassan Province, Iran. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences 4: 278-307.

Raunkiaer, C. 1934. The Life Form of Plants and Statistical Plant Geography. Clarendon Press, Oxford, 632 pp.

Rechinger, K.H. (ed). 1963–2015. Flora Iranica, vol. 1–181. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt, Graz; vol. 175. Akademische Verlagsgesellschaft, Salzburg; vol. 176–181. Verlag des Naturhistorischen Museums, Wien.

Reed, D.H. 2012. Impact of climate change on biodiversity; *in* Chen, W., Seiner, J., Suzuki, T. & Lackner, M. (editor), Handbook of climate change mitigation. Springer, pp. 505-530.

Saberi, A., Ghahremaninejad, F., Sahebi, S.J. & Joharchi, M.R. 2010. A floristic study of Chahchaheh *Pistacia* forest, NE Iran. Taxonomy and Biosystematics 2: 61–92.

Sang, W. 2009. Plant diversity patterns and their relationships with soil and climatic factors along an altitudinal gradient in the middle Tianshan Mountain area, Xinjiang, China. Ecological Research 24: 303-314.

Tsujino, R & Yumoto, T. 2013. Vascular plant species richness along environmental gradients in a cool temperate to sub-alpine mountainous zone in central Japan. Journal of Plant Research 126: 203-214.

*****

How to cite this article:

Arjmandi, A.A., Ejtehadi, H., Memariani, F. & Mesdaghi, M. 2023. Plant diversity in the understory of plant communities along the elevational gradient in western Aladagh Mountains, northeastern Iran. Nova Biologica Reperta 10: 62-74. (In Persian).

ارجمندی، ع.ا.، اجتهادی، ح.، معماریانی، ف. و مصداقی، م. ۱۴۰۲. بررسی تنوع گیاهی زیراشکوب اجتماعات گیاهی در امتداد گرادیان ارتفاعی در غرب کوه‌های آلاداغ، شمال شرقی ایران. یافته‌های نوین در علوم زیستی ۱۰: ۷۴-۶۲.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1402.10.1.6.9]