



## Research Paper

Evaluation of Understory Plant Species Biodiversity in *Buxus hyrcana* Habitats within Hyrcanian ForestsAlireza Bijani-Nejad<sup>1</sup> , Asghar Fallah<sup>2</sup>, Hamid Jalilvand<sup>3</sup>, and Hamed Asadi<sup>4</sup>

- 1- Ph.D. Student Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, (Corresponding author: alirezabizhani97@gmail.com)  
 2- Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran  
 3- Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran  
 4- Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Received: 17 February, 2024

Accepted: 28 May, 2024

## Extended Abstract

**Background:** The plant biodiversity of any ecosystem is directly affected by its vegetative characteristics and diversity of plant species, which always guarantees the ecosystem's stability against variable environmental and biological factors. Biodiversity indices are measured to compare the biodiversity of different masses and estimate the changes in biodiversity over time at the mass level. The Hyrcanian forests of northern Iran are a legacy left from the third geological period, and today a large part of them has been destroyed in the plains due to destructive human activities. These forests have a special importance for the protection and management in the south of the Caspian Sea. Hyrcanian boxwood (*Buxus hyrcana* Pojark.), which belongs to the Buxaceae family, is the only species of boxwood in the Hyrcanian forests of Iran. It has unique values from various aspects, including economics, tourism, preservation of biodiversity, etc. This valuable species has been threatened by human and natural factors for a long time and its area has decreased in the country. The present research investigates the floristic-physiognomic status of boxwood habitats in Cheshme Bulbul, Sangdeh, Si-Sangan, and Shafarood regions.

**Methods:** In this research, the important habitats of Hyrcanian boxwood were sampled from the protected area of Cheshme Bulbul, Bandar Gaz, Golestan province, as the easternmost distribution area of this species in Hyrcanian forests to Shafarood forests in Gilan province. In total, 125 sample plots of 400 m<sup>2</sup> (20 × 20 m) were planted in the four identified areas (35, 30, 40, and 20 sample plots in Bandar Gaz (Cheshme Bulbul), Frame (Sangdeh), Si Sangan, and Shafarood, respectively). To measure the herbaceous cover of the forest floor in each sample plot, five small plots of four m<sup>2</sup> (2 × 2 m) were walked in the center and four corners of each sample plot to harvest their herbaceous cover. Biodiversity indices, including Shannon, Simpson, and Fisher diversity, Margalf and Menhinik richness, and Pilou, Simpson, and Shannon uniformity, were measured for each of the sample plots. The plants were identified very carefully using the Persian Flora of Iran, the Flora of Iranica, the Flora of Türkiye, and the Flora of Europe. The biological form of any plant was determined and recorded based on the Rankier method. The range of geographical distribution was determined according to the mentioned flora. Then, the belonging of each species to the existing phytochorions was determined and the geographical distribution diagram of the regional plants was drawn using floristic data in the division of the vegetative regions of the earth's surface. Species diversity between habitats was compared with the one-way analysis of variance. Means were compared using the Tukey-HSD test in SPSS software. Graphs were drawn using Excel software (2013).

**Results:** In total, 186 plant species belonging to 68 plant genera were identified in the studied regions. The hemi-cryptophytes (65 species, 34.94%), phanerophytes (40 species, 21.5%), geophytes (37 species, 19.90%), trophytes (36 species, 19.35%), and cryptophytes (5 species, 69.2%) dominated the vegetation composition of Hyrcanian boxwood habitats. Kamephytes were the rarest biological form in the region with a percentage (3 species). The results of the



geographical distribution of plant species in the region showed that the entire flora was mainly of European Siberian (55 species) and multi-regional (38 species) elements, which accounted for more than 50% of the species (93 species). This was followed by Europe-Siberian/Turanian Iran/Mediterranean vegetation areas (25 species, 13.44%), Europe-Siberian/Turanian Iran (25 species, 13.44%), Turanian Iran (16 species, 60.8%), Europe-Siberian/Mediterranean (13 species, 6.70%), and cosmopolitan (8 species, 4.3%) species. The lowest presence in the region was observed for the vegetation areas of Mediterranean/Turanian Iran (5 species, 2.70%), considering that the northern forests are geographically located in the Auxin-Hyrcania state of the Pontic sub-region, which is a large vegetation area belonging to Europe-Siberia. The presence of species belonging to this geographical spectrum in the flora of these regions is not far from expected. Moreover, the presence of species in other geographical areas is a result of the natural patterns of the accidental presence of plant elements from other vegetation areas of the world.

**Conclusion:** The results of this research show higher indices of diversity, uniformity, and species richness in Shamshad Frame and Shafarood habitats, which have a higher average height above sea level than Cheshme Bulbul and Sisangan habitats. The review of the sources shows that physiographic factors play an important role in the indicators of species richness and diversity. Changes in altitude above sea level often lead to changes in environmental conditions, such as temperature, precipitation, and soil characteristics. This diversity in habitat conditions increases its heterogeneity and allows a wider range of species to coexist. As a result, more habitat heterogeneity leads to higher species diversity, which is also reflected in the biodiversity index.

**Keywords:** Biological form, *Buxus* habitats, Flora, Geographical distribution

**How to Cite This Article:** Bijani-Nejad, A., Fallah, A., Jalilvand, H., & Asadi, H. (2024). Evaluation of Understory Plant Species Biodiversity in *Buxus hyrcana* Habitats within Hyrcanian Forests. *Ecol Iran For*, 12(2), 41-58. DOI: [10.61186/ifej.12.2.41](https://doi.org/10.61186/ifej.12.2.41)



## مقاله پژوهشی

## ارزیابی شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های گیاهی زیرآشکوب رویشگاه‌های شمشاد در جنگل‌های هیرکانی

علیرضا بیژنی‌نژاد<sup>۱</sup>، اصغر فلاح<sup>۲</sup>، حمید جلیوند<sup>۳</sup> و حامد اسدی<sup>۴</sup><sup>۱</sup>- دانشجوی دکتری، گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران، (نویسنده مسئول: alirezabizhani97@gmail.com)<sup>۲</sup>- استاد، گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران<sup>۳</sup>- استاد، گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران<sup>۴</sup>- استادیار، گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۸

صفحه ۴۱ تا ۵۸

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** تنوع زیستی گیاهی هر اکوسیستم به‌طور مستقیم تحت ویژگی‌های رویشی و تنوع گونه‌های گیاهی آن قرار دارد که همواره متضمن پایداری این اکوسیستم در مقابل عوامل متغیر محیطی و زیستی است. شاخص‌های تنوع زیستی به‌منظور مقایسه تنوع زیستی توده‌های مختلف و برآورد تغییرات تنوع زیستی در طول زمان در سطح توده اندازه‌گیری می‌شوند. جنگل‌های هیرکانی شمال ایران میراثی به جا مانده از دوران سوم زمین‌شناسی است که امروزه بخش بزرگی از آن در مناطق جلگه‌ای در اثر فعالیت‌های مخرب انسانی نابود شده است. این جنگل‌ها در جنوب دریای خزر دارای اهمیت ویژه‌ای از نظر حفاظتی و مدیریتی است. شمشاد هیرکانی (*Buxus hyrcana* Pojark.) که متعلق به خانواده Buxaceae تنها گونه از جنس شمشاد در جنگل‌های هیرکانی ایران است. از جنبه‌های مختلفی از جمله اقتصادی، توریسم، حفظ تنوع زیستی و غیره ارزش‌های منحصر به‌فردی دارد. این گونه با ارزش از دیدار مورد تهدید عوامل انسانی و طبیعی بوده و از سطح آن‌ها در کشور کاسته شده است. پژوهش حاضر به مطالعه فلورستیک- فیزیونومیک رویشگاه‌های شمشاد در مناطق چشمه بلبل، سنگده، سی‌سنگان و شقارود پرداخته است.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش رویشگاه‌های مهم شمشاد هیرکانی از منطقه حفاظت‌شده چشمه بلبل بندر گز استان گلستان به‌عنوان شرقی‌ترین ناحیه پراکنش این گونه در جنگل‌های هیرکانی تا جنگل‌های شقارود در استان گیلان نمونه‌برداری شدند. به‌طور کلی در چهار منطقه مورد شناسایی ۱۲۵ قطعه نمونه ۴۰۰ مترمربعی (۲۰×۲۰ متر) پیاده شد. بندر گز (چشمه بلبل) ۳۵ قطعه نمونه، فریم (سنگده) ۳۰ قطعه نمونه، سی‌سنگان ۴۰ قطعه نمونه و شقارود ۲۰ قطعه نمونه. در هر قطعه نمونه برای اندازه‌گیری پوشش علفی کف جنگل، تعداد پنج ریز قطعه چهار مترمربعی (۲×۲ متر) در مرکز و چهار گوشه هر قطعه نمونه پیاده و نسبت به برداشت پوشش علفی آنها اقدام شد. شاخص‌های تنوع زیستی برای هریک از قطعات نمونه، شامل تنوع شانون، سیمپسون و فیشر، غنای مارگالف و یکنواختی پیلو، سیمپسون و شانون اندازه‌گیری شد. شناسایی گیاهان با دقت بسیار و با استفاده از فلور فارسی ایران، فلور ایرانیکا، فلور ترکیه و فلور اروپا انجام شد. شکل زیستی هرگونه گیاهی بر اساس روش رانکایر مشخص و ثبت شد. محدوده پراکنش جغرافیایی هرگونه با توجه به فلورهای ذکر شده، تعیین شد. سپس با استفاده از داده‌های فلورستیک در تقسیم‌بندی نواحی رویشی سطح کره زمین، تعلق هریک از گونه‌ها به فیتوگورب‌های موجود مشخص و نمودار پراکنش جغرافیایی گیاهان منطقه رسم شد. به‌منظور مقایسه تنوع گونه‌ای بین رویشگاه‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده و به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون Tukey-HSD در محیط نرم‌افزار SPSS و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel-2013 انجام شد.

**یافته‌ها:** به‌طور کلی تعداد ۱۸۶ گونه گیاهی متعلق به ۶۸ تیره گیاهی شناسایی شد. نتایج نشان داد همی‌کریپتوفیت‌ها با ۳۴/۹۴ درصد (۶۵ گونه)، فانروفیت‌ها با ۲۱/۵ درصد (۴۰ گونه)، ژئوفیت‌ها با ۱۹/۹۰ درصد (۳۷ گونه)، تروفیت‌ها با ۱۹/۳۵ درصد (۳۶ گونه) و کریپتوفیت‌ها با ۲/۶۹ درصد (۵ گونه) شکل‌های زیستی چیره ترکیب رستنی رویشگاه‌های شمشاد هیرکانی را به‌خود اختصاص دادند. کامه‌فیت‌ها نیز با درصد (۳ گونه) کمبای‌ترین شکل زیستی منطقه بودند. نتایج بررسی پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی منطقه نشان داد کل فلور عمدتاً از عناصر اروپا - سبیری (۵۵ گونه) و چند ناحیه‌ای (۳۸ گونه) بوده که بیش از ۵۰ درصد گونه‌ها (تعداد ۹۳ گونه) را به‌خود اختصاص داده‌اند. پس از آن گونه‌های نواحی رویشی اروپا- سبیری / ایران تورانی / مدیترانه‌ای (۲۵ گونه، ۱۳/۴۴ درصد)، اروپا- سبیری / ایران تورانی (۲۵ گونه، ۱۳/۴۴ درصد)، ایران تورانی (۱۶ گونه، ۸/۶۰ درصد)، اروپا- سبیری / مدیترانه‌ای (۱۳ گونه، ۶/۷۰ درصد)، جهان وطن (۸ گونه، ۴/۳ درصد) قرار داشتند. نواحی رویشی مدیترانه / ایران تورانی (۵ گونه، ۲/۷۰ درصد) دارای کم‌ترین میزان حضور در سطح منطقه بودند با توجه به این‌که جنگل‌های شمال از نظر جغرافیایی به ایالت اکسین- هیرکانی از زیرحوزه پونتیک از ناحیه رویشی بزرگ اروپا- سبیری تعلق دارند، حضور گونه‌های متعلق به این طیف جغرافیایی در فلور این مناطق دور از انتظار نیست. همچنین حضور گونه‌های دیگر نواحی جغرافیایی نتیجه‌ای از الگوهای طبیعی حضور اتفاقی عناصر گیاهی از سایر مناطق رویشی جهان است.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این پژوهش نشان داد که رویشگاه‌های شمشاد فریم و شقارود دارای مقایر بالاتری از شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای می‌باشند. این دو رویشگاه میانگین ارتفاع از سطح دریا بالاتری نسبت به رویشگاه‌های چشمه بلبل و سی‌سنگان می‌باشند. مرور منابع نشان می‌دهد که عوامل فیزیوگرافی نیز نقش مهمی در شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای ایفا می‌کنند. تغییرات ارتفاع از سطح دریا اغلب منجر به تغییرات در شرایط محیطی مانند دما، بارش و ویژگی‌های خاک می‌شود. این تنوع در شرایط رویشگاه باعث افزایش ناهمگونی آن شده و به طیف وسیع‌تری از گونه‌ها امکان همزیستی می‌دهد. در نتیجه، ناهمگونی بیشتر رویشگاه منجر به تنوع گونه‌ای بالاتر می‌شود که در شاخص تنوع زیستی هم منعکس می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پراکنش جغرافیایی، رویشگاه‌های شمشاد، شکل زیستی، فلور

## مقدمه

محیطی و زیستی است (Mesadaghi, 2005). یکی از اهداف مهم جنگلداری نوین، حفظ ساختار و تنوع زیستی بوم‌سازگان‌هاست. به این‌منظور برای مدیریت جنگل، به ابزارهایی نیاز است که بتوان با صرف کمترین هزینه و زمان

تنوع زیستی گیاهی هر اکوسیستم به‌طور مستقیم تحت ویژگی‌های رویشی و تنوع گونه‌های گیاهی آن قرار دارد که همواره متضمن پایداری این اکوسیستم در مقابل عوامل متغیر

به بررسی وضعیت فعلی و همچنین تغییرات ایجاد شده بر اثر فعالیت‌های مدیریتی و تکامل طبیعی جنگل پرداخت. تنوع زیستی جنگل منبع بسیار مهم و با ارزشی است، زیرا گونه‌های موجود در جنگل و ذخایر ژنتیکی تشکیل دهنده آن برای سلامتی و تأمین نیازهای بشر و سایر موجودات دارای اهمیت بوده و به‌طور قطع نبود تنوع زیستی تهدید خطرناکی برای بقای انسان و سایر موجودات زنده محسوب می‌شود (Kery et al., 2006). آگاهی از مفاهیم تنوع زیستی برای جنگلداران، برنامه‌ریزان و سایر مدیران منابع طبیعی اهمیت به‌سزایی دارد (Jahani et al., 2020). زیرا حفاظت تنوع زیستی ارزشمند بوده و در مدیریت جنگل و برنامه‌ریزی جنگلداری نوین با اهمیت است (Tadesse et al., 2019).

شاخص‌های تنوع زیستی به‌منظور مقایسه تنوع زیستی توده‌های مختلف و برآورد تغییرات تنوع زیستی در طول زمان در سطح توده اندازه‌گیری می‌شوند. همچنین، این شاخص‌ها در مدیریت جنگل برای کمی کردن تأثیر عملیات پرورشی بر روی ساختار توده و نیز در برآورد سطوح مناسب برای انجام عملیات پرورشی کاربرد دارند که در واقع ابزارهایی کنترلی در مدیریت جنگل می‌باشند (Alijani et al., 2012). در مطالعات جنگلداری معمولاً به بررسی تنوع گونه‌ای پرداخته و شاخص‌هایی چون تنوع (Diversity)، غنای گونه‌ای (Richness) و یکنواختی (Evenness) استخراج می‌شود (Lessa Derci et al., 2020). غنای گونه‌ای به تعداد گونه‌ها اشاره می‌کند و یکنواختی مرتبط به‌نحوی توزیع افراد در بین گونه‌هاست (Ejtehad et al., 2004). امروزه اهمیت تنوع در زمینه‌های مختلف آشکار شده است، به‌طوری‌که اهداف مدیریت پوشش گیاهی عمدتاً به‌سمت افزایش تنوع متمرکز شده است (Zhang et al., 2019). به‌طوری‌که هرچه تنوع گونه‌ای در یک اکوسیستم بیشتر باشد، زنجیره‌ها و شبکه‌های حیاتی پیچیده‌تر و توانایی اکوسیستم در مقابله با تنش‌ها بیشتر و در نتیجه محیط پایدارتر و از شرایط خود تنظیمی بیشتری برخوردار خواهد بود (Bagherian et al., 2020). یکی از مهم‌ترین سطوح تنوع در جنگل‌ها نیز تنوع پوشش علفی است. گیاهان غیرچوبی زیر آشکوب که در علوم جنگل گیاهان علفی نیز نامیده می‌شوند، براساس سرشت بوم‌شناختی خود، در شرایط منحصر به‌فردی از نظر دما، رطوبت و شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک استقرار می‌یابند (Namdari et al., 2020). بنابراین، با توجه به نوع و گستره حضور گیاهان علفی مستقر شده در یک منطقه می‌توان ظرفیت بوم‌شناختی و خصوصیات محیطی آن رویشگاه را تعیین کرد. از طرف دیگر، با بررسی پوشش زیرآشکوب جنگل می‌توان تغییرات آینده جنگل را پیش‌بینی کرد (Wu et al., 2019). علاوه بر پوشش علفی، تنوع زادآوری جنگل نیز نقش بسیار مهمی در پیش‌بینی نوع آمیختگی آینده جنگل و میزان پایداری آن دارد (Zhang et al., 2019). زادآوری در جنگل به دو صورت طبیعی و مصنوعی انجام می‌گیرد. تجدید نسل جنگل‌های طبیعی عمدتاً توسط بذر صورت می‌گیرد. زادآوری طبیعی در عمل فاقد هزینه است و نهال‌های رایگان در اختیار مجریان طرح مدیریت جنگل قرار می‌دهد (Bidar Lord et

al., 2021). از سوی دیگر، زادآوری طبیعی باعث انتقال خصوصیات اثری درختان به نسل بعدی می‌شود که این امر از نظر حفظ ذخایر ژنتیکی و مقاوم بودن به شرایط جوی و محیطی آن محل دارای اهمیت است (Salahi et al., 2018). در مطالعات تکمیلی، بررسی تنوع زادآوری در تعیین ترکیب و جریان این انتقال ذخایر ژنتیکی نیز کاربرد دارد. عوامل متعددی در تعیین ترکیب و تنوع پوشش گیاهی در جنگل اثرگذار است (Moslemi Seyed Mahalle et al., 2019). آمیختگی یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر تنوع پوشش علفی و زادآوری به‌شمار می‌رود. در مجموع نوع آمیختگی با اثرگذاری بر مشخصه‌های جنگل ازجمله ساختار، نور ورودی و نرخ تجزیه لاشبرگ بر ترکیب و تنوع پوشش علفی جنگل اثر گذاشته و آن را تغییر می‌دهد (Moslemi Seyed Mahalle et al., 2019). در مورد زادآوری بالاتر بودن تعداد زادآوری گونه غالب در توده‌های خالص مورد انتظار است، اما در توده‌های آمیخته حضور و عدم حضور زادآوری گونه‌های مختلف به‌سختی قابل پیش‌بینی است. بنابراین، شناخت اثرات آمیختگی بر ترکیب و تنوع زادآوری در تصمیم‌های کلان در تعیین نوع مدیریت آینده جنگل اثرگذار است.

از مطالعات مرتبط در این زمینه می‌توان به مطالعات بذباری و همکاران (Bazyari et al., 2021) اشاره کرد. در بررسی تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در توده‌های طبیعی و جنگلی هیرکانی غربی نشان دادند که شاخص‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون و شانون وینر و شاخص غنای مارکالف از نظر آماری معنی‌دار نبودند و شاخص‌های غنای منهنیک و شاخص‌های یکنواختی کامارگو و اسمیت ویلسون اختلاف معنی داری را نشان دادند. نادافرد و همکاران (Nadaffard et al., 2021) نقش حفاظتی توده‌های جنگلی آمیخته پهن‌برگ معتدله برای غنا و تنوع گونه‌های گیاهی آشکوب علفی و زادآوری اشاره کردند. مسلمی و همکاران (Moslemi Seyed Mahalle et al., 2019) اثر توده‌های مختلف (راشستان خالص، جنگل آمیخته، جنگلکاری زبان گنجشک، جنگل کاری نوئل و جنگل مخروطه) جنگلی بر تنوع زیستی پوشش علفی کف و زادآوری در سری الندان ساری را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که بیشترین تنوع زادآوری و پوشش علفی مربوط به توده آمیخته بود.

لسا و همکاران (Lessa Derci et al., 2020) اشاره کرد که شاخص‌های تنوع گیاهی را در جنگل‌های مدیریت شده (خالص) و جنگل‌های آمیخته طبیعی آلمان مورد مقایسه قرار دادند نتایج مطالعه آنها نشان داد که تنوع کل در جنگل‌های طبیعی بیشتر از مدیریت شده است. ژیانگ و همکاران (Zhang et al., 2019) در مطالعه‌ای در کشور چین تنوع پوشش علفی در توده‌های آمیخته سوزنی‌برگ و پهن‌برگ را از توده‌های خالص سوزنی‌برگ بیشتر گزارش کردند.

شمشاد هیرکانی (*Buxus hyrcana* Pojark.) که متعلق به خانواده *Buxaceae* تنها گونه از جنس شمشاد در جنگل‌های هیرکانی ایران است. از جنبه‌های مختلفی از جمله

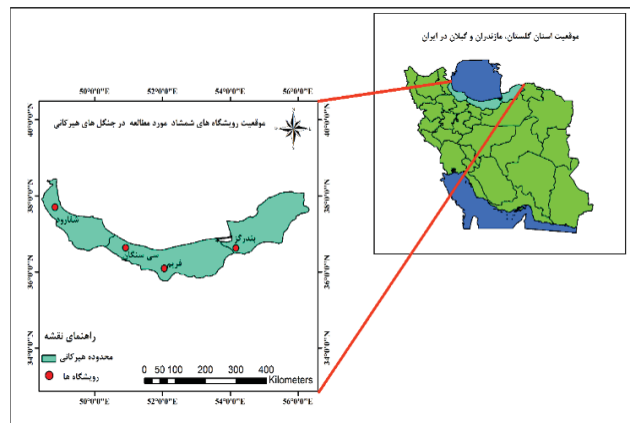
حال توسعه است و درختان شمشاد (از نهال تا درخت مسن) در اثر تغذیه لاروهای این آفت دچار خشکیدگی شده‌اند. این مسئله، ضرورت اقدامی جدی را برای کنترل این آفات ایجاب می‌کند (Zamani et al., 2017).

با عنایت به مطالب بالا این پژوهش در نظر دارد به مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی رویشگاه‌های باقیمانده و کمتر آسیب دیده این گونه ارزشمند در سطح سه استان شمالی کشور بپردازد.

### مواد و روش منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش رویشگاه‌های مهم شمشاد هیرکانی از منطقه حفاظت‌شده چشمه بلبل بندر گز استان گلستان به‌عنوان شرقی‌ترین ناحیه پراکنش این گونه در جنگل‌های هیرکانی تا جنگل‌های شفارود در استان گیلان نمونه‌برداری شدند (شکل ۱). این رویشگاه‌ها در بازه ارتفاعی بین ۳۵ متر از سطح دریا (پارک جنگلی سی‌سنگان) تا ۱۳۶۰ متر از سطح دریا (جنگل‌های فریم سوادکوه) به‌عنوان مرتفع‌ترین رویشگاه شمشاد در جنگل‌های هیرکانی، قرار داشتند. اطلاعات توپوگرافی، زمین‌شناسی و خاک‌شناسی مناطق مورد بررسی به تفکیک در جدول ۱ و اطلاعات آب‌وهوایی، شامل متوسط بارندگی سالیانه، دمای متوسط سالیانه و اقلیم در جدول ۲ ذکر شده است (Asadi, 2016; Pakdelfar, 2021).

اقتصادی، توریسم، حفظ تنوع زیستی و غیره ارزش‌های منحصر به فردی دارد، این گونه با ارزش از دیرباز مورد تهدید عوامل انسانی و طبیعی بوده و از سطح آن‌ها در کشور کاسته شده است، به‌طوری که به‌دلیل تخریب و حذف در ارتفاعات جلگه‌ای جنگل‌های شمال و ناسازگاری با رشد در ارتفاعات بالا، محدودیت رویشگاهی دارد. درخت شمشاد از یک سو به‌دلیل تولید چوب با ارزش، همواره مورد سوء استفاده قرار گرفته و سطوح وسیعی از جنگل‌های آن توسط قاچاقچیان بهره‌برداری شده است. از سوی دیگر به‌دلیل این که اغلب رویشگاه‌های شمشاد در مناطق پایین‌دست و جنگلی جلگه‌ای قرار دارند افزایش جمعیت و توسعه شهرها به‌شدت در معرض تغییر کاربری قرار گرفته است و از مساحت این رویشگاه‌های با ارزش به میزان زیادی کاسته شده است. متأسفانه، در سال‌های اخیر وقوع بیماری بلایت شمشاد و هجوم آفت برگ‌خوار شب‌پره شمشاد آن را در معرض خطر نابودی قرار داده است، این بیماری ابتدا در سال ۱۳۸۹، نخستین بار در جنگل‌های آستارا و تالش در استان گیلان دیده شد. اما در سال ۱۳۹۱، ابتدای اکثر نقاط جنگل‌های گیلان و مازندران به قارچ *Calonectria pseudonaviculata* گزارش شد (Mirabolfathy et al., 2013). علاوه بر بیماری بلایت متأسفانه آفت شب‌پره شمشاد (*Cydalis perspectalis*) (Walker) از اوایل خرداد ماه ۱۳۹۵ به‌دلایل نامعلومی (همراه با گونه‌های شمشاد زیتنی و یا گردشگران خارجی) وارد کشور شد و به‌سرعت روی این میزبان در مناطق شمالی کشور در



شکل ۱- موقعیت و گستره مناطق مورد مطالعه در جنگل‌های هیرکانی و ایران  
Figure 1. The location and extent of the studied areas in Hyrcanian forests and Iran

جدول ۱- نام، اطلاعات توپوگرافی، زمین‌شناسی و خاک‌شناسی مناطق مورد بررسی (Asadi, 2016 & Pakdelfar., 2021)

| مشخصات خاک‌شناسی<br>Soil characteristics                                                                                                                                                                                  | مشخصات زمین‌شناسی<br>Geological characteristics                                                                                           | محدوده ارتفاعی<br>Altitude range | منطقه<br>region             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| قهوه‌ای جنگلی با pH قلیایی، قهوه‌ای شسته شده با افق کلسیک<br>Forest brown with alkaline pH, washed brown with classical horizon                                                                                           | سنگ آهک دولومیتی، سنگ آهک سفیدرنگ<br>Dolomite limestone, white limestone                                                                  | 55-260                           | چشمه بلبل<br>cheshmehbolbol |
| انواع تپ خاک مشتمل بر راندرین تیبیک، قهوه‌ای جنگلی و قهوه‌ای شسته شده جنگلی با افق‌های آرزلیک و کلسیک<br>Types of soil including typical randzin, forest brown and forest washed brown with argillic and calcic horizons. | آهکی، سیلستون، شیل ذغالی به همراه کمی مارن آهکی و کنگلومرا<br>Limestone, siltstone, coal shale with some calcareous marl and conglomerate | 900-1360                         | فریم<br>Farim               |
| خاک راندرین، قهوه‌ای جنگلی با pH قلیایی<br>Randzin soil, forest brown with alkaline pH                                                                                                                                    | سنگ آهکی و دولومیتی سازند الیکا<br>Limestone and dolomite of Elik Formation                                                               | 35-125                           | سی‌سنگان<br>Sisangan        |
| قهوه‌ای جنگلی اسیدی، قهوه‌ای آهکی، راندرین نیمه عمیق<br>Acid forest brown, lime brown, semi-deep randzin                                                                                                                  | بازالت ها و سنگ‌های آتشفشانی فرسایش یافته با آهک سخت<br>Basalts and volcanic rocks eroded with hard lime                                  | 516-1033                         | شفارود<br>Shafarood         |

جدول ۲- اطلاعات آب و هوایی مناطق مورد بررسی (Asadi, 2016 &amp; Pakdelfar., 2021)

| نام منطقه      | متوسط بارندگی سالانه (میلی‌متر) | متوسط درجه حرارت سالانه (سانتی‌گراد)    | اقلیم (اقلیم نمای آمبرزه)      |
|----------------|---------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|
| region         | Average annual rainfall (mm)    | Average annual temperature (centigrade) | Climate (Amberge climate)      |
| چشمه بلبل      | 537                             | 14.4                                    | مرطوب معتدل                    |
| Cheshme Bulbul |                                 |                                         | Moderately humid               |
| فریم           | 900                             | 13                                      | مرطوب سرد                      |
| Farim          |                                 |                                         | wet cold                       |
| سی‌سنگان       | 1274                            | 18                                      | خیلی مرطوب با زمستان‌های معتدل |
| Sisangan       |                                 |                                         | Very humid with mild winters   |
| شفارود         | 956.4                           | 11                                      | مرطوب سرد                      |
| Shafarood      |                                 |                                         | wet cold                       |

## روش پژوهش

**نحوه اندازه‌گیری در قطعه نمونه:** به‌طور کلی در چهار منطقه مورد شناسایی ۱۲۵ قطعه نمونه ۴۰۰ مترمربعی (۲۰ × ۲۰ متر) پیاده شد. (بندر گز (چشمه بلبل) ۳۵ قطعه نمونه، فریم (سنگده) ۳۰ قطعه نمونه، سی‌سنگان ۴۰ قطعه‌نمونه و شفارود ۲۰ قطعه‌نمونه). در هر قطعه‌نمونه برای

اندازه‌گیری پوشش علفی کف جنگل، تعداد پنج ریز قطعه چهار مترمربعی (۲ × ۲ متر) در مرکز و چهار گوشه هر قطعه‌نمونه پیاده و نسبت به برداشت پوشش علفی آنها اقدام شد. شاخص‌های تنوع زیستی برای هریک از قطعات نمونه، شاخص‌های تنوع زیستی مندرج در جدول ۳ محاسبه شد.

جدول ۳- شاخص‌های تنوع زیستی مورد استفاده در این پژوهش

| شاخص‌ها                              | منبع          | فرمول                              |
|--------------------------------------|---------------|------------------------------------|
| Indices                              | Source        | Formula                            |
| شاخص غنای گونه‌ای                    | Maguran, 1988 | $R = S$                            |
| Species richness                     |               |                                    |
| شاخص تنوع شانون - وینر               | Peet, 1974    | $H = - \sum p_i \log p_i$          |
| Shannon entropy index                |               |                                    |
| شاخص تنوع سیمپسون                    | Simpson, 1949 | $\lambda = 1 - \sum_{i=1}^n p_i^2$ |
| Simpson concentration index          |               |                                    |
| شاخص یکنواختی پیلو                   | Peet, 1974    | $J = \frac{1}{\log S}$             |
| Pielou's or Shannon's evenness index |               |                                    |
| شاخص یکنواختی سیمپسون                | Simpson, 1949 | $Equitability = \frac{1}{DS}$      |
| equitability index                   |               |                                    |
| شاخص هیل ۱                           | Hill, 1973    | ${}^1D = e^H$                      |
| Hill index 1                         |               |                                    |
| شاخص هیل ۲                           | Hill, 1973    | ${}^2D = \frac{1}{D}$              |
| Hill index 2                         |               |                                    |

S: تعداد گونه‌ها،  $P_i$ : نسبت درصد تاج پوشش گونه  $i$  ام،  $\Pi_i$ : مجموع درصد تاج پوشش گونه‌ها (N)

S: the number of species,  $P_i$ : the ratio of the cover percentage of the  $i$ th species,  $\Pi_i$ : the total percentage of the cover of the species (N)

## شناسایی گیاهان:

شناسایی گیاهان با دقت بسیار و با استفاده از فلور فارسی ایران (Assadi et al., 1988- 2011)، فلور ایرانیکا (Davis, 1965-)، فلور ترکیه (Rechinger, 1965-1998) و فلور اروپا (Tutin et al., 1964-1980) انجام شد. شکل زیستی هرگونه گیاهی براساس روش (Raunkiaer, 1934) مشخص و ثبت شد. محدوده پراکنش جغرافیایی هرگونه با توجه به فلورهای ذکر شده، تعیین شد. سپس براساس روش Zohary (1973) یعنی استفاده از داده‌های فلوربستیکی در تقسیم‌بندی نواحی رویشی سطح کره زمین، تعلق هریک از گونه‌ها به فیتوکورپون‌های موجود مشخص و نمودار پراکنش جغرافیایی گیاهان منطقه رسم شد.

## روش تجزیه و تحلیل داده‌ها:

پس از تشکیل بانک اطلاعاتی داده‌های اندازه‌گیری شده در نرم‌افزار اکسل، به‌منظور مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی رویشگاه‌های مورد مطالعه از روش آنالیز واریانس یکطرفه استفاده شد. البته قبل از انجام این تحلیل از نرمال بودن و همگن بودن داده‌ها توسط آزمون کولموگروف اسمیرنوف

اطمینان حاصل شد. به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون Tukey-HSD در محیط نرم‌افزار SPSS و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel-2013 انجام شد.

## نتایج

بررسی شکل‌زیستی گونه‌های گیاهی منطقه به‌روش Raunkiaer نشان داد به‌طور کلی تعداد ۱۸۶ گونه گیاهی متعلق به ۶۸ تیره گیاهی شناسایی شد (جدول ۳). تیره Poaceae با تعداد ۱۵ گونه گیاهی، تیره Rosaceae با تعداد ۱۲ گونه گیاهی، تیره Asteraceae با ۹ گونه گیاهی، Lamiaceae با ۸ گونه گیاهی، Cyperaceae، Geraniaceae، Fabaceae و Cyperaceae با ۶ گونه گیاهی و Campanulaceae، Brassicaceae، Apiaceae، Violaceae و Fagaceae با ۵ گونه گیاهی به‌عنوان غنی‌ترین تیره‌های گیاهی موجود در رویشگاه‌های شمشاد معرفی شدند که در مجموع ۵۰ درصد (۹۳ گونه گیاهی) از کل گونه‌ها را شامل می‌شوند (جدول ۴).

## جدول ۴- فهرست گونه‌های گیاهی شناسایی شده در رویشگاه‌های شمشاد هیرکانی

Table 4. List of plant species identified in Hyrkani boxwood habitats

| پراکنش جغرافیایی<br>Geographical<br>distribution | شکل<br>زیستی<br>biological<br>form | مناطق مورد مطالعه<br>Study areas |                      |               |                            | نام تیره و نام گونه گیاهی<br>genus name and plant species name |
|--------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                                  |                                    | شفارود<br>Shafarood              | سی‌سنگان<br>Sisangan | فریم<br>Farim | چشمه بلبل<br>CheshmeBulbul |                                                                |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            |                                                                |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Aceraceae</b>                                               |
| ES                                               | Ph                                 | *                                | *                    | *             | *                          | <i>Acer velutinum</i>                                          |
| ES                                               | Ph                                 | *                                | *                    | *             |                            | <i>Acer cappadocicum Gled</i>                                  |
| ES                                               | Ph                                 | *                                |                      |               |                            | <i>Acer campestre</i>                                          |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Amaryllidaceae</b>                                          |
| IT                                               | GR                                 | *                                |                      |               |                            | <i>Allium paradoxum (M.Bieb.) G.Don</i>                        |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Amaranthaceae</b>                                           |
| ES, M                                            | Th                                 |                                  |                      |               | *                          | <i>Amaranthus retroflexus</i>                                  |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Apiaceae</b>                                                |
| ES-IT                                            | Hem                                | *                                |                      |               |                            | <i>Cervaria cervariifolia C.A.Mey.) Pimenov</i>                |
| ES-M                                             | Th                                 | *                                |                      |               |                            | <i>Froriepia subpinnata (Ledeb.) Baill</i>                     |
| PL                                               | Hem                                | *                                |                      | *             |                            | <i>Sanicula europaea L</i>                                     |
| PL                                               | Th                                 | *                                |                      |               |                            | <i>Torilis arvensis (Huds.) Link</i>                           |
| ES-M-IT                                          | Hem                                |                                  |                      | *             |                            | <i>Eryngyum caucasicum Trautv.</i>                             |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Araceae</b>                                                 |
| IT                                               | GR                                 | *                                |                      |               |                            | <i>Arum macolatum L</i>                                        |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Araliaceae</b>                                              |
| ES                                               | Ph                                 |                                  | *                    |               |                            | <i>Hedera helix</i>                                            |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Asparagaceae</b>                                            |
| ES                                               | Ph                                 | *                                |                      |               |                            | <i>Danae racemosa (L.) Moench</i>                              |
| ES                                               | Cry                                | *                                |                      | *             |                            | <i>Fessia greilhuberi (Speta) Speta</i>                        |
| ES-M-IT                                          | GR                                 |                                  |                      | *             |                            | <i>Polygonatum oriental</i>                                    |
| ES                                               | Ph                                 |                                  | *                    |               | *                          | <i>Ruscus hyrcanus</i>                                         |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Aspleniaceae</b>                                            |
| PL                                               | GR                                 | *                                |                      |               |                            | <i>Asplenium adiantum-nigrum</i>                               |
| PL                                               | GR                                 | *                                | *                    | *             |                            | <i>Asplenium scolopendrium L</i>                               |
| COS                                              | GR                                 | *                                |                      |               |                            | <i>Asplenium trichomanes L</i>                                 |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Asclepiadaceae</b>                                          |
| IT                                               | Hem                                | *                                |                      |               |                            | <i>Vincetoxicum scandens Sommer &amp; Levier</i>               |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Asteraceae</b>                                              |
| COS                                              | Hem                                |                                  |                      | *             |                            | <i>Tanacetum parthenium</i>                                    |
| ES-M                                             | Hem                                |                                  |                      | *             |                            | <i>Silybum marianum</i>                                        |
| IT                                               | Hem                                |                                  | *                    | *             |                            | <i>Gundelia tournefortii</i>                                   |
| M- IT                                            | Th                                 |                                  |                      | *             |                            | <i>Xanthinum strumarium</i>                                    |
| ES-M-IT                                          | Th                                 |                                  |                      |               | *                          | <i>Artemisia annua</i>                                         |
| ES- IT                                           | Hem                                |                                  |                      | *             |                            | <i>Achillea mllefulum</i>                                      |
| PL                                               | Th                                 |                                  |                      |               | *                          | <i>Carpesium cernuum L</i>                                     |
| IT                                               | Hem                                | *                                |                      |               |                            | <i>Leontodon asperimus (Willd.) End</i>                        |
| ES- IT                                           | Hem                                |                                  |                      | *             |                            | <i>Erigeron canadensis L</i>                                   |
| ES                                               | Hem                                |                                  |                      | *             |                            | <i>Centaurea hyrcanica Bornm</i>                               |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Betulaceae</b>                                              |
| ES                                               | Ph                                 | *                                |                      | *             |                            | <i>Alnus subcordata</i>                                        |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Brassicaceae</b>                                            |
| IT                                               | Hem                                | *                                |                      |               |                            | <i>Nasturtium microphyllum</i>                                 |
| ES                                               | Hem                                |                                  |                      | *             |                            | <i>Hesperis hyrcana Bornm. &amp; Gauba</i>                     |
| ES- IT                                           | Hem                                |                                  |                      | *             |                            | <i>Turritis glabra L</i>                                       |
| ES                                               | Th                                 |                                  |                      | *             |                            | <i>Thlaspi arvense</i>                                         |
| IT                                               | Hem                                |                                  |                      |               | *                          | <i>Sisymbrium officinalis</i>                                  |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Boraginaceae</b>                                            |
| ES                                               | Th                                 | *                                |                      |               |                            | <i>Myosotis anomala Riedl</i>                                  |
| ES                                               | Hem                                | *                                |                      |               |                            | <i>Nonea lutea (Desr.) DC</i>                                  |
| PL                                               | Th                                 |                                  |                      |               | *                          | <i>Asperugo procumbens</i>                                     |
| PL                                               | Hem                                |                                  | *                    |               |                            | <i>Cynoglossum creticum Mill.</i>                              |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Buxuaceae</b>                                               |
| ES                                               | Ph                                 | *                                | *                    | *             | *                          | <i>Buxus hyrcana (Pojark.) Takht</i>                           |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Caprifoliaceae</b>                                          |
| IT                                               | Ph                                 | *                                |                      |               |                            | <i>Lonicera Floribunda</i>                                     |
| ES-M- IT                                         | Hem                                | *                                | *                    | *             | *                          | <i>Sambucus ebulus L</i>                                       |
|                                                  |                                    |                                  |                      |               |                            | <b>Campanulaceae</b>                                           |
| ES                                               | Hem                                | *                                |                      |               |                            | <i>Campanula rapunculoides L</i>                               |

ارزیابی شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های گیاهی زیرآشکوب رویشگاه‌های شمشاد در جنگل‌های هیرکانی ..... ۴۸

|                         |     |   |   |   |   |                                                 |
|-------------------------|-----|---|---|---|---|-------------------------------------------------|
| IT                      | Hem | * |   | * |   | <i>Campanula rapunculus</i> L                   |
| IT                      | Hem |   |   | * |   | <i>Campanula odontosepala</i> Boiss             |
| PL                      | Hem |   |   | * |   | <i>Campanula glomerata</i> L                    |
| IT- ES                  | Hem |   | * |   |   | <i>Campanula isophylla</i>                      |
| <b>Caryophyllaceae</b>  |     |   |   |   |   |                                                 |
| COS                     | Th  | * |   | * |   | <i>Cerastium dichotomum</i> L                   |
| COS                     | Th  | * |   |   |   | <i>Stellaria media</i> (L.) Vill                |
| IT- ES                  | Th  |   |   | * |   | <i>Silene latifolia</i> Poir                    |
| <b>Celasteraceae</b>    |     |   |   |   |   |                                                 |
| ES                      | Ph  | * |   |   |   | <i>Euonymus Velutinus</i>                       |
| ES                      | ph  | * |   |   |   | <i>Euonymus latifolius</i>                      |
| <b>Convolvulaceae</b>   |     |   |   |   |   |                                                 |
| ES                      | Hem | * |   |   |   | <i>Calystegia sylvatica</i> (Kit.) Griseb       |
| ES                      | Hem |   | * |   |   | <i>Calystegia sepium</i>                        |
| <b>Corylaceae</b>       |     |   |   |   |   |                                                 |
| ES                      | Ph  | * |   |   | * | <i>Carpinus betulus</i>                         |
| M-IT                    | Ph  | * |   | * |   | <i>Carpinus orientalis</i>                      |
| <b>Cornaceae</b>        |     |   |   |   |   |                                                 |
| ES-IT                   | ph  | * | * | * | * | <i>Cornus sanguinea</i>                         |
| <b>Crassulaceae</b>     |     |   |   |   |   |                                                 |
| ES                      | Hem | * |   |   |   | <i>Sedum stoloniferum</i> S.G.Gmel              |
| ES-IT- M                | Hem |   |   | * |   | <i>Sedum hispanicum</i> L                       |
| ES                      | Hem |   |   | * |   | <i>Sedum album</i>                              |
| <b>Cruciferae</b>       |     |   |   |   |   |                                                 |
| ES -IT                  | Hem |   |   | * |   | <i>Cardamine brasicaceae</i>                    |
| ES                      | Th  | * |   |   |   | <i>Microthlaspi umbellatum</i> F.K. Mey         |
| <b>Cyperaceae</b>       |     |   |   |   |   |                                                 |
| ES-M-IT                 | GS  | * |   |   |   | <i>Carex digitata</i> L                         |
| ES-M-IT                 | GS  | * |   |   |   | <i>Carex divulsa</i> Stokes                     |
| ES                      | Hem | * |   |   |   | <i>Carex phyllostachys</i> C.A.Mey              |
| ES                      | GS  | * |   |   |   | <i>Carex strigosa</i> Huds                      |
| ES-M                    | GR  | * | * | * | * | <i>Carex sylvatica</i> Huds                     |
| ES-M                    | GR  |   |   | * | * | <i>Carex pendula</i>                            |
| <b>Dennstaedtiaceae</b> |     |   |   |   |   |                                                 |
| COS                     | GR  | * |   | * |   | <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn            |
| <b>Dioscoreaceae</b>    |     |   |   |   |   |                                                 |
| ES-M                    | GR  | * |   |   |   | <i>Dioscorea communis</i> (L.) Caddick & Wilkin |
| <b>Dryopteridaceae</b>  |     |   |   |   |   |                                                 |
| ES                      | GR  | * |   |   |   | <i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray     |
| PL                      | GR  | * |   |   |   | <i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Roth ex Mert  |
| <b>Ebenaceae</b>        |     |   |   |   |   |                                                 |
| PL                      | Ph  |   | * |   |   | <i>Diospyros Lotus</i>                          |
| <b>Euphorbiaceae</b>    |     |   |   |   |   |                                                 |
| ES-M                    | GR  |   |   | * |   | <i>Euphorbia amygdaloides</i> L                 |
| <b>Fabaceae</b>         |     |   |   |   |   |                                                 |
| PL                      | Th  |   |   | * |   | <i>Medicago sativa</i>                          |
| PL                      | Hem |   |   | * |   | <i>Lathyrus sativus</i>                         |
| IT                      | Th  |   |   |   | * | <i>Onobrychis sativa</i>                        |
| <b>Faboideae</b>        |     |   |   |   |   |                                                 |
| IT-ES                   | Hem |   |   | * |   | <i>Vicia sylvatica</i>                          |
| <b>Fagaceae</b>         |     |   |   |   |   |                                                 |
| ES                      | ph  | * | * | * | * | <i>Quercus castaneifolia</i>                    |
| ES-M                    | ph  | * |   | * |   | <i>Fagus orientalis</i>                         |
| ES                      | ph  | * |   |   |   | <i>Quercus Petraea</i>                          |
| ES                      | Ph  |   | * |   |   | <i>Gleditsia caspica</i>                        |
| <b>Geraniaceae</b>      |     |   |   |   |   |                                                 |
| ES-M-IT                 | Th  | * |   |   |   | <i>Geranium columbinum</i>                      |
| ES-M-IT                 | Th  | * |   |   |   | <i>Geranium locidum</i> L                       |
| ES-IT                   | Th  | * |   |   |   | <i>Geranium molle</i> L                         |
| ES-M-IT                 | Th  | * |   |   |   | <i>Geranium robertianum</i> L                   |
| ES-M-IT                 | Th  | * |   |   |   | <i>Geranium rotundifolium</i> L                 |
| ES-M-IT                 | Th  |   |   | * |   | <i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér            |
| PL                      | GR  |   |   |   | * | <i>Poa pratensis</i>                            |
| PL                      | GR  |   | * |   | * | <i>Cyndon dactylon</i>                          |
| <b>Hammameidaceae</b>   |     |   |   |   |   |                                                 |
| ES                      | Ph  |   | * | * | * | <i>Parrotia persica</i>                         |

|           |     |   |   |   |   |                                                        |
|-----------|-----|---|---|---|---|--------------------------------------------------------|
|           |     |   |   |   |   | <b>Hypericaceae</b>                                    |
| ES        | Cha |   | * | * |   | <i>Hypericum androsaemum</i>                           |
|           |     |   |   |   |   | <b>Iridaceae</b>                                       |
| ES        | GC  | * |   |   |   | <i>Crocus caspius</i> Fisch. & C.A.Mey. ex Hohen       |
|           |     |   |   |   |   | <b>Juncaceae</b>                                       |
| PL        | Hem | * |   |   |   | <i>Luzula forsteri</i> (Sm.) DC                        |
|           |     |   |   |   |   | <b>Lamiaceae</b>                                       |
| PL        | Hem | * |   |   |   | <i>Clinopodium umbrosum</i> (M.Bieb.) Kuntze           |
| ES-IT     | GR  | * | * | * | * | <i>Lamium album</i> L                                  |
| PL        | GR  | * |   |   |   | <i>Prunella vulgaris</i> L                             |
| ES        | GR  | * |   | * |   | <i>Scutellaria tournefortii</i> Benth                  |
| ES        | GR  |   | * | * |   | <i>Mentha aquatica</i>                                 |
| ES        | Hem |   | * | * |   | <i>Calaminta ofisilanis</i>                            |
| ES        | GR  |   | * |   |   | <i>Teucrium hyrcanicum</i>                             |
|           |     |   |   |   |   | <b>Leguminosae</b>                                     |
| ES-IT-M   | GR  | * |   |   |   | <i>Lathyrus laxiflorus</i> (Desf.) Kuntze              |
| PL        | Hem | * |   | * |   | <i>Trifolium repens</i> L                              |
| ES-IT-M   | Th  | * |   |   |   | <i>Vicia abbreviata</i> Spreng                         |
| ES-IT-M   | Th  | * |   |   |   | <i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb                   |
| ES-IT-M   | GR  |   |   | * |   | <i>Lathyrus pratensis</i> L                            |
| ES-IT-M   | Th  |   |   | * |   | <i>Trifolium pratense</i>                              |
|           |     |   |   |   |   | <b>Malvaceae</b>                                       |
| IT        | Hem |   |   | * |   | <i>Malva sylvestris</i>                                |
|           |     |   |   |   |   | <b>Moraceae</b>                                        |
| IT-M      | Ph  |   | * |   | * | <i>Ficus carica</i>                                    |
| IT        | Ph  |   | * |   | * | <i>Morus alba</i>                                      |
|           |     |   |   |   |   | <b>Nyctaginaceae</b>                                   |
| IT, ES    | Th  |   |   | * |   | <i>Mirabilis jalapa</i>                                |
|           |     |   |   |   |   | <b>Oleaceae</b>                                        |
| ES-M-IT   | Cha |   | * |   |   | <i>Jasminum grandiflorum</i>                           |
| IT        | Ph  | * |   |   |   | <i>Fraxinus syriaca</i>                                |
|           |     |   |   |   |   | <b>Orchidaceae</b>                                     |
| ES-M      | Cry | * |   |   |   | <i>Ophrys scolopax</i> Cav                             |
| PL        | Cry | * |   |   |   | <i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich                   |
| ES- M     | GR  |   |   | * |   | <i>Ophrys apifera</i>                                  |
|           |     |   |   |   |   | <b>Oxalidaceae</b>                                     |
| PL        | Th  | * |   |   |   | <i>Oxalis acetosella</i> L                             |
| PL        | Th  |   | * |   | * | <i>Oxalis corniculata</i>                              |
|           |     |   |   |   |   | <b>Tiliaceae</b>                                       |
| ES        | Ph  |   | * |   |   | <i>Tilia platyphyllos</i> Scop.                        |
|           |     |   |   |   |   | <b>Papaveraceae</b>                                    |
| PL        | Hem | * |   | * |   | <i>Chelidonium majus</i> L                             |
|           |     |   |   |   |   | <b>Phytolaccaceae</b>                                  |
| COS       | Hem |   |   |   | * | <i>Phytolacca decandra</i>                             |
|           |     |   |   |   |   | <b>Plantaginaceae</b>                                  |
| COS       | Th  | * |   |   |   | <i>Veronica crista-galli</i> Stev                      |
| COS       | Th  | * |   |   |   | <i>Veronica persica</i> Poir                           |
| PL        | Hem |   | * | * |   | <i>Plantago major</i>                                  |
| PL        | Hem |   |   | * |   | <i>Plantago lanceolata</i>                             |
|           |     |   |   |   |   | <b>Poaceae</b>                                         |
| ES-IT-M   | Th  | * |   |   |   | <i>Milium vernale</i> M.Bieb                           |
| ES-M      | Hem | * | * |   |   | <i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Roem. & Schult |
| PL        | Th  | * |   |   |   | <i>Poa annua</i> L                                     |
| PL        | GB  | * | * | * |   | <i>Poa bulbosa</i> L                                   |
| ES        | Hem | * |   |   |   | <i>poa longifolia</i>                                  |
| ES-IT     | GS  | * | * | * |   | <i>Poa nemoralis</i> L                                 |
| PL        | GR  |   | * | * |   | <i>Poa trivialis</i> L                                 |
| ES-M      | Hem |   | * | * | * | <i>Brachypodium sylvaticum</i>                         |
| PL        | Hem |   |   | * |   | <i>Lolium temulentum</i>                               |
| PL        | Hem |   |   | * |   | <i>Dactylis glomerata</i> L                            |
| ES- M- IT | Hem |   |   |   | * | <i>Hordeum murinum</i>                                 |
| PL        | Hem |   | * |   |   | <i>Microstegium vimineum</i>                           |
| ES-IT-M   | Th  |   |   | * |   | <i>Trachynia distachya</i> (L.) Link                   |
|           |     |   |   |   |   | <b>Podophyllaceae</b>                                  |
| ES        | Cry | * |   |   |   | <i>Epimedium pinnatum</i> Fisch. ex DC                 |
|           |     |   |   |   |   | <b>Polygonaceae</b>                                    |

ارزیابی شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های گیاهی زیرآشکوب رویشگاه‌های شمشاد در جنگل‌های هیرکانی ..... ۵۰

|          |     |   |   |   |   |                                                    |
|----------|-----|---|---|---|---|----------------------------------------------------|
| PL       | Hem | * |   |   |   | <i>Rumex conglomeratus</i> Murray                  |
| PL       | Hem |   |   |   | * | <i>Rumex crispus</i>                               |
| PL       | GR  |   | * |   |   | <i>Polygonum</i>                                   |
|          |     |   |   |   |   | <b>Polypodiaceae</b>                               |
| PL       | GR  | * |   |   |   | <i>Polypodium interjectum</i> Shivas               |
| PL       | GR  | * |   |   |   | <i>Polypodium vulgare</i> L                        |
|          |     |   |   |   |   | <b>Primulaceae</b>                                 |
| Endemic  | Hem | * |   |   |   | <i>Primula heterochroma</i> Stapf                  |
| ES- IT   | Hem | * | * | * |   | <i>Primula vulgaris</i> L                          |
| ES       | GC  | * |   |   |   | <i>Cyclamen coum</i> Mill                          |
|          |     |   |   |   |   | <b>Pteridaceae</b>                                 |
| PL       | Cry |   | * |   |   | <i>Pteris umbrosa</i>                              |
|          |     |   |   |   |   | <b>Punicaceae</b>                                  |
| ES-IT    | Ph  |   |   |   | * | <i>Punica granatum</i>                             |
|          |     |   |   |   |   | <b>Ranunculaceae</b>                               |
| ES-IT    | Hem | * |   |   |   | <i>Ranunculus cicutarius</i> Schtdl                |
| PL       | Th  | * |   |   |   | <i>Ranunculus constantinopolitanus</i> (DC.) d'Urv |
|          |     |   |   |   |   | <b>Rosaceae</b>                                    |
| ES       | Hem | * |   |   |   | <i>Geum urbanum</i> L                              |
| ES       | Hem | * |   |   |   | <i>Potentilla micrantha</i> Ram. ex DC             |
| ES-IT    | Hem | * |   |   |   | <i>Potentilla reptans</i> Georgi                   |
| ES       | Ph  |   | * | * | * | <i>Rebus hyrcanus</i>                              |
| ES-IT    | GR  |   |   | * |   | <i>Fragaria vesca</i>                              |
| ES       | Hem |   | * |   |   | <i>Geum urbanum</i>                                |
| ES       | Ph  |   | * | * | * | <i>Mespilus germanica</i>                          |
| ES       | Ph  |   | * | * | * | <i>Crataegus Oxycantha</i>                         |
| IT       | Ph  | * |   | * |   | <i>Pyrus glabra</i>                                |
| ES -M-IT | Ph  | * |   |   |   | <i>Crataegus elbursensis</i>                       |
| ES -M-IT | Ph  | * | * | * |   | <i>Prunus cerasifera</i>                           |
| ES- IT   | Ph  |   |   | * |   | <i>Malus sieversii</i>                             |
|          |     |   |   |   |   | <b>Rubiaceae</b>                                   |
| IT       | Th  | * |   |   |   | <i>Galium ghilanicum</i> Stapf                     |
| ES       | Hem | * |   | * |   | <i>Galium spurium</i>                              |
| ES       | Hem |   |   | * |   | <i>Asperula odorata</i>                            |
|          |     |   |   |   |   | <b>salicaceae</b>                                  |
| M-IT     | Ph  |   | * |   |   | <i>Salix excelsa</i> J.F.Gmel.                     |
|          |     |   |   |   |   | <b>Scrophulariaceae</b>                            |
| M-IT     | GR  | * |   |   |   | <i>Verbascum orientale</i> (L.) All                |
|          |     |   |   |   |   | <b>Solanaceae</b>                                  |
| PL       | Ph  |   | * |   |   | <i>Solanum sisymbriifolium</i>                     |
| ES       | Cha |   | * |   |   | <i>solanum kieseritzkii</i> C.A.Mey                |
|          |     |   |   |   |   | <b>Smilacaceae</b>                                 |
| ES       | Ph  |   | * |   |   | <i>Smilax excelsa</i>                              |
|          |     |   |   |   |   | <b>Violaceae</b>                                   |
| ES- IT   | Hem | * |   |   |   | <i>Viola alba</i> Besser                           |
| ES- IT   | Hem | * |   |   |   | <i>Viola ignobilis</i> Rupr                        |
| ES- M    | Hem | * | * | * | * | <i>Viola odorata</i> L                             |
| ES- IT   | Hem | * |   |   |   | <i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau       |
| ES-IT    | Hem | * |   |   |   | <i>Viola caspia</i> (Rupr.) Freyn                  |
|          |     |   |   |   |   | <b>Ulmaceae</b>                                    |
| ES       | Ph  | * | * | * | * | <i>Zelkova carpinifolia</i>                        |
| ES       | Ph  |   | * |   | * | <i>Celtis australis</i>                            |
| ES       | Ph  | * | * |   |   | <i>Ulmus minor</i> Miller                          |
| ES       | Ph  | * | * |   |   | <i>Ulmus glabra</i>                                |
|          |     |   |   |   |   | <b>Urticaceae</b>                                  |
| PL       | Hem |   |   | * |   | <i>Urtica dioica</i>                               |

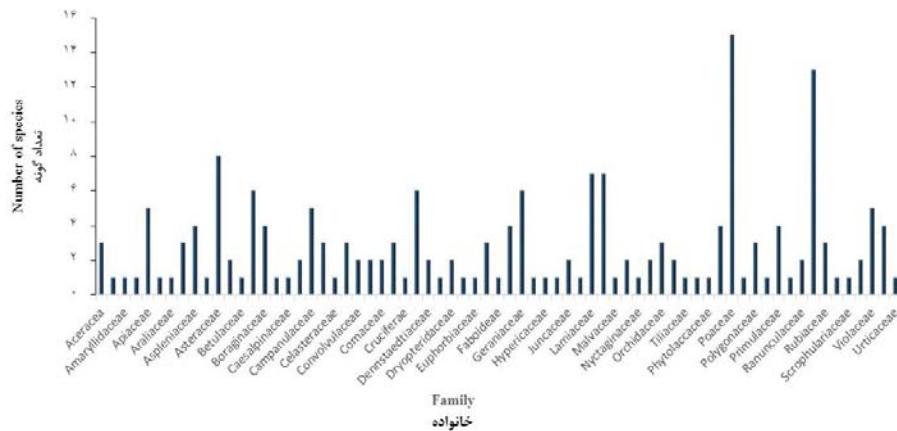
شکل‌های زیستی (Life form): Ph = فانروفیت، Cha = کامه‌فیت، Hem = همی کریپتوفیت، Cry = کریپتوفیت، Ge = ژئوفیت (Ge (B): ژئوفیت پیازدار، Ge (R): ژئوفیت ریزوم‌دار، Ge (C): ژئوفیت بنه‌دار و Ge (S): ژئوفیت استولون‌دار) و Th = تروفیت، پراکنش جغرافیایی (Chorology): ES = اروپا-سیبری، IT = ایران-توران، M = مدیترانه‌ای، PL = چند ناحیه‌ای و COS = جهان وطن).

Life forms: Ph = Phanerophyte, Cha = Chamaephyte, Hem = Hemicryptophyte, Cry = cryptophyte, Ge = Geophyte Ge (B): bulbous geophyte, Ge (R): rhizome geophyte, Ge (C): geophyte with corns and Ge (S): geophyte with stolons) and Th = trophyte. Geographic distribution (Chorology): ES = Europe-Siberia, IT = Iran-Turan, M = Mediterranean, PL = multi-regional and COS = cosmopolitan).

فانروفیت‌ها با ۲۱/۵ درصد (۴۰ گونه)، ژئوفیت‌ها با ۱۹/۹۰ درصد (۳۷ گونه)، تروفیت‌ها با ۱۹/۳۵ درصد (۳۶ گونه) و کریپتوفیت‌ها با ۲/۶۹ درصد (۵ گونه) شکل‌های زیستی چیره ترکیب رستنی رویشگاه‌های شمشاد هیرکانی می‌باشند. کامه‌فیت‌ها نیز با درصد (۳ گونه) کمیاب‌ترین شکل زیستی منطقه می‌باشد (شکل ۲).

### تجزیه و تحلیل پوشش گیاهی تحلیل فلورستیکی عناصر گیاهی رویشگاه‌های شمشاد هیرکانی

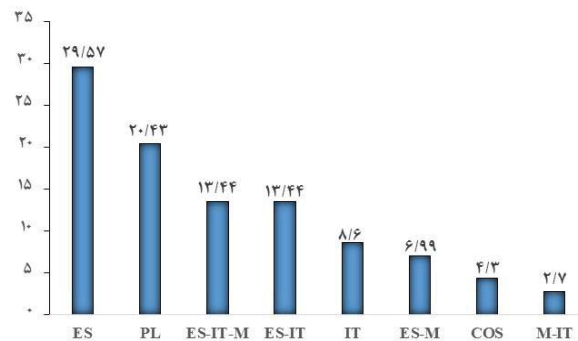
در ارزیابی شکل زیستی در رویشگاه‌های شمشاد، اشکال زیستی غالب همی‌کریپتوفیت‌ها با ۳۴/۹۴ درصد (۶۵ گونه) فلور رویشگاه‌های مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد. پس از آن



شکل ۲- غنی‌ترین تیره‌های گیاهی بر اساس تعداد گونه‌ها در کل رویشگاه‌ها  
Figure 2. The richest plant genera based on the number of species in all habitats

تورانی (۲۵ گونه، ۱۳/۴۴ درصد)، ایران تورانی (۱۶ گونه، ۸/۶۰ درصد)، اروپا- سیبری / مدیترانه‌ای (۱۳ گونه، ۶/۷۰ درصد)، جهان وطن (۸ گونه، ۴/۳ درصد) قرار داشتند. نواحی رویشی مدیترانه / ایران تورانی (۵ گونه، ۲/۷۰ درصد) دارای کم‌ترین میزان حضور در سطح منطقه بودند (شکل ۳).

نتایج بررسی پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی منطقه نشان داد کل فلور عمدتاً از عناصر اروپا - سیبری (۵۵ گونه) و چند ناحیه‌ای (۳۸ گونه) بوده که بیش از ۵۰ درصد گونه‌ها (تعداد ۹۳ گونه) را به‌خود اختصاص داده‌اند. پس از آن گونه‌های نواحی رویشی اروپا- سیبری / ایران تورانی / مدیترانه‌ای (۲۵ گونه، ۱۳/۴۴ درصد)، اروپا- سیبری / ایران

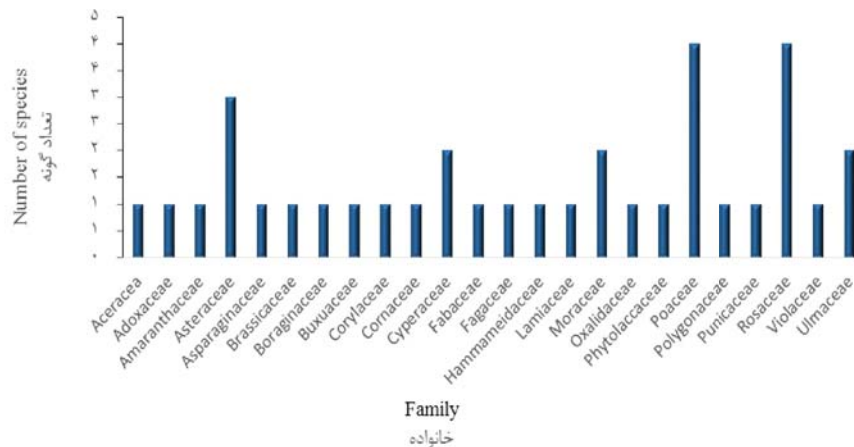


شکل ۳- درصد پراکنش جغرافیایی گیاهان مورد مطالعه در رویشگاه‌های شمشاد هیرکانی (علائم اختصاری در جدول ۴ ذکر شده است)  
Figure 3. Percentage of geographical distribution of studied plants in Hyrcanian Buxus habitats (abbreviations are listed in Table 4)

تعداد چهار گونه گیاهی، ۱۱/۷۷ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده، خانواده Asteraceae با تعداد سه گونه، ۸/۸ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده، خانواده‌های Cyperaceae، Moraceae و Ulmaceae هریک با دو گونه،

تحلیل فلورستیکی عناصر گیاهی رویشگاه چشمه بلبل از مجموعه ۳۵ قطعه‌نمونه برداشت شده، تعداد ۳۴ گونه گیاهی شناسایی شد که مربوط به ۲۴ خانواده گیاهی می‌باشند. خانواده‌های Poaceae و Rosaceae هریک با

نشان داد کل فلور عمدتاً از عناصر اروپا - سیبری (۱۲ گونه) بوده که ۳۵/۳۰ درصد گونه‌ها را به‌خود اختصاص داده‌اند. پس از آن گونه‌های نواحی رویشی اروپا-سیبری / ایران تورانی / مدیترانه‌ای، اروپا-سیبری / مدیترانه‌ای و چند ناحیه‌ای هریک با تعداد پنج گونه، ۱۴/۷۰ درصد، نواحی رویشی ایران تورانی و اروپا-سیبری / ایران تورانی هریک با تعداد ۳ گونه، ۸/۸۲ درصد قرار داشتند. نواحی رویشی مدیترانه / ایران تورانی (۱) گونه، ۲/۹۴ درصد) دارای کم‌ترین میزان حضور در سطح منطقه بودند.



شکل ۴- غنی‌ترین تیره‌های گیاهی بر اساس تعداد گونه‌ها در رویشگاه چشمه بلبل  
Figure 4. The richest plant genera based on the number of species in Cheshme Bulbul habitat

فانوروفیت‌ها با ۲۲/۶ درصد (۱۷ گونه)، ژئوفیت‌ها با ۲۱/۳۳ درصد (۱۶ گونه) و تروفیت‌ها با ۱۲ درصد (۹ گونه) شکل زیستی غالب ترکیب رستنی رویشگاه فریم می‌باشد. کامه‌فیت‌ها نیز با ۱/۳۳ درصد (۱ گونه) کمیاب‌ترین شکل زیستی منطقه می‌باشد. همچنین نتایج بررسی پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی رویشگاه فریم نشان داد کل فلور عمدتاً از عناصر اروپا - سیبری (۲۲ گونه) بوده که ۲۹/۳۴ درصد گونه‌ها را به‌خود اختصاص داده‌اند. پس از آن گونه‌های نواحی رویشی چند ناحیه‌ای با تعداد ۱۴ گونه (۱۸/۶۷ درصد)، اروپا-سیبری / ایران تورانی با تعداد ۱۲ گونه، ۱۶ درصد، اروپا-سیبری / ایران تورانی / مدیترانه‌ای با تعداد ۱۲ گونه، ۱۲ درصد، اروپا-سیبری / مدیترانه‌ای با تعداد ۸ گونه هشت، ۱۰/۶۷ درصد، / ایران تورانی با تعداد ۵ گونه پنج، ۶/۶۶ درصد و جهان وطن (۳ گونه، ۴ درصد) قرار داشتند. نواحی رویشی مدیترانه / ایران تورانی (۲ گونه، ۲/۶۶ درصد) دارای کم‌ترین میزان حضور در سطح منطقه بودند.

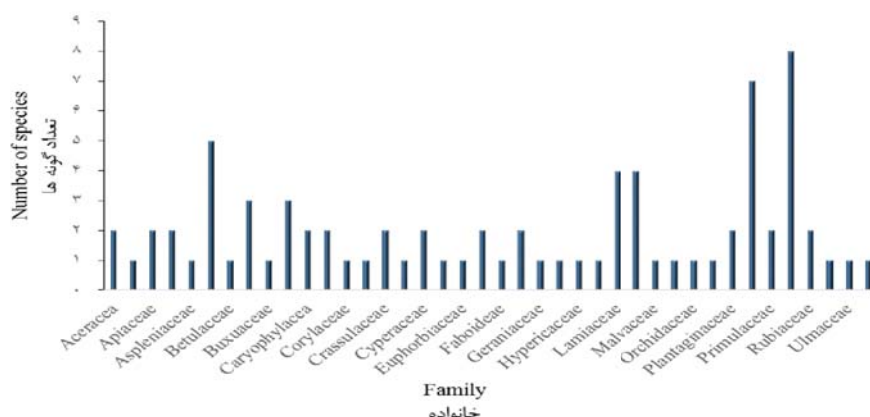
۵/۸۸ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده را به‌خود اختصاص داده‌اند، سایر خانواده‌ها هریک با تعداد یک گونه، ۲/۹۴ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده را به‌خود اختصاص داده‌اند (شکل ۴).

در ارزیابی شکل زیستی در رویشگاه چشمه بلبل، اشکال زیستی فانوروفیت‌ها با ۴۷/۰۵ درصد (۱۶ گونه)، ژئوفیت‌ها با ۲۳/۵۲ درصد (۸ گونه)، تروفیت‌ها و همی‌کریپتوفیت‌ها هر یک با ۱۴/۷۰ درصد (۵ گونه) شکل‌های زیستی ترکیب رستنی رویشگاه چشمه بلبل می‌باشند. همچنین نتایج بررسی پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی رویشگاه چشمه بلبل

#### تحلیل فلورستیکی عناصر گیاهی رویشگاه فریم

از مجموعه ۳۰ قطعه نمونه برداشت شده، تعداد ۷۵ گونه گیاهی شناسایی شد که مربوط به ۴۰ خانواده گیاهی می‌باشند. خانواده Rosaceae با تعداد هشت گونه گیاهی، ۱۰/۶۶ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده، خانواده Poaceae با تعداد هفت گونه، ۹/۳۳ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده، خانواده Asteraceae با تعداد پنج گونه ۶/۶۶ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده، خانواده‌های Lamiaceae و Leguminosae هریک با تعداد چهار گونه، ۵/۳۳ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده، خانواده‌های Brassicaceae و Campanulaceae هریک با تعداد سه گونه، ۴ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده، سایر خانواده‌ها هریک با تعداد دو گونه، ۲/۶۶ درصد و یک گونه، ۱/۳ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده را به‌خود اختصاص داده‌اند (شکل ۵).

در ارزیابی شکل زیستی در رویشگاه فریم، اشکال زیستی همی‌کریپتوفیت‌ها با ۴۲/۶ درصد (۳۲ گونه)، پس از آن



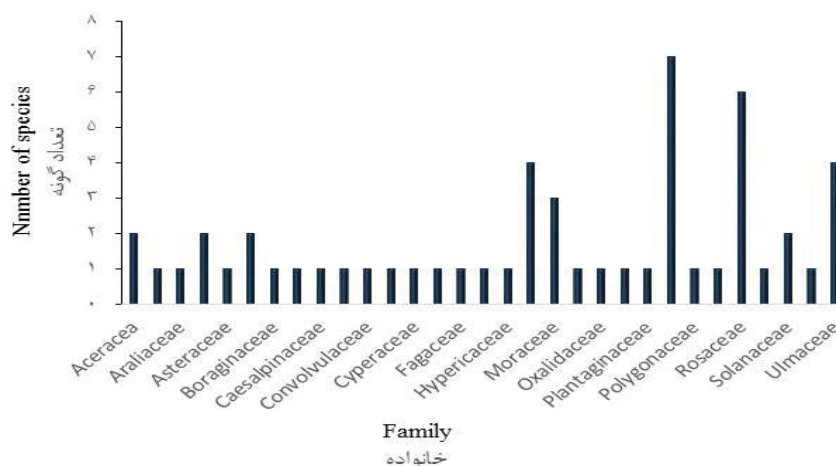
شکل ۵- غنی‌ترین تیره‌های گیاهی بر اساس تعداد گونه‌ها در رویشگاه فریم

Figure 5. The richest plant genera based on the number of species in the Farim habitat

۲۱/۱۵ درصد (۱۱ گونه)، کامه‌فیت‌ها نیز با ۵/۷۷ درصد (۳ گونه) شکل زیستی ترکیب رستنی رویشگاه سی‌سنگان می‌باشد. کریپتوفیت‌ها نیز با ۱/۹۲ درصد (۱ گونه) کم‌یاب‌ترین شکل زیستی منطقه می‌باشد. همچنین نتایج بررسی پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی رویشگاه سی‌سنگان نشان داد کل فلور عمدتاً از عناصر اروپا - سبیری (۲۴ گونه) بوده که ۴۶/۱۵ درصد گونه‌ها را به‌خود اختصاص داده‌اند. پس از آن گونه‌های نواحی رویشی چند ناحیه‌ای با تعداد ۱۲ گونه، ۲۳/۰۸ درصد، اروپا- سبیری مدیترانه‌ای با تعداد پنج گونه، ۹/۶۱ درصد، اروپا- سبیری/ مدیترانه‌ای با تعداد چهار گونه، ۷/۶۹ درصد، اروپا- سبیری/ ایران تورانی/ مدیترانه‌ای با تعداد سه گونه، ۵/۷۷ درصد قرار داشتند. نواحی رویشی ایران تورانی با تعداد گونه دو، ۳/۸۵ درصد و نواحی رویشی مدیترانه/ ایران تورانی (۲ گونه، ۳/۸۵ درصد) دارای کم‌ترین میزان حضور در سطح منطقه بودند.

### تحلیل فلورستیک‌ی عناصر گیاهی رویشگاه سی‌سنگان

از مجموعه ۴۰ قطعه‌نمونه برداشت شده، تعداد ۵۲ گونه گیاهی شناسایی شد که مربوط به ۳۱ خانواده گیاهی می‌باشند. خانواده Poaceae با تعداد هفت گونه گیاهی، ۱۳/۴۶ درصد و خانواده Rosaceae با تعداد شش گونه گیاهی، ۱۱/۵۳ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده، خانواده‌های Lamiaceae و Ulmaceae هر یک با تعداد چهار گونه، ۷/۷۰ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده، خانواده Moraceae با تعداد سه گونه، ۵/۷۶ درصد گونه‌های شناسایی شده را به‌خود اختصاص داده‌اند. سایر خانواده‌ها هر یک با تعداد دو گونه، ۳/۸۴ درصد و یک گونه، ۱/۹۲ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده را به‌خود اختصاص داده‌اند (شکل ۶). در ارزیابی شکل زیستی در رویشگاه سی‌سنگان، اشکال زیستی فانروفیت‌ها با ۴۸/۰۸ درصد (۲۵ گونه)، پس از آن همی کریپتوفیت‌ها با ۲۳/۰۸ درصد (۱۲ گونه)، ژئوفیت‌ها با



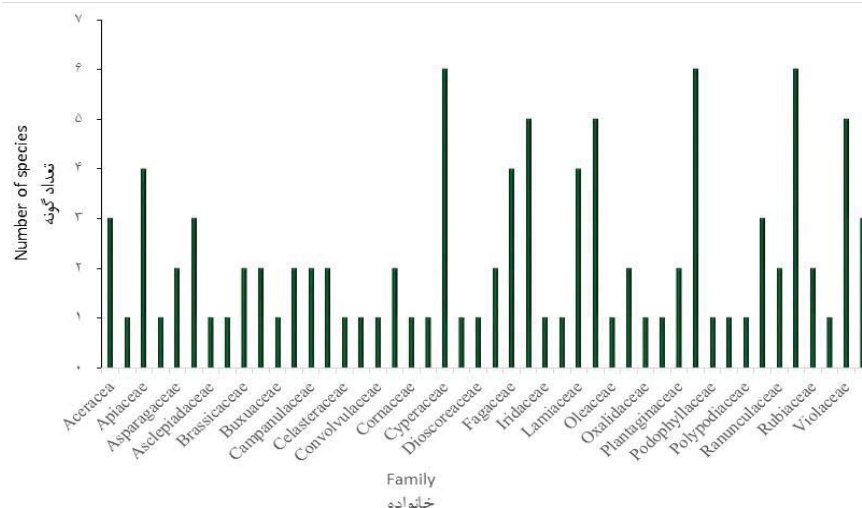
شکل ۶- غنی‌ترین تیره‌های گیاهی بر اساس تعداد گونه‌ها در رویشگاه سی‌سنگان

Figure 6. The richest plant genera based on the number of species in the Sisangan habitat

در ارزیابی شکل زیستی در رویشگاه شفارود، اشکال زیستی همی‌کریپتوفیت‌ها با ۳۳/۳۳ درصد (۳۴ گونه)، پس از آن ژئوفیت‌ها با ۲۳/۵۳ درصد (۲۴ گونه)، فانروفیت‌ها با ۲۰/۵۸ درصد (۲۱ گونه) و تروفیت‌ها با ۱۸/۶۲ درصد (۱۹ گونه) شکل زیستی غالب ترکیب رستنی رویشگاه شفارود می‌باشد. کریپتوفیت‌ها نیز با ۳/۹۲ درصد (۴ گونه) کمیاب‌ترین شکل زیستی منطقه می‌باشد. همچنین نتایج بررسی پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی رویشگاه شفارود نشان داد کل فلور عمدتاً از عناصر اروپا-سیبری (۳۵ گونه) بوده که ۳۴/۳۱ درصد گونه‌ها را به‌خود اختصاص داده‌اند. پس از آن گونه‌های نواحی رویشی چند ناحیه‌ای با تعداد ۱۹ گونه (۱۸/۴۴ درصد)، اروپا-سیبری / ایران تورانی / مدیترانه‌ای با تعداد ۱۳ گونه، ۱۲/۷۶ درصد، نواحی رویشی اروپا-سیبری / ایران تورانی با تعداد ۱۲ گونه، ۱۱/۷۶ درصد، نواحی رویشی ایران‌تورانی با تعداد ۱۰ گونه، ۹/۸ درصد و نواحی رویشی اروپا-سیبری / مدیترانه‌ای قرار داشتند. نواحی رویشی جهان وطن (۶ گونه، ۵/۸۸ درصد) دارای کم‌ترین میزان حضور در سطح منطقه بودند.

### تحلیل فلورستیکی عناصر گیاهی رویشگاه شفارود

از مجموعه ۳۵ قطعه نمونه برداشت شده، تعداد ۱۰۲ گونه گیاهی شناسایی شد که مربوط به ۴۶ خانواده گیاهی می‌باشند. خانواده‌های *Poaceae*، *Cyperaceae* و *Rosaceae* هر یک با تعداد شش گونه گیاهی، ۵/۸۸ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده، خانواده‌های *Geraniaceae*، *Leguminosae* و *Violaceae* هر یک با تعداد پنج گونه گیاهی، ۴/۹۰ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده، خانواده‌های *Apiaceae*، *Fagaceae* و *Lamiaceae* هر یک با تعداد چهار گونه گیاهی، ۳/۹۲ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده، خانواده‌های *Aspleniaceae*، *Aceraceae* و *Primulaceae* هر یک با تعداد سه گونه گیاهی، ۲/۹۴ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده، سایر خانواده‌ها هر یک با تعداد دو گونه، ۱/۹۶ درصد و یک گونه، یک درصد از کل گونه‌های شناسایی شده را به‌خود اختصاص داده‌اند (شکل ۷).



شکل ۷- غنی‌ترین تیره‌های گیاهی بر اساس تعداد گونه‌ها در رویشگاه شفارود  
Figure 7. The richest plant genera based on the number of species in Shafarood habitat

شاخص غنای مارگالف و منهینیک، در رویشگاه شفارود و کمترین مقدار آن در رویشگاه چشمه بلبل است. شاخص‌های یکنواختی شانون-وینر در رویشگاه چشمه بلبل و فریم بیشترین مقدار و در رویشگاه شفارود کمترین مقدار را دارد. شاخص‌های غلبه سیمپسون و برگر در رویشگاه چشمه بلبل بیشترین مقدار و در رویشگاه فریم کمترین مقدار را دارد. شاخص یکنواختی سیمپسون در رویشگاه فریم بیشترین مقدار و در رویشگاه چشمه بلبل کمترین مقدار را دارد (جدول ۵).

### تعیین معنی‌داری شاخص‌های تنوع زیستی در رویشگاه‌های شمشاد هیرکانی

نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه در چهار رویشگاه شمشاد هیرکانی نشان داد که تمامی شاخص‌های تنوع گونه‌ای و غنا و یکنواختی در سطح احتمال ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند. بیشترین مقدار شاخص‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون و شانون در رویشگاه فریم و کمترین آن در رویشگاه چشمه بلبل است. همچنین نتایج نشان داد بیشترین

جدول ۵- آنالیز واریانس و مقایسات میانگین متغیرهای محیطی و شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی در رویشگاه‌های شمشاد

Table 5. Analysis of variance and mean comparisons of environmental variables and plant biodiversity indicators in Buxus habitats

| آزمون F و سطح معنی‌داری<br>F test and significance level | شفارود<br>Shafarood                                       | سی سنگان<br>Sisangan                                      | فریم<br>Farim                                             | چشمه بلبل<br>Cheshme Bulbul                               | شاخص‌های تنوع زیستی<br>Biodiversity indicators |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                                                          | میانگین<br>(± اشتباه معیار)<br>Mean<br>(± standard error) | میانگین<br>(± اشتباه معیار)<br>Mean<br>(± standard error) | میانگین<br>(± اشتباه معیار)<br>Mean<br>(± standard error) | میانگین<br>(± اشتباه معیار)<br>Mean<br>(± standard error) |                                                |
| 132/84*                                                  | 0.23±0.02b                                                | 0.22±0.01b                                                | 0.3±0.01a                                                 | -0.06±0.02c                                               | Shannon<br>شانون                               |
| 137/23*                                                  | 0.58±0.06a                                                | 0.26±0.01c                                                | 0.42±0.01b                                                | -0.02±0.01d                                               | Fisher Alpha<br>فیشر الفا                      |
| 32/65*                                                   | 0.08±0.01c                                                | 0.11±0b                                                   | 0.15±0a                                                   | 0.14±0a                                                   | Shannon<br>Evenness<br>شاخص یکنواختی           |
| 111/7*                                                   | 0.03±0.01b                                                | 0.04±0.01b                                                | 0.09±0.01a                                                | 0.13±0.01c                                                | Simpson<br>سیمپسون                             |
| 56/86*                                                   | 0.08±0.01b                                                | 0.1±0.01ab                                                | 0.14±0.01a                                                | -0.05±0.02c                                               | Simpson<br>Equitability<br>شاخص یکنواختی       |
| 357/51*                                                  | 0.33±0.02a                                                | 0.07±0.01c                                                | 0.19±0.01b                                                | -0.08±0.01d                                               | Menhinick<br>شانون                             |
| 174/63*                                                  | 0.34±0.03a                                                | 0.15±0.01c                                                | 0.27±0.01b                                                | -0.14±0.01d                                               | Margalef<br>شاخص مارگالف                       |

\* در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار

\* Significant at the five percent probability level

## بحث

۲۱/۵، ۱۹/۹۰، ۱۹/۳۵، ۲/۶۹ و ۱/۶۱ درصد به شکل‌های زیستی فانروفیت، ژئوفیت، تروفیت و کامه‌فیت دیده شدند. تراکم بالای گونه‌ها در همی‌کریپتوفیت‌ها به‌عنوان گروه اصلی گیاهی در یک منطقه احتمالاً نتیجه تطبیق‌پذیری اکولوژیکی، مزیت رقابتی و توانایی سازگاری آنها با شرایط مختلف محیطی است (Di Biase et al., 2021). همچنین همی‌کریپتوفیت‌ها در عرض‌های جغرافیایی میانی و دارای زمستان‌های سرد دارای مزیت رقابتی نسبت به سایر اشکال گیاهی هستند که منجر حضور بالای گونه‌های این شکل زیستی می‌شود. مرور منابع نیز نشان می‌دهد که همی‌کریپتوفیت‌ها از شکل‌های رویشی غالب در جنگل‌های معتدله مانند جنگل‌های هیرکانی هستند، چرا که جوانه‌های رویشی آنها به‌خوبی در میان لاشبرگ‌های سطح زمین حفاظت می‌شود (Porseyedian et al., 2021)؛ Yousefvand et al., 2004؛ Esmailzadeh et al., 2017).

در بررسی فلور رویشگاه‌های شمشاد هیرکانی مشخص شد که عناصر رویشی متعلق به منطقه اروپا-سیبری بالاترین میزان حضور را نسبت به عناصر رویشی سایر مناطق دارا هستند. با توجه به این که جنگل‌های شمال از نظر جغرافیایی به ایالت اکسین-هیرکانی از زیرحوزه پونتیک از ناحیه رویشی بزرگ اروپا-سیبری تعلق دارند، حضور گونه‌های متعلق به این طیف جغرافیایی در فلور این مناطق دور از انتظار نیست (Noroozi Haroni et al., 2016). این موضوع در دیگر مطالعات فلور به‌عمل آمده در سطح جنگل‌های شمال مشاهده شده است (Atashgahi et al., 2009)؛ Gholizadeh et al 2017، Porseyedian et al., 2021). حضور گونه‌های دیگر نواحی جغرافیایی نتیجه‌ای از الگوهای طبیعی حضور اتفاقی عناصر گیاهی از سایر مناطق رویشی جهان است

در این مطالعه تیره‌های *Poaceae*، *Rosaceae*، *Lamiaceae* و *Asteraceae* مهم‌ترین و بزرگ‌ترین تیره‌های گیاهی در رویشگاه‌های مورد مطالعه می‌باشند. خانواده‌های مزبور دارای گونه‌های گیاهی متنوع و زیادی هستند که در طیف وسیعی شرایط رویشگاهی پراکنش دارند. این تنوع گونه‌ای به آنها اجازه می‌دهد در شرایط مختلف محیطی رویش داشته، و در نتیجه شانس بیشتری برای یافتن گونه‌های این خانواده‌ها در یک رویشگاه خاص دارند (Bano et al., 2018). مرور منابع نیز نشان می‌دهد که این تیره‌ها همچنین در سایر تحقیقات سیادتی و همکاران (Siadati et al., 2010) (جنگل خیرودکنار) و فلاح و همکاران (Falah et al., 2009) (جنگل سوادکوه) و قهرمانی‌نژاد و همکاران (Ghahermaninejad et al., 2011) (جنگل ساری) و عجمیان (Ajamian, 2020) (جنگل گیلان) در زمره مهم‌ترین تیره‌های گیاهی مناطق مورد مطالعه معرفی شده‌اند. فراوانی گیاهان خانواده *Rosaceae* به‌دلیل شرایط جغرافیایی و تاثیرپذیری آن از منطقه و اقلیم هیرکانی می‌باشد (Razavi & Abbasi., 2009). همچنین ممکن است به‌دلیل وجود شرایط خاک مناسب برای این گونه و همچنین به‌دلیل مداخله انسان باشد (Porseyedian et al., 2021).

همچنین، مرور منابع نشان می‌دهد که اگر رویشگاهی تخریب یا هرگونه آشفستگی اتفاق بیفتد گونه‌های خانواده‌های مزبور جز گونه‌های مراحل اولیه توالی می‌باشند. از اینرو می‌توان علت دوم بعدی حضور بالای گونه‌های این خانواده‌ها را به تخریب گسترده رویشگاه‌های شمشاد توسط دو عامل بیماری خشکیدگی شمشاد و آفت شب پره شمشاد ارتباط داد. ۳۴/۹۴ درصد گونه‌های گیاهی رویشگاه‌های شناسایی شده از نظر شکل زیستی همی‌کریپتوفیت بودند و بقیه به‌ترتیب با

سطح دریا بالاتری نسبت به رویشگاه‌های چشمه بلبل و سی‌سنگان می‌باشند. مرور منابع نشان می‌دهد که عوامل فیزیوگرافی نیز نقش مهمی در شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای ایفا می‌کنند. تغییرات ارتفاع از سطح دریا اغلب منجر به تغییرات در شرایط محیطی مانند دما، بارش و ویژگی‌های خاک می‌شود. این تنوع در شرایط رویشگاه باعث افزایش ناهمگونی آن شده و به طیف وسیع‌تری از گونه‌ها امکان همزیستی می‌دهد. در نتیجه، ناهمگونی بیشتر رویشگاه منجر به تنوع گونه‌ای بالاتر می‌شود که در شاخص تنوع زیستی هم منعکس می‌شود (Adam, 2001). نتایج پژوهش‌های مختلف نیز نشان می‌دهد که طبقات متوسط ارتفاعی عموماً دارای بیشترین شاخص غنا و تنوع گونه‌ای است. که در پژوهش حاضر هم علت بالا بودن این شاخص‌ها در رویشگاه فریم و شفارود را می‌توان به این عامل نسبت داد. چنان‌که آتشگاهی و همکاران (Atashgahi et al., 2009) در پژوهشی که در جنگل دودانگه ساری انجام دادند چنین نتیجه گرفتند، که بالاترین شاخص‌های تنوع در طبقه ارتفاعی ۹۰۰-۱۱۰۰ متر دیده شده که دقیقاً همسو با یافته پژوهش حاضر است.

(Atashgahi et al., 2009). عناصر چند ناحیه‌ای با ۲۰/۴۳ درصد، درصد حضور بالاتری را نسبت به دیگر عناصر به‌خود اختصاص داده‌اند که با نتایج به‌دست آمده در سایر مطالعات نواحی خزری مانند (Ajamian, 2020) یکی می‌باشد. در رده‌بندی پراکنش جغرافیایی گونه‌ها، به عناصری چند ناحیه‌ای اطلاق می‌شود که در بیش از چهار ناحیه جغرافیایی گسترده شده‌اند. گیاهانی که دامنه انتشارشان به دو یا چند منطقه جغرافیایی انتشار یافته‌اند حدود ۱۹ درصد از فلور ایران را به‌خود اختصاص داده‌اند (Ajamian, 2020). نقی‌نژاد و همکاران (Naqinezhad et al., 2010) بیان کرده‌اند که ایستگاه آبی و دارای رطوبت فراوان سازگاری و شرایط لازم را جهت استقرار عناصر چند ناحیه‌ای دارا می‌باشد که می‌توانند خود را با آن سازگار کنند. همچنین در اشاره به نقش تخریب انسانی نیز بیان داشته‌اند که فعالیت‌های انسانی و تخریب صورت گرفته از حضور آن‌ها سبب ورود گیاهان در منطقه با شرایط علف‌های هرز می‌باشد.

نتایج این پژوهش نشان داد که رویشگاه‌های شمشاد فریم و شفارود دارای مقایر بالاتری از شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای می‌باشند. این دو رویشگاه میانگین ارتفاع از

## References

- Adam, J. H. (2001). Changes in forest community structures of tropical montane rain forest on the slope of Mt. Trus Madi in Sabah, Malaysia. *Journal of tropical Forest Science*, 76-92.
- Alijani, V., Fegghi, J., Zobeiri, M., & Marvi mohajer, M. (2012). Quantifying the Spatial Structure in Hyrcanian Submountain Forest (Case Study: Gorazbon District of Kheirud Forest-Noushahr-Iran). *Journal of Natural Environment*, 65(1), 111-125. doi: 10.22059/jne.2012.29467
- Asadi, H. (2016). Classification of Box tree (*Buxus hyrcana* Pojark.) Communities in the Hyrcanian Forests. Faculty of Natural Resources and Marine Sciences. Tarbiat Modares University.
- Ajamian, M. (2020). The floristic study of the ecotourism region of Saqalaksar (Guilan province). Master's thesis. Gilan University. 99 p.
- Assadi, M., Maassoumi, A. A., Khatamsaz, M., & Mozaffarian, V. (Eds.) (1988-2011) Flora of Iran.vols. 1-74., 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(2), 193-203 (In Persian).
- Bagherian, R., Sefidi, K., Keivan Behjou, A., Soltani, A., & Behtari, B. (2020). Comparison of plant species diversity and evenness in different grazing levels southeastern slopes of Sabalan. *Journal of environmental, science and technology*, 22(2), 373-38 (In Persian).
- Bano, S., Khan, S. M., Alam, J., Alqarawi, A. A., Abd Allah, E. F., Ahmad, Z., ... & Hashem, A. (2018). Eco-Floristic studies of native plants of the Beer Hills along the Indus River in the districts Haripur and Abbottabad, Pakistan. *Saudi journal of biological sciences*, 25(4), 801-810.
- Bazyari, M., Etemad, V., Kooch, Y., & Shirvany, A. (2021). Analysis of composition and biodiversity of understory plants in natural and afforestation stands of western Hyrcanian (Case study: Ramsar Sang Poshteh). *Iranian J. of Forest and Range Protection Research*, 18(2), 103-116 (In Persian).
- Bidar Lord, M., Dehdar Dargahi, M., & Jalili, A. (2021). The Hyrcanian sub mountain forests vegetation (Case study: TuliNesa forest, Gilan). *J. of Taxonomy and Biosystematics*, 13(46), 57-78 (In Persian).
- Davis, P.H., (1965-1988). Flora of Turkey and East Aegean Island: Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Di Biase, L., Pace, L., Mantoni, C., & Fattorini, S. (2021). Variations in plant richness, biogeographical composition, and life forms along an elevational gradient in a Mediterranean mountain. *Plants*, 10(10), 2090.
- Ejtehadi, H., & Zare, H. (2015). Plant Species Diversity in Relation to topography in the East of Dodangeh Forests, Mazandaran Province, Iran. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 28(1), 1-11.
- Esmailzadeh, O., Hosseini, S. M., & Oladi, J. (2004), A phytosociological study of English Yew (*Taxus baccata* L.) in Afratakhteh reserve. *Pajouhesh and Sazandegi*, 68, 66-76 (In Persian).
- Falah, F., Salimpour, F., & Sharifinia, F. (2009). Investigation on flora, life forms and corotype of plants in Savadkoh country. *Iranian Journal of Biological Sciences*, 4(2), 29-42.

- Ghahermaninejad, F., & Nafisi, H. (2011). Floristic study of Munjughlu sanctuary zone in Marakan protected area (East Azarbaijan province, NW Iran). *Rostaniha*, 12(1), 73-82. doi: 10.22092/botany.2011.101433.
- Gholizadeh, H., Saeidi Mehrvarz, S.H., & Naqinezhad, A. (2017). Floristic study of the pure beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in eastern Guilan, Iran. *Nova Biologica Reperta*, 4(3), 271-280.
- Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54, 427-432.
- Jahani, A., Goshtasb, H., and Saffariha, M. (2020). Tourism impact assessment modeling of vegetation density for protected areas using data mining techniques. *J. of Land Degradation & Development*, 31, 1502-1519 (In Persian).
- Kéry, M., & Schmid, H. (2006). Estimating species richness: calibrating a large avian monitoring programme. *Journal of Applied Ecology*, 43(1), 101-110.
- Lessa Derci, A., Gutsch, M., Basile, M., & Suckow, F. (2020). Socially optimal forest management and biodiversity conservation in temperate forests under climate change. *J. of Ecological Economics*, 169, 1-16.
- Magurran, A. (1998). Ecological diversity and its measurement, Chapman & Hall, 210pp.
- Mesadaghi, M. (1384). Plant Ecology, Mashhad University Press, 184 pp.
- Mirabolfathy, M., Ahangaran, Y., Lombard, L., & Crous, P. W. (2013). Leaf blight of *Buxus sempervirens* in northern forests of Iran caused by *Calonectria pseudonaviculata*. *Plant disease*, 97(8), 1121-1121.
- Moslemi Seyed Mahalle, S.M., Jalali, G.H., Mohammad Hojjati, S., & Kooch, Y. (2019). The Effect of different forest types on soil properties and biodiversity of grassland cover and regeneration in central Hyrcanian forests (Case study: Seri-Alandan-Sari). *Ecology of Iranian Forest*, 7(14), 10-21 (In Persian).
- Nadaffard, I., Ramezani, M., Haghverdi, K., Khorasani, N., & Hemmasi, A. (2021). Composition and biodiversity of understory plants in natural forest and plantations of Kelarabad, Chalus. *J. of Natural environment, natural resources of Iran*. 74(1), 181-93 (In Persian).
- Namdari Khalan, A., Abrari Vajari, K., & Heidari Sfari Kouchi, A. (2020). Investigation of woody species diversity concerning physiographic factors (Case study: Kalaleh new habitat - Arasbaran). *J. of Plant Ecosystem Conservation*, 8(16), 305-319 (In Persian).
- Naqinezhad, A., Hosseini, S., Rajamand, M. A., & Saeidi Mehrvarz, S. (2010). A floristic study on Mazibon and Sibon protected forests, Ramsar, across the altitudinal gradient (300-2300 m). *Taxonomy and Biosystematics*, 2(5), 93-114.
- Noroozi Haroni, N., & Badehian, Z. (2016). The Study of Flora, Life Form and Chorology of Herbaceous Plants in Protected and Unprotected Area in Shaft, Guilan. *Renewable natural resources research*, 7(2), 47-59.
- Pakdelfar, A. (2021). Thesis Habitat distribution mapping of the *Buxus hyrcana* habitats on the axis of the Rezvanshahr & relationship between some environmental factors & Box Tree Moth Activity. Department of Natural Resources. 100
- Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual review of ecology and systematics*, 285-307.
- Porseyedian, S. M., Saeidi Mehrvarz, S., & Bazdid Vahdati, F. (2021). Floristic, life form and chorological studies of Agh Evlar and Marian forests, Talesh, Guilan. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 34(4), 869-883.
- Raunkiaer, C. (1934) The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford.
- Razavi, S. A., & Abbasi, N. (2009). A floristic and chorology investigation of oriental arborvitae in Sourkesh reserve (Fazel Abad-Golestan province). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 16(2), 83-100 (In Persian).
- Rechinger, K. H. (Ed.) (1965-1998) *Flora Iranica*. vols. 1-176., Akademische Druck-und Verlagsanstalt, Graz.
- Salahi, T., Pourbabaei, H., Salahi, M., & Karamzadeh, S. (2018). Study on floristic composition and chorology of bibi Yanlou's forest park, Astara. *J. of Ecology of Iranian Forest*, 6(11), 1-13 (In Persian).
- Siadati, S., Moradi, H., Attar, F., Etemad, V., Hamzeh'ee, B., & Naqinezhad, A. (2010). Botanical diversity of Hyrcanian forests; a case study of a transect in the Kheyrud protected lowland mountain forests in northern Iran. *Phytotaxa*, 7, 1-18.
- Simpon, E. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 688, 163.
- Tadesse, E., Abdulkedir, A., Khamzina, A., Son, Y., & Noulèkoun, F. (2019). Contrasting species diversity and values in home gardens and traditional parkland agroforestry systems in Ethiopian sub-humid lowlands. *Forests*, 10(3), 266.
- Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Valentine, D. H., Walters, S. M., & Webb, D. A. (Eds.), (1964-1980). *Flora Europaea*. Vols. 1-5., Cambridge University Press, Cambridge.

- Wu, H., Franklin, S.B., Liu, J., & Lu, Z. (2019). The relative importance of density dependence and topography on tree mortality in a subtropical mountain forest. *J. of Forest Ecology and Management*, 384, 169-179.
- Yousefvand, S., Esmailzadeh, O., Jalali, S. Gh., & Asadi, H. (2017), Flora, life form and chorological study of aboveground vegetation and soil seed bank in noor forest park. *Journal of Biology Iran*, (1), 1- 14 (In Persian).
- Zamani, M., Farahani, S., Farashiani, M. A., Salehi, M., Samavat, S. (2017). The first report of the fungus *Beauveria bassiana* from the Buxus moth *Cydalima perspectalis* in Iran. *Grasslands of Iran*, 15(2), 199-202.
- Zhiang, L., Zhu, Z., & Li, A. E. (2019). Effects of pure and mixed afforestation on biodiversity indexes in west china. *Forestry*, 12(2), 203-217.
- Zohary, M. (1973). *Geobotanical foundations of the Middle East*.