

## Investigating the composition and diversity of plants and effective factors in different elevational classes in Alvares-Sabalan peak gradient

Momtaz Alizadeh<sup>1</sup>, Ardavan Ghorbani<sup>2\*</sup>, Mehdi Moameri<sup>3</sup>, Mikael Badrzadeh Oranj<sup>4</sup>, Mahmoud Bidarlord<sup>5</sup> and Jaber Sharifi<sup>6</sup>

- 1- PhD Student of Rangeland Sciences, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
- 2\* - Corresponding author, Prof., Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, E-mail: a\_ghorbani@uma.ac.ir
- 3- Associate Prof., Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
- 4- Assistant Prof., Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
- 5- Assistant Prof., Forests Rangelands and Watershed Management Research Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
- 6- Assistant Prof., Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ardabil, Iran

Received: 08.07.2023

Accepted: 22.11.2023

### Abstract

**Background and objectives:** Mountain ecosystems play an important role in ecosystem stability, especially for biodiversity protection and sustainable development and ecological security. This research was conducted with the aim of the investigating the composition and diversity of plants and the process of their changes in the elevation profile of Alvares to Sabalan (2300 to 4811 meters above sea level) with different elevation classes in the southeast slope, to protect gene reserves and management rangelands in this region.

**Methodology:** After field investigations and according to the possibility of access to rangeland in the area, nine elevation classes (sites) were determined, three 100-meter transects were established in each site, and 10 one m<sup>2</sup> plots were established along each transect with a distance of 10 meters from each other. Plant species were collected from the surface of the plots and then identified in the herbarium. In each plot, the percentage of vegetation cover and the density of species were recorded. The highest elevation that led to the collection of plant samples was Sabalan 4480 meters. Shannon, Simpson, Margalef and Menhinich indices were used to check the diversity and richness of plant species. Using the information related to measuring the percentage of canopy cover and the number of observed species, the indices of diversity, richness and evenness of species were calculated for the selected sites. One-way analysis of variance (ANOVA) was used to investigate the differences between the sites in different elevation classes, and Duncan's test was used to compare the means. Various indices are used to determine species diversity, among which two indices, Simpson and Shannon-Wiener, were used. Species richness was also determined using Margalef and Menhinich indices and analyses related to vegetation ranking including Canonical correspondence analysis (CCA) were performed.

**Results:** The results showed that the Asteraceae family with 31 species, *Astragalus* with 10 genera are the most prominent elements of the region's flora. According to the results of this research, 33% of the identified species were related to Iran-Turonian region. The forms of Hemicryptophytes with (54%), Therophytes with (22%) were the most abundant biological forms in the region. The highest amount of diversity, richness and evenness was observed in the

elevation class of 2200-3200 meters. The results showed that elevation, precipitation, temperature, soil sand content, slope and phosphorus were effective factors on the distribution of species. The greater compatibility of plants with the environmental conditions of the region has caused hemicryptophytes to form the dominant biological type of the region, the justification for the high presence of Therophytes is also the result of human interference and concentrated livestock grazing, road construction and recreational areas.

**Conclusion:** In examining the effect of elevation on the composition and diversity of plants, it can be concluded that the elevation affects the composition and diversity of plants, it seems that the condition of the composition and diversity of species in the southeast rangelands of Sabalan, based on the indicators of diversity and evenness, the rangelands have medium diversity conditions and are increasing is low indicating the intensity of destruction in the entire investigated areas, probably the cause of destruction at lower elevation, the impact of livestock grazing, as well as the effects of tourism activities and Alvares ski resort, and the causes of destruction at elevation above 3600 meters, the trampling of plants by mountain climbers and in the result is the loss of plant species. In general, the main reason for the low diversity in high elevation seems to be the decrease in temperature and the harsh conditions for the growth of plants.

**Keywords:** Alvars, elevation gradient, life form, species evenness.

## بررسی ترکیب و تنوع گیاهی و عوامل مؤثر بر آن در طبقات مختلف ارتفاعی در منطقه آوارس - قله سبلان

ممتاز علیزاده<sup>۱</sup>، اردوان قربانی<sup>۲\*</sup>، مهدی معمری<sup>۳</sup>، میکائیل بدرزاده اورنج<sup>۴</sup>، محمود بیدارلرد<sup>۵</sup> و جابر شریفی<sup>۶</sup>

۱- دانشجوی دکتری علوم مرتع، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲\* - نویسنده مسئول، استاد، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

پست الکترونیک: a\_ghorbani@uma.ac.ir

۳- دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۴- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۵- استادیار، بخش تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

۶- استادیار، مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۷

### چکیده

سابقه و هدف: اکوسیستم‌های کوهستانی نقش مهمی در ثبات اکوسیستم به‌ویژه برای حفاظت از تنوع زیستی و توسعه پایدار و حفظ امنیت اکولوژیکی دارد. این پژوهش، با هدف بررسی وضعیت ترکیب و تنوع پوشش گیاهی و روند تغییرات آنها در پروفیل ارتفاعی آوارس تا سبلان (۲۳۰۰ تا ۴۸۱۱ متری) در قالب طبقات ارتفاعی مختلف در دامنه جنوب شرقی، به‌منظور حراست از ذخایر ژنی و مدیریت مراتع منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها: پس از بررسی‌های میدانی و با توجه به امکان دسترسی به مراتع منطقه، نه طبقه ارتفاعی (سایت) مشخص شد، در هر سایت سه ترانسکت ۱۰۰ متری و در امتداد هر ترانسکت ۱۰ پلات یک مترمربعی با فاصله ۱۰ متر از هم مستقر گردید. گونه‌های گیاهی از سطح پلات‌ها جمع‌آوری و بعد در هر بارיום شناسایی شدند. در هر پلات درصد تاج پوشش گیاهی و تراکم گونه‌ها ثبت شد. بالاترین ارتفاعی که منجر به جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی شد، ارتفاع ۴۴۸۰ متری سبلان بود. برای بررسی تنوع و غنای گونه‌های گیاهی از شاخص‌های شانون، سیمپسون، مارگالف و منهنیک استفاده شد. با استفاده از اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری درصد پوشش تاجی و تعداد گونه‌های مشاهده‌شده، شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای برای سایت‌های انتخابی محاسبه شد. برای بررسی اختلاف در بین سایت‌ها در طبقات ارتفاعی مختلف از تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن (Duncan) استفاده شد. شاخص‌های مختلفی برای تعیین تنوع گونه‌ای کاربرد دارد که از بین آنها از دو شاخص سیمپسون و شانون-وینر استفاده شد. غنای گونه‌ای نیز با استفاده از شاخص‌های مارگالف و منهنیک تعیین شد و آنالیزهای مربوط به رسته‌بندی پوشش گیاهی شامل آنالیز تطبیقی متعارفی (CCA) بود.

نتایج و یافته‌ها: نتایج نشان داد، خانواده Asteraceae با ۳۱ گونه و *Astragalus* با ۱۰ جنس شاخص‌ترین عناصر فلور منطقه هستند و ۵۱ گونه به ناحیه ایران-تورانی تعلق داشتند، براساس نتایج حاصل از این پژوهش ۳۳ درصد گونه‌های شناسایی شده مربوط به ناحیه ایران-تورانی بوده است. فرم‌های همی‌کریپتوفیت‌ها (He) با ۵۴ درصد و تروفیت‌ها (Th) با ۲۲ درصد فراوان‌ترین اشکال زیستی در منطقه بودند. بیشترین مقدار تنوع، غنا و یکنواختی در طبقه ارتفاعی ۲۲۰۰-۳۲۰۰ متری مشاهده شد. نتایج نشان داد، ارتفاع، بارش، دما، میزان شن خاک، شیب و فسر از عوامل مؤثر بر پراکنش گیاهان بوده است. سازگاری بیشتر گیاهان با شرایط محیطی منطقه، موجب شده است که همی‌کریپتوفیت‌ها تیپ بیولوژیک غالب منطقه را تشکیل دهند، توجه حضور بالای تروفیت‌ها نیز در نتیجه دخالت‌های انسان و چرای متمرکز دام‌ها، احداث جاده و مکان‌های تفرجگاهی است. در بررسی تأثیر ارتفاع بر ترکیب و

تنوع گیاهی می‌توان چنین استنباط کرد که ارتفاع بر ترکیب و تنوع گیاهی تأثیرگذار است. نتیجه‌گیری: به‌طور کلی می‌توان گفت، وضعیت ترکیب و تنوع گونه‌ای در مراتع جنوب شرقی سیلان بر اساس شاخص‌های تنوع و یکنواختی، مراتعی دارای شرایط تنوع متوسط و رو به پایین است، که نشان‌دهنده شدت تخریب در کل عرصه‌های مورد بررسی است، احتمالاً عامل تخریب در ارتفاعات پایین‌تر تأثیر چرای دام‌ها و نیز اثر فعالیتهای گردشگری و پیست اسکی آلوارس بوده و علل تخریب در ارتفاعات بالاتر از ۳۶۰۰ متر، لگدکوبی گیاهان توسط کوهنوردان و در نتیجه از بین رفتن گونه‌های گیاهی باشد و به‌طور کلی دلیل اصلی پایین بودن تنوع در ارتفاعات بالا نیز به نظر می‌رسد، کاهش دما و شرایط سخت رویش گیاهان باشد.

واژه‌های کلیدی: آلوارس، گرادیان ارتفاعی، شکل زیستی، یکنواختی گونه‌ای

## مقدمه

کشور ایران دارای تنوع اقلیمی بالایی است، در نتیجه یکی از مناطق مهم از لحاظ تنوع گونه‌ای گیاهی در جهان است (Mesdaghi, 2007). مراتع از لحاظ تولیدات دامی، دامداری، تولید گیاهان صنعتی و دارویی، استفاده‌های تفرجگاهی، حفاظت آب، خاک و خدمات زیست‌محیطی دارای ارزش‌های متفاوتی هستند که متأثر از گونه‌های متفاوت و عوامل بوم‌شناختی مؤثر بر پراکنش آنهاست. به‌طور کلی شناسایی و معرفی رستنی‌های یک منطقه برای دسترسی آسان و سریع به گونه گیاهی خاص در محل و زمان معین، تعیین ظرفیت و قابلیت رویشی منطقه، شناسایی گونه‌های مقاوم و گونه‌های در حال انقراض منطقه اهمیت ویژه‌ای دارد (Namdari Khalan et al., 2020). از تغییرات شاخص‌های تنوع گونه‌ای می‌توان به‌عنوان معیاری در بهبود وضعیت مراتع منطقه و اتخاذ برنامه‌های مدیریتی مناسب استفاده کرد (Ghorbani et al., 2020). از سوی دیگر، تنوع زیستی مسئله‌ای اساسی در حفاظت محیط‌زیست است و هدف اصلی آن، نگهداری بیشترین تعداد گونه‌های بومی ممکن در یک ناحیه است (Zhang et al., 2019). شناسایی پوشش گیاهی و جغرافیای گیاهی منطقه، ضمن اینکه اساس بررسی‌ها و تحقیقات بوم‌شناختی در منطقه بوده و راهکاری برای تعیین ظرفیت بوم‌شناختی منطقه از جنبه‌های مختلف است، در عین حال، عامل مؤثری در سنجش و ارزیابی وضعیت کنونی و پیش‌بینی وضعیت آینده منطقه به‌شمار می‌رود که برای اعمال مدیریت صحیح نقش

بسیاری دارد. مطالعه ترکیب گیاهی و تنوع زیستی گیاهی می‌تواند به‌عنوان راهنمای مناسب در قضاوت اکوسیستم و بررسی تنوع زیستی هر منطقه باشد (Barens et al., 1998). از طریق مطالعه تنوع گیاهی می‌توان پویایی جامعه گیاهی را بررسی کرد و با اندازه‌گیری تنوع، می‌توان توزیع گونه‌ها را در محیط بررسی نمود (Cosovic et al., 2020; Voget et al., 1997). به‌عبارتی، شناخت وضعیت پوشش گیاهی و تنوع گونه‌ای یک منطقه اولین گام در مدیریت صحیح آن خواهد بود. مهمترین عامل محیطی مؤثر در تشکیل جوامع گیاهی ارتفاع از سطح دریا، شیب زمین، نوع سازند زمین‌شناسی، درصد سنگ‌ریزه، درصد آهک و بافت خاک است. تمرکز بیشتر روی این متغیرها در مطالعات، این امکان را می‌دهد تا با شناخت بیشتر از نیاز بوم‌شناختی گونه‌های مختلف گیاهی و انتخاب گونه‌های سازگارتر با شرایط منطقه، تصمیمات مدیریتی صحیحی را برای اصلاح و احیای پوشش گیاهی اتخاذ کرد (Piry Sahragard et al., 2017). پراکنش گیاهان به‌طور عمده تحت تأثیر دو عامل درجه حرارت و رطوبت قرار دارد (Holdridge, 1974). از آنجایی‌که میزان درجه حرارت و رطوبت به‌طور مستقیم تابعی از الگوی ارتفاع از سطح دریا است، بنابراین می‌توان گفت، ارتفاع از سطح دریا، عاملی مهم در الگوی توزیع ترکیب پوشش گیاهی هر منطقه و تنوع زیستی گیاهی آن محسوب می‌شود (Zhao et al., 2005). درک عوامل مختلف تأثیرگذار در تنوع گیاهی در مقیاس‌های مختلف، یک هدف اساسی اکولوژی و زیست‌شناسی تکاملی است، با

تنوع گیاهی انجام شده است، بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی وضعیت ترکیب و تنوع پوشش گیاهی و روند تغییرات آنها در پروفیل ارتفاعی آوارس تا سبلان در قالب طبقات ارتفاعی مختلف در دامنه جنوب شرقی، با تأکید بر اثر طبیعی ملی سبلان به منظور حراست از ذخایر ژنی و مدیریت این اثر طبیعی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

مطالعه در محدوده شهرستان سرعین و در مراتع جنوب شرقی سبلان در طبقات مختلف ارتفاعی آوارس تا قله سبلان انجام شد. دامنه‌های جنوبی و جنوب شرقی سبلان از لحاظ دامداری، مرتع‌داری، زنبورداری، آب‌وهوای مطلوب و به‌ویژه اهمیت تفرجگاهی آن به دلیل حضور آب‌های گرم معدنی، پیست اسکی آوارس و کوهنوردی در جذب گردشگر حائز اهمیت است. پروفیل ارتفاعی مورد بررسی از روستای آوارس با ارتفاع ۲۳۰۰ متر از سطح دریا شروع و به قله سبلان در ارتفاع ۴۸۱۱ متر از سطح دریا ادامه یافت. در محدوده مورد مطالعه نه سایت به صورت سیستماتیک-تصادفی انتخاب شد که پنج سایت نمونه‌برداری در محدوده اثر طبیعی ملی قرار داشت، جدول ۱ مختصات جغرافیایی سایت‌های انتخابی در محدوده و شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه و سایت‌های نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه فاقد ایستگاه است و تغییرات ارتفاعی بسیار زیادی دارد، از داده‌های ایستگاه‌های همجوار و گرادیان‌های بارندگی و دمای استخراج شده برای کوهستان سبلان استفاده شد (Tavosi & Delara, 2010; Pournemati, 2014; Esmali Ouri & Ghorbani, 2011; Ghafari et al., 2018) و بارندگی و دمای هریک از سایت‌های نمونه‌برداری محاسبه شد (جدول ۱).

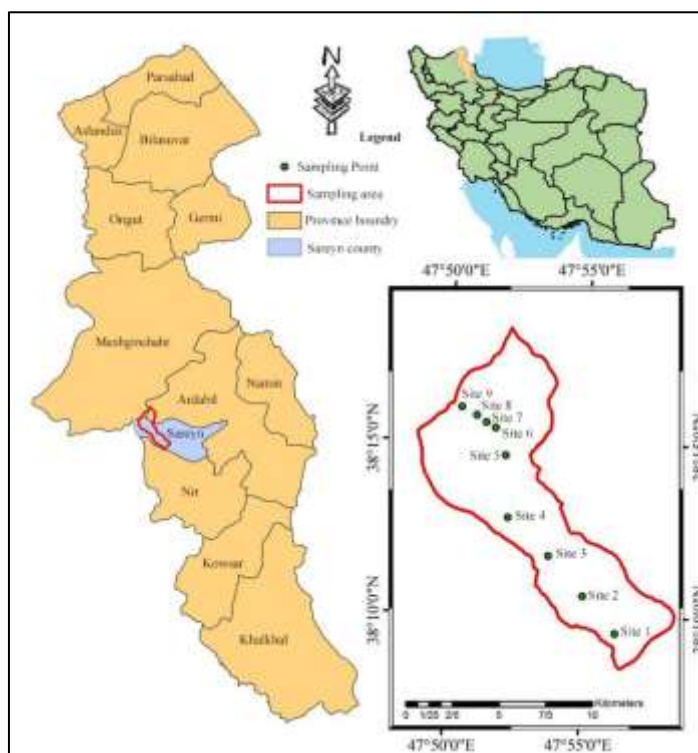
توجه به عملکرد و خدماتی که اکوسیستم‌ها ارائه می‌کنند، اقلیم تأثیر بیشتری بر تنوع گیاهان نسبت به سایر عوامل دارد و تأثیر بسزایی بر پایداری کل اکوسیستم دارد (Tengfei et al., 2022). به‌تازگی، مطالعات به‌طور فزاینده‌ای بر اهمیت تنوع گیاهی در پایداری اکولوژیکی تأکید می‌کنند (Xu et al., 2020). چون تنوع گیاهی می‌تواند تنوع زیستی خاک را بهبود دهد (Liu et al., 2020).

در ارتباط با ساختار ترکیب و تنوع گونه‌ای و تغییرات تنوع با ارتفاع، پژوهش‌های مختلفی در سطح کشور انجام شده که به مواردی به‌صورت مختصر اشاره می‌شود. Nazari Anbaran و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی ترکیب و تنوع پوشش گیاهی در دامنه شمالی سبلان، بیشترین میزان تنوع را در ارتفاع میانی و مهم‌ترین عامل پراکنش پوشش گیاهی را ارتفاع از سطح دریا، دما و اسیدیته بیان کردند. Noroozi و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعات خود گزارش دادند، با افزایش ارتفاع و کاهش سطح منطقه غنای گونه کاهش می‌یابد، Ghafari و همکاران (۲۰۱۸) نتیجه گرفتند که عواملی مانند شرایط محیطی، تنش دمایی و آبی و میزان رطوبت بالا به‌عنوان عوامل مؤثر در حضور حداکثری گونه‌های گیاهی در ارتفاعات میانی است. همچنین در سطح جهانی به‌صورت جداگانه مطالعات مختلفی (Fatima et al., 2018; Zarzycki & Bedla, 2017; Bässler et al., 2016) انجام شده که نشان داده است ارتفاع از سطح دریا یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تنوع گونه‌های گیاهی و نحوه استقرار گیاهان به‌ویژه در مناطق مرتفع است. منطقه کوهستانی سبلان در استان اردبیل، از ارتفاع ۳۶۰۰ متر تا قله به‌عنوان اثر طبیعی ملی به ثبت رسیده و از مناطق چهارگانه حفاظتی محسوب می‌شود (Mehdizadeh et al., 2021). با توجه به اینکه در مراتع سبلان به‌ویژه محدوده اثر طبیعی ملی سبلان مطالعات بسیار کمی در مورد ترکیب و

جدول ۱- ارتفاع، ویژگی های اقلیمی و مختصات جغرافیایی مرکز سایت های انتخاب شده در پروفیل ارتفاعی آلوارس - قله سبلان

**Table1. Elevation, climatic characteristics and geographical coordinates of the center of the selected sites in Alvares - Sablan Peak elevation gradient**

Site No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Elevation (m)	2299	2590	2942	3139	3459	3778	4016	4390	4700
Latitude	38.158807°	38.176421°	38.195499°	38.213395°	38.243493°	38.256487°	38.259089°	38.262402°	38.266251°
Longitude	47.937278°	47.916722°	47.895073°	47.869677°	47.867273°	47.860551°	47.854746°	47.848910°	47.839564°
Mean temperature (°C)	5.95	4.55	2.93	2.01	0.48	-1.01	-2.15	-3.89	-5.37
Precipitation (mm)	518.92	575.42	641.37	678.61	740.65	801.12	847.32	917.98	978.16
Slope (%)	28.00	30.10	42.50	14.20	21.30	26.90	76.50	53.60	144.90
Aspect	SE	S	SW	E	SE	S	SE	SE	NE
Percentage of clay	69.90	71.20	72.00	66.30	60.50	66.00	86.50	89.90	90.00
Percentage of silt	22.90	23.70	22.10	22.70	30.30	26.40	8.40	6.70	5.90
Percentage of sand	7.20	5.10	5.90	11.00	9.20	7.60	5.10	3.40	4.10



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه برداری

Figure 1. Location of the study area and sampling points

#### روش پژوهش

مختلف آب و هوایی (Arzani, 2011) و با توجه به مطالعات گذشته Ghafari و همکاران (۲۰۱۸) که اندازه پلات یک مترمربعی و کمتر از آن را برای اندازه گیری پوشش گیاهی دامنه شرقی سبلان مناسب بیان کردند و به دلیل تعمیم این نظریه بر دامنه های جنوب شرقی سبلان اندازه پلات برای ثبت پارامترهای پوشش گیاهی یک متر در یک متر انتخاب گردید. در امتداد هر ترانسکت ۱۰ پلات یک مترمربعی (در هر سایت ۳۰ پلات) و با فاصله ۱۰ متر از هم قرار گرفتند (در مجموع ۲۷۰ پلات). کمترین ارتفاع برای بررسی پوشش گیاهی ارتفاع ۲۳۰۰ متر ثبت شد و با افزایش هر ۳۰۰ متر ارتفاع در پروفیل انتخابی یک سایت دیگر مستقر شد. بالاترین ارتفاع سایت ها، سایت نهم و در محل قله سبلان استقرار یافت که هیچ گونه گیاهی مشاهده نشد. در سطح هر پلات پارامترهایی مانند تراکم تک تک گونه ها و درصد تاج پوشش آنها، درصد خاک لخت، سنگ و سنگ ریزه (با قطر بیش از ۲ سانتی متر) و درصد لاش برگ ثبت گردید.

طبق بررسی منابع، در کشور ایران به جز منطقه خزری، مطالعه تغییرات پوشش گیاهی در بازه ارتفاعی ۵۰۰ متر انجام شده است (Makhdoum, 2020)، اما در منطقه مورد مطالعه، با توجه به مشاهدات میدانی و ساختار پوشش گیاهی، بازه ارتفاعی ۳۰۰ متر، ارتفاع مناسب برای مقایسه تغییرات پوشش گیاهی شناخته شد، اما در بازه ارتفاعی کمتر از ۳۰۰ متر، ارتفاع تأثیر کمی در تغییرات پوشش گیاهان داشت (Ghorbani *et al.*, 2020). سایت های انتخابی با استفاده از اطلاعات ذکر شده انتخاب شدند. در هر طبقه ارتفاعی سه ترانسکت ۱۰۰ متری و با فاصله ۵۰ متر از هم مستقر شد، محل ترانسکت اول به صورت تصادفی انتخاب شد و ترانسکت های بعدی به صورت سیستماتیک و عمود بر شیب مستقر شدند. با توجه به حضور گونه های غالب گندمی، علفی و بوته ای در منطقه مورد مطالعه، براساس راهنمای گزارش نهایی طرح ملی ارزیابی مراتع مناطق

نمونه‌های خاک در هر ترانسکت از محل پلات‌های اول، پنجم و دهم و از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر (با توجه به عمق ریشه‌دوانی بیشتر گیاهان مرتعی) برداشت شد (Northup *et al.*, 1996). سپس ۳ نمونه برداشت‌شده از هر ترانسکت با هم مخلوط و یک نمونه خاک (ترکیبی) تهیه شد (در مجموع در هر سایت سه نمونه مجزا و ۲۷ نمونه خاک از ۹ سایت برداشت شد). نمونه‌ها بعد از خشک شدن به آزمایشگاه دانشگاه محقق اردبیلی برای آنالیز خصوصیات خاک شامل: ازت، کلسیم، منیزیم، فسفر، سدیم، پتاسیم، آهن، درصد رطوبت اشباع، هدایت الکتریکی (EC)، pH، کربن آلی و بافت خاک (رس، سیلت و شن) انتقال و با استفاده از روش‌های روتین اندازه‌گیری و آنالیز لازم انجام شد. برای استخراج اطلاعات پستی و بلندی و اقلیمی، ابتدا نقشه رقومی ارتفاع (DEM) منطقه تهیه و بعد نقشه جهات جغرافیایی با استفاده از رابطه  $A = \cos(45-A) + 1$  تهیه و برای پلات‌های نمونه‌برداری استخراج گردید (Beers *et al.*, 1966).

به منظور ارزیابی شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنا، از فاکتورهای مربوط به تراکم گونه‌های گیاهی استفاده شد. ابتدا برای اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، آزمون کولموگراف-اسمیرنوف با استفاده از نرم‌افزار SPSS<sub>ver24</sub> انجام شد. با استفاده از اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری تعداد گونه‌های مشاهده‌شده، شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای برای سایت‌های انتخابی با استفاده از نرم‌افزار PAST<sub>ver5</sub> محاسبه شد. زمانی که جامعه دور از تخریب و تنش باشد میزان این شاخص حداکثر است. در واقع، هر چه شاخص شانون-وینر (Shannon-Wiener) کمتر باشد، گویای شرایط سخت جامعه است. همچنین، میزان شاخص سیمپسون بین صفر (تنوع پایین) و یک (تنوع بالا) متغیر است. برای بررسی ارتباط ارتفاع با شاخص‌های درصد تاج‌پوشش، تراکم، تنوع، غنا و یکنواختی در بین سایت‌ها در طبقات ارتفاعی مختلف از تجزیه واریانس یک‌طرفه و به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در نرم‌افزار SPSS<sub>ver24</sub> استفاده شد. شاخص‌های مختلفی برای تعیین تنوع گونه‌ای کاربرد دارد که از بین آنها از دو شاخص سیمپسون و شانون-وینر استفاده شد. غنای گونه‌ای نیز با استفاده از شاخص‌های مارگالف و منهینیک تعیین شد، با توجه به مطالعات انجام‌شده از بین شاخص‌های مختلف این شاخص‌ها توانایی بیشتری برای تعیین پارامترهای تنوع گونه‌ای دارند (Mohammadzadeh *et al.*, 2015; Kumar *et al.*, 2022).

برای تعیین نوع روش رج‌بندی به منظور به‌دست‌آوردن یک توصیف مؤثر و کارا و درک ارتباطات بین متغیرهای محیطی و پوشش گیاهی از روش‌های آنالیز چندمتغیره استفاده شد (Fisher & Fuel, 2004; Ter Braak & Smilauer, 1998). در این پژوهش، ابتدا به روش آنالیز

بالاترین ارتفاعی که منجر به جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی شد، ارتفاع ۴۴۸۰ متری سبلان بود. فاصله زیاد بین سایت‌های یک، دو، سه، چهار، پنج، شیب ملایم دامنه و فاصله کم در سایت‌های شش، هفت، هشت و نه به دلیل توپوگرافی و شیب تند است. گونه‌های گیاهی جمع‌آوری‌شده از سطح پلات‌ها بعد از آماده‌سازی، پرس و خشک شدند. شناسایی نمونه‌ها براساس روش‌های مرسوم تاکسونومی گیاهی تیره، جنس و گونه گیاهان تعیین شد (Mesdaghi, 2007). شناسایی گونه‌ها به کمک منابعی مرتبط با منطقه مانند فلور ایرانیکا (Rechinger, 1963-2015)، فلور ترکیه (Davis, 1965-1988)، فلور ایران (Asadi *et al.*, 1988) و فلور رنگی ایران (Gahreman, 1980-2006) و فرهنگ نام‌های گیاهان ایران (Mozaffarian, 2000) انجام شد. اختصار اسامی مؤلفان گونه‌ها با نمایه بین‌المللی نام‌های گیاهی (IPNI, 2020) یکسان‌سازی شد. برای بررسی پراکنش جغرافیایی گونه‌ها از منابع مانند (Zohary, 1973) مجموعه فلورهای فلسطین (Zohary & Feinbrun, 1966-)



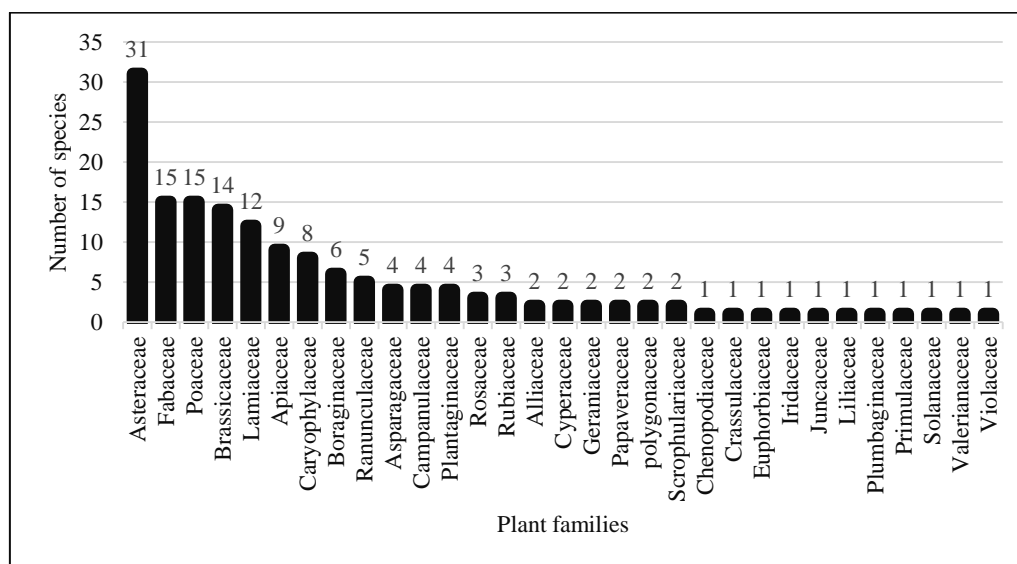
۳۲ گونه، بیشترین تعداد تروفیت‌ها در ارتفاع ۲۹۰۰-۲۶۰۰ متری با ۲۶ گونه، بیشترین تعداد ژئوفیت‌ها در ارتفاعات ۲۹۰۰-۲۶۰۰ متری و ۳۲۰۰-۲۹۰۰ متری هریک با ۷ گونه و بیشترین تعداد کامفیت‌ها در ارتفاع ۲۹۰۰-۲۶۰۰ متری با ۸ گونه ثبت شد. از لحاظ پراکنش جغرافیایی، گیاهان ایران-تورانی در کل منطقه مورد مطالعه با ۵۱ گونه بیشترین پراکنش و گیاهان اندمیک (بومی) با ۱ گونه کمترین پراکنش را داشتند.

بزرگ‌ترین تیره‌های گیاهی منطقه به ترتیب فراوانی گونه‌ها متعلق به Asteraceae با ۳۱ گونه (۲۰ درصد)، Poaceae و Fabaceae هریک با ۱۵ گونه (۱۰ درصد)، Brassicaceae با ۱۴ گونه (۹ درصد)، Lamiaceae با ۱۲ گونه (۸ درصد)، Apiaceae با ۹ گونه (۶ درصد) و Caryophyllaceae با ۸ گونه (۵ درصد) بیشترین تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص دادند. بقیه گونه‌ها مطابق با شکل ۲ به خانواده‌های دیگری تعلق دارند.

تطبیقی نارایب (DCA) رج‌بندی انجام شد، با توجه به اینکه طول گرادیان بزرگ‌تر از ۴ بود از CCA برای مطالعه ارتباط بین عوامل محیطی با گونه‌های گیاهی استفاده شد (Leps & Smilauer, 2014). همچنین، آنالیزهای مربوط به رسته‌بندی پوشش گیاهی (DCA و CCA) در نرم‌افزارهای PC-ORD<sub>ver5</sub> و CANOCO<sub>ver4.5</sub> انجام شد.

## نتایج

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، تعداد ۱۵۶ گونه متعلق به ۳۱ تیره و ۱۰۲ جنس در سطح سایت‌های انتخاب شده در پروفیل ارتفاعی انتشار دارد. براساس تجزیه و تحلیل پراکنش گونه‌ای در امتداد پروفیل ارتفاعی، بیشترین تیره گیاهی در ارتفاع ۲۹۰۰-۲۶۰۰ متری با ۲۶ تیره، بیشترین تعداد جنس در ارتفاع ۲۹۰۰-۲۶۰۰ متری با ۶۴ جنس و بیشترین تعداد گونه‌ها در ارتفاع ۲۹۰۰-۲۶۰۰ متری با ۷۳ گونه شناسایی شد. به لحاظ پراکنش اشکال زیستی، بیشترین تعداد همی‌کریپتوفیت‌ها در ارتفاع ۲۹۰۰-۲۶۰۰ متری با

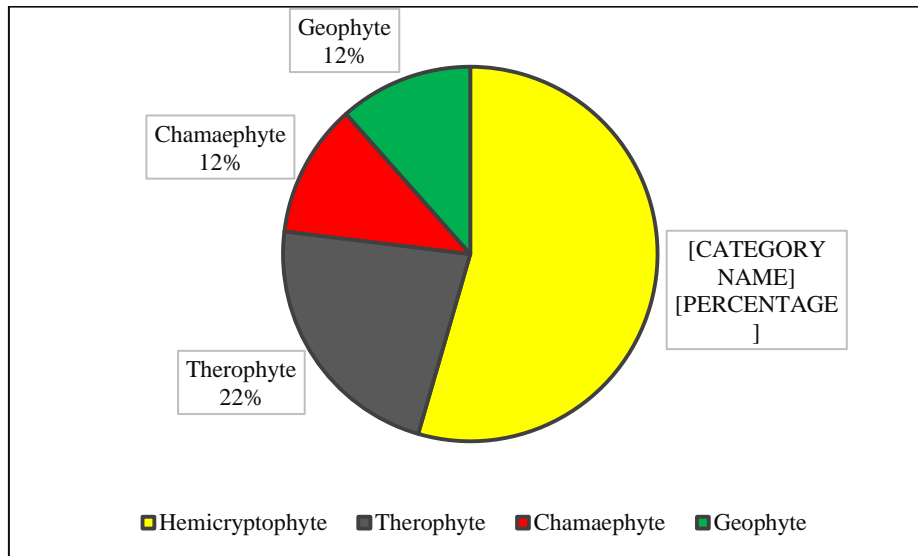


شکل ۲- خانواده‌های غالب گیاهی منطقه براساس فراوانی گونه‌ها

Figure 2. Dominant plant families of the region based on species abundance

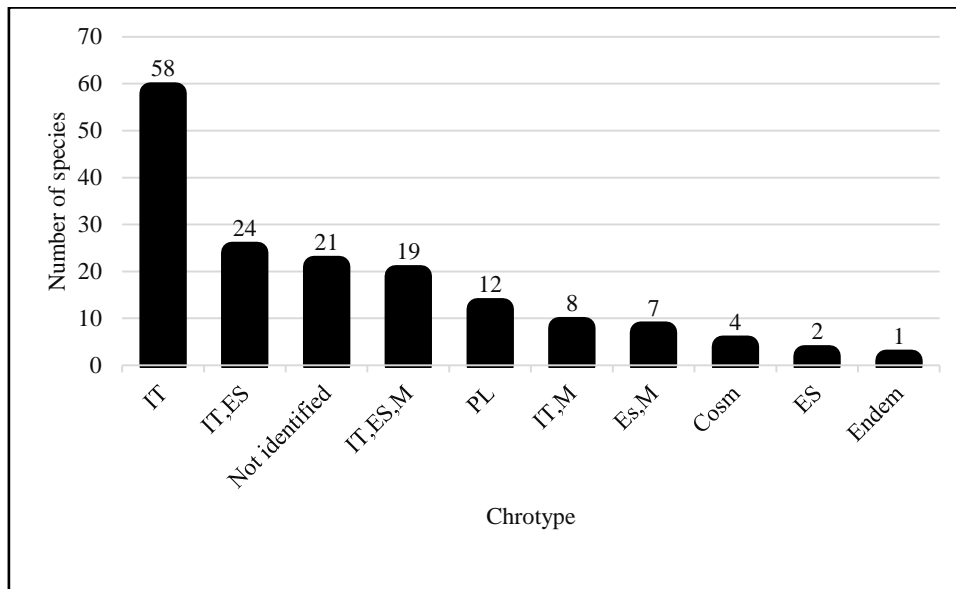
رانکایر نشان داد، فرم‌های همی‌کریپتوفیت‌ها (He) با ۸۵ گونه (۵۴ درصد) و تروفیت‌ها (Th) با ۳۵ گونه (۲۲ درصد) فراوان‌ترین اشکال زیستی در منطقه هستند و کامه‌فیت‌ها (Ch) و ژئوفیت‌ها (Ge) هر یک با ۱۸ گونه (۱۲ درصد)، در مرتبه بعدی از نظر اهمیت و تعداد گونه قرار دارند (شکل ۳).

همچنین در میان جنس‌ها، *Astragalus* با ۱۰ گونه، *Tanacetum* و *Campanula* هر یک با ۴ گونه، *Senecio*، *Potentilla*، *Poa*، *Nepeta*، *Festuca*، *Arabis* و *Taraxacum* با ۳ گونه جنس‌های غالب منطقه را تشکیل دادند. نتایج طبقه‌بندی گیاهان از نظر شکل زیستی به روش



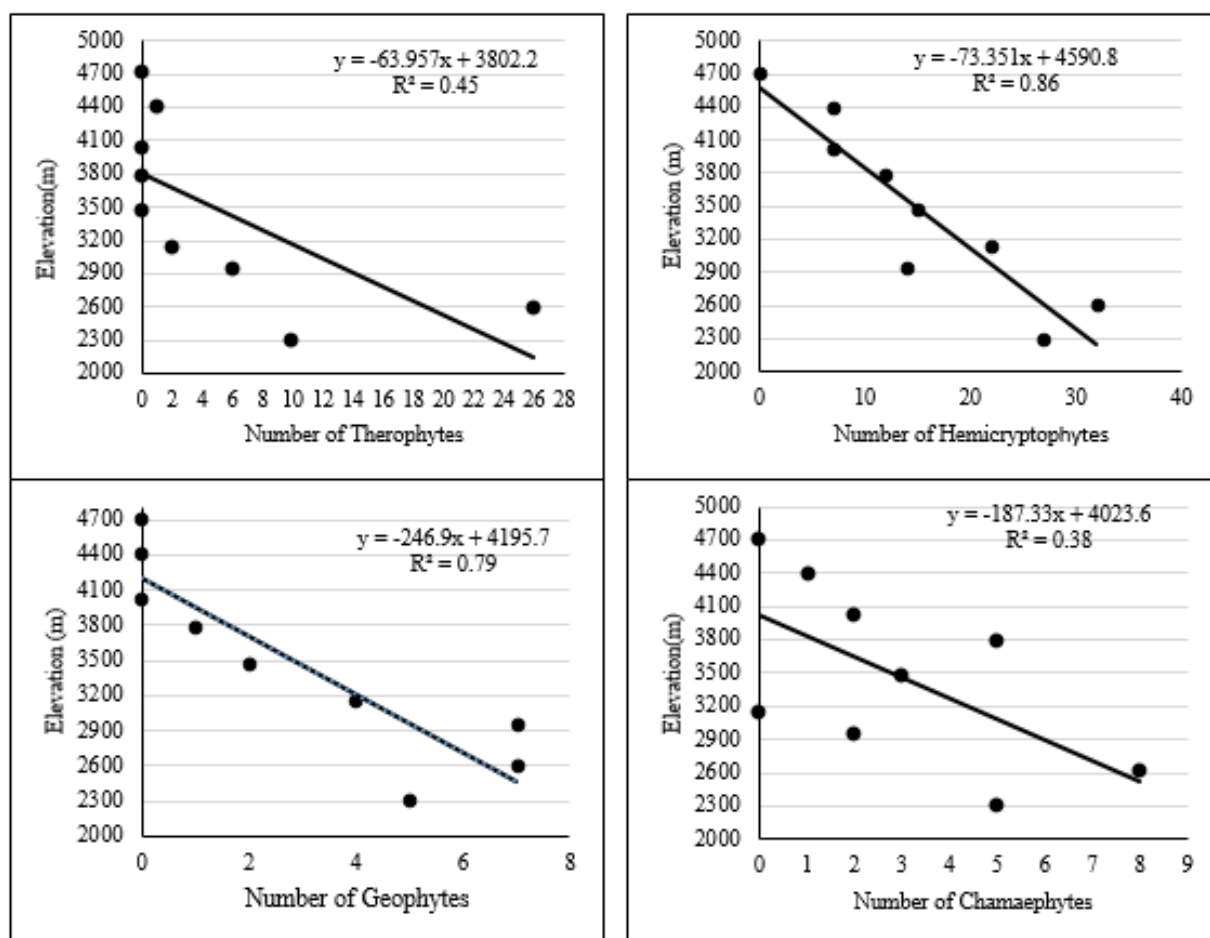
شکل ۳- درصد طیف زیستی گونه‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه

Figure 3. The percentage of biological spectrum of plant species in the study area



شکل ۴- پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی منطقه براساس فراوانی گونه

Figure 4. Chorology of plant species in the region based on species abundance

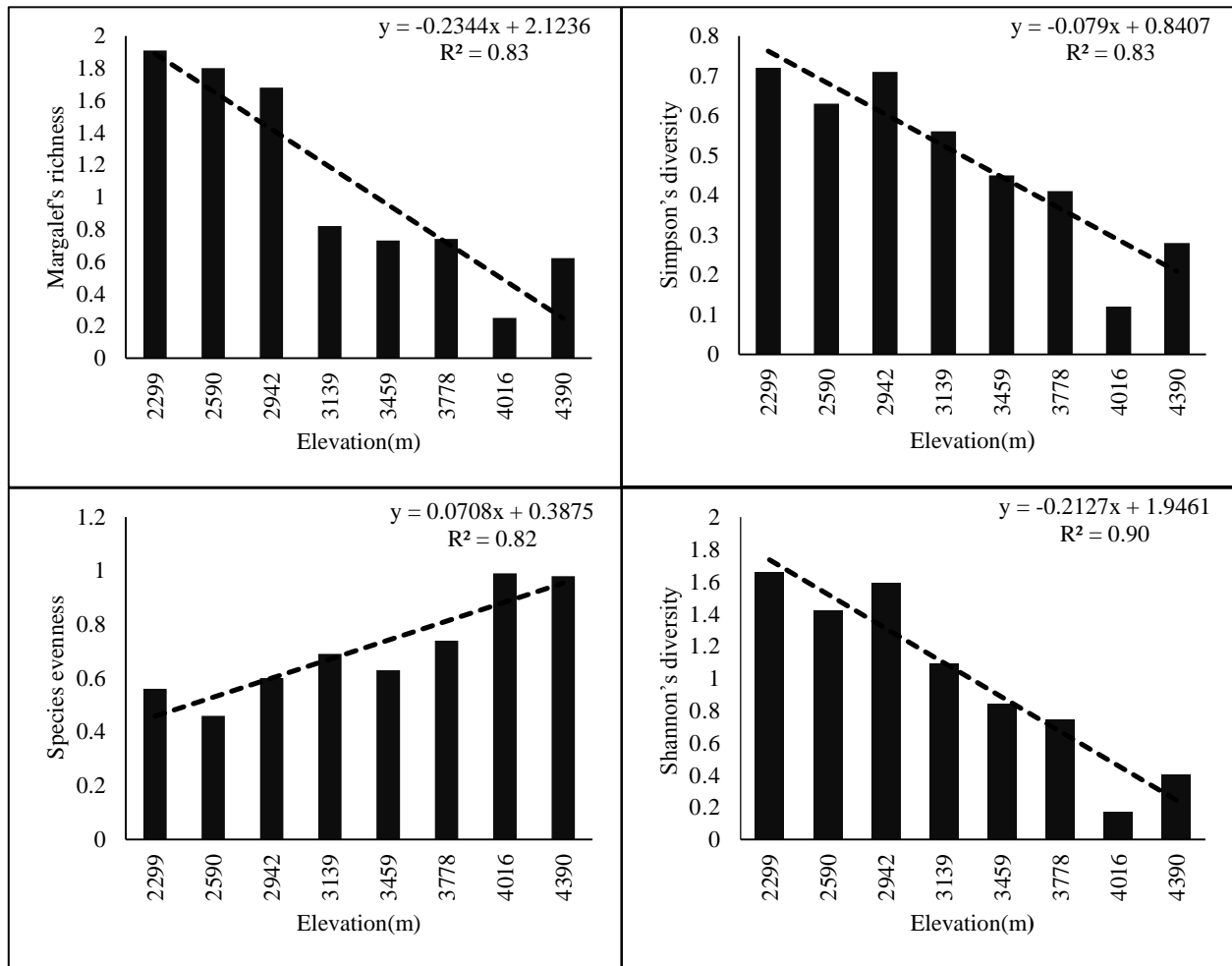


شکل ۵- همبستگی تغییرات شکل زیستی همی کریپتوفیت‌ها، ژئوفیت‌ها، تروفیت‌ها و کامه‌فیت‌ها با ارتفاع از سطح دریا در گرادیان منطقه (اعداد مربوط به ارتفاع، کمترین ارتفاع هر یک از سایت‌ها را نشان می‌دهد)

**Figure 5. Correlation of changes in the biological form of Hemicryptophytes, Geophytes, Therophytes and Chamaephytes, with the elevation above sea level in the gradient of the region (Numbers related to elevation indicate the lowest elevation of each site)**

روند افزایشی داشته است. به طوری که بیشترین تنوع و غنا در ارتفاعات پایین تر و بیشترین یکنواختی در ارتفاعات بالاتر مشاهده شد (شکل ۶).

نتایج تحلیل واریانس برای شاخص‌های عددی تنوع غنا و یکنواختی در سطح سایت‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف بین سایت‌ها می‌باشد. با افزایش ارتفاع شاخص تنوع و غنا روند کاهشی و شاخص یکنواختی



شکل ۶- نمودار همبستگی شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی با ارتفاع از سطح دریا در گرادیان منطقه

Figure 6. Correlation diagram of diversity, richness and evenness indicators with elevation above sea level in the gradient of the region

(طبقه ارتفاعی ۲۵۹۰) با شاخص عددی ۰/۴۶ رخ داد. همچنین، بیشترین غنای منهنیک به مقدار ۱/۱۲ در سایت هشت (طبقه ارتفاعی ۴۳۹۰) و کمترین مقدار آن نیز برابر با ۰/۴۸ در سایت چهار (طبقه ارتفاعی ۳۱۳۹) مشاهده شد. بیشترین مقدار شاخص غنای مارگالف، ۱/۹۱ در سایت یک (طبقه ارتفاعی ۲۲۹۹) و کمترین مقدار شاخص غنای مارگالف، مقدار ۰/۲۵ در سایت هفت (طبقه ارتفاعی ۴۰۱۶) مشاهده شد (جدول ۲).

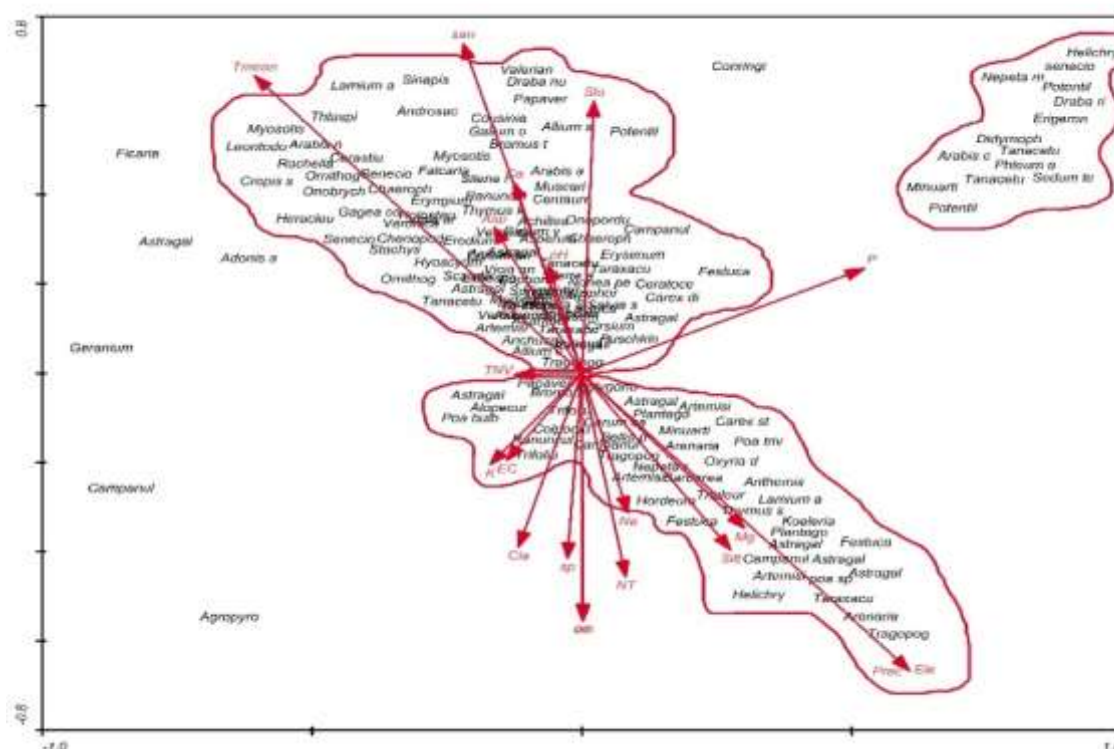
با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۲ بیشترین مقدار تنوع شانون، ۱/۶۶ در سایت یک و کمترین مقدار آن ۰/۱۷ در سایت هفت مشاهده شد. همچنین، بیشترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون به مقدار ۰/۷۲ همانند تنوع شانون در سایت یک (طبقه ارتفاعی ۲۲۹۹) و کمترین مقدار آن، ۰/۱۲ در سایت هفت (طبقه ارتفاعی ۴۰۱۶) بوده است. در رابطه با یکنواختی بیشترین مقدار آن در سایت هفت (طبقه ارتفاعی ۴۰۱۶) با شاخص عددی ۰/۹۹ و کمترین مقدار آن نیز در سایت دو

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) به روش حداقل واریانس و مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در پروفیل ارتفاعی

**Table 2. The results of one-way analysis of variance (ANOVA) using the minimum variance method and comparing the average indices of diversity, richness and evenness in the elevation profile.**

Sites	Elevation (m)	Shannon's diversity	Simpson's diversity	Evenness	Menhinich's richness	Margalef's richness
Site 1	2299	1.66±0.07 <sup>d</sup>	0.72±0.02 <sup>c</sup>	0.56±0.03 <sup>b</sup>	0.94±0.05 <sup>c</sup>	1.91±0.1 <sup>c</sup>
Site 2	2590	1.42±0.09 <sup>d</sup>	0.63±0.03 <sup>de</sup>	0.46±0.02 <sup>a</sup>	0.84±0.06 <sup>bc</sup>	1.80±0.12 <sup>c</sup>
Site 3	2942	1.59±0.05 <sup>d</sup>	0.71±0.02 <sup>e</sup>	0.60±0.03 <sup>bc</sup>	0.89±0.04 <sup>bc</sup>	1.68±0.05 <sup>c</sup>
Site 4	3139	1.09±0.08 <sup>c</sup>	0.56±0.04 <sup>d</sup>	0.69±0.03 <sup>cd</sup>	0.48±0.03 <sup>a</sup>	0.82±0.07 <sup>b</sup>
Site 5	3459	0.84±0.07 <sup>b</sup>	0.45±0.03 <sup>c</sup>	0.63±0.02 <sup>bc</sup>	0.53±0.05 <sup>a</sup>	0.73±0.06 <sup>b</sup>
Site 6	3778	0.74±0.08 <sup>b</sup>	0.41±0.05 <sup>c</sup>	0.74±0.4 <sup>d</sup>	0.72±0.05 <sup>b</sup>	0.74±0.9 <sup>b</sup>
Site 7	4016	0.17±0.07 <sup>a</sup>	0.12±0.05 <sup>a</sup>	0.99±0.01 <sup>e</sup>	0.83±0.08 <sup>bc</sup>	0.25±0.12 <sup>a</sup>
Site 8	4390	0.40±0.11 <sup>a</sup>	0.28±0.8 <sup>b</sup>	0.98±0.01 <sup>e</sup>	1.12±0.06 <sup>d</sup>	0.62±0.19 <sup>b</sup>
Site 9	4700	-	-	-	-	-
<b>F</b>		<b>**21.22</b>	<b>**16.24</b>	<b>**23.84</b>	<b>**14.57</b>	<b>**22.41</b>

ns, \*\* and \* are non-significant and significant respectively at the probability level of 1 and 5% - Max - Min



شکل ۷- پراکنش گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی در پروفیل ارتفاعی مورد مطالعه

**Figure 7. Distribution of plant species in relation to environmental factors in the selected elevational profile**

شکل ۷ توزیع مهمترین عوامل تأثیرگذار اکولوژیکی و رجبندی را نشان می‌دهد. نمودار دارای چهار ربع است که خاکی بر پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه روی نمودار عوامل محیطی و گونه‌های گیاهی در این ربعها توزیع شده

با مقادیر ویژه ۰/۹۰۵ و ۰/۸۶۱ و واریانس ۳/۴ و ۶/۷ تغییرات پوشش گیاهی و عوامل محیطی منطقه را توجیه می‌کنند. به عبارت دیگر، محور اول با مقادیر ویژه ۰/۹۰۵ و همبستگی ۹۷ درصد، ۳/۴ درصد تغییرات پوشش گیاهی و محور دوم با مقادیر ویژه ۰/۸۶۱ و همبستگی ۹۶/۹ درصد، ۶/۸ درصد تغییرات را توجیه کرد. همچنین، محور سوم با مقدار ویژه ۰/۷۶۷ و همبستگی ۹۴/۵ درصد، ۹/۶ درصد تغییرات و محور چهارم با مقدار ویژه ۰/۵۳۲ و همبستگی ۸۷/۳ درصد، ۱۱/۶ درصد تغییرات را توجیه کرد. بنابراین، محورهای دارای مقادیر ویژه بالا بیشترین تغییرات پوشش گیاهی و فاکتورهای محیطی را توجیه می‌کنند. همچنین بالا بودن مقادیر همبستگی محیط و گونه برای محورها در جدول نشان‌دهنده همبستگی قوی بین پوشش گیاهی و فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده است. همچنین، کاهش پیاپی مقادیر ویژه در سه محور اول CCA نشان‌دهنده ساختار خوب مجموعه داده‌هاست (Jongman *et al.*, 1987).

است. از بین عوامل اکولوژیکی و پستی و بلندی، دما، جهت، شن، کلسیم و pH در ربع اول، متغیرهای فسفر و شیب در ربع دوم، متغیرهای ارتفاع، بارش، منیزیم، سیلت، سدیم، ازت در ربع سوم و رطوبت اشباع، رس، هدایت الکتریکی و پتاسیم در ربع چهارم توزیع شده‌اند. در این تجزیه و تحلیل‌ها طول بردارها میزان تأثیرگذاری و اهمیت عوامل را نشان می‌دهند و فاقد ضریب هستند، به طوری که بردار بلندتر دارای تأثیر بیشتر (مثبت یا منفی) و بردار کوتاه‌تر دارای تأثیر کمتر (مثبت یا منفی) می‌باشد. دو بردار همسو با هم نشانگر اثر مثبت و دو بردار مقابل هم نشانگر اثر منفی و متقابل دو عامل برهم هستند. روابط بین عوامل توپوگرافی و گیاهان منطقه با CCA نشان داد که ارتفاع، بارش، دما، شن، شیب و فسفر اثر معنی‌داری بر روی پراکنش گیاهان دارند. جدول ۳ مقادیر ویژه، ضریب همبستگی بین عوامل محیطی در ارتباط با گیاهان منطقه را نشان می‌دهد، درصد واریانس توجیه‌شده توسط محورها و مقادیر همبستگی با محورهای رج‌بندی نشان می‌دهد، محور اول و دوم به ترتیب

جدول ۳- نتایج حاصل از رسته‌بندی CCA برای عوامل محیطی در ارتباط با گیاهان منطقه

**Table 3. The results of CCA classification for environmental factors in relation to plants of region**

Axis	Axis 1	Axis2	Axis3	Axis4
Eigenvalues of CCA	0.905	0.861	0.767	0.532
Correlation coefficient between environmental variables and plants	0.97	0.969	0.945	0.873
Cumulative variance percentage of plants	3.4	6.7	9.6	11.6
Cumulative variance percentage of environmental factors with plants	16.4	32	45.8	55.5

## بحث و نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصل، در مطالعه اخیر حدود ۱۶ درصد (۲۵ گونه) از گونه‌ها با گونه‌های معرفی شده توسط Ahmadauli و همکاران (۲۰۱۵) از دامنه‌های جنوب شرقی سبلان، حدود ۱۳/۴ درصد (۲۱ گونه) از گونه‌ها با فلور معرفی شده توسط Nabizadeh Khayyat (۲۰۱۶) از دامنه‌های جنوب شرقی سبلان، حدود ۴/۴ درصد (۷ گونه) از گونه‌ها با فلور معرفی شده توسط Mirghafari و همکاران (۲۰۱۶) از دامنه‌های شمالی سبلان (قوتور سویی)، حدود ۸/۹۷ درصد (۱۴ گونه) از گونه‌ها با فلور معرفی شده توسط Nazari Anbaran و همکاران (۲۰۱۵) از دامنه‌های شمالی سبلان (لاهرود- شاییل) و ۱۴/۷ درصد (۲۳ گونه) با فلور معرفی شده توسط Sharifi و همکاران (۲۰۱۲) مشابهت دارد. با توجه به اینکه پروفیل انتخابی از منطقه پیست اسکی آوارس تا قله سبلان (ارتفاع ۲۳۰۰ تا ۴۸۱۱) اولین بار نمونه‌برداری شده است و پنج سایت در ارتفاع بالاتر از ۳۰۰۰ متر مستقر بوده، به نظر می‌رسد علت پایین این شباهت‌ها آن است که پژوهش‌های قبلی در ارتفاعات پایین‌تر انجام شده است و این پژوهش بیشتر در ارتفاعات بالاتر تمرکز داشته، این موضوع نشانگر این است که با تغییر ارتفاع، پارامترهای اکولوژیکی و به دنبال آن گونه‌های گیاهی تغییر پیدا می‌کنند.

تیره Asteraceae با ۲۰ درصد، تیره غالب منطقه به‌شمار می‌رود که با مطالعات Ahmadauli و همکاران (۲۰۱۵) در دامنه‌های جنوب شرقی سبلان مطابقت دارد. همچنین، Sharifi و همکاران (۲۰۱۲) نیز در بررسی دامنه‌های شمالی و شرقی سبلان و Nabizadeh Khayyat (۲۰۱۶) در دامنه‌های جنوب شرقی سبلان، تیره Asteraceae را به‌عنوان تیره غالب معرفی کرده‌اند. Ahmadauli و همکاران (۲۰۱۵) غالب بودن این تیره را نشان‌دهنده تخریب ترکیب گیاهی می‌دانند و از سوی دیگر، غالب بودن حضور تیره Fabaceae و Poaceae در منطقه را نشان‌دهنده تخریب کمتر دانسته و چنین بیان می‌کنند که تخریب به گونه‌ای نبوده که کل گونه‌های باارزش را از بین ببرد. از سویی، علت حضور

بالای گونه‌های گیاهی تیره Asteraceae را می‌توان دامنه بردباری وسیع گونه‌های این تیره نسبت به شرایط اکولوژیک نامساعد را مطرح کرد (Davis, 1965-1988). همچنین، گونه‌های این تیره گیاهی سازش خوبی با شرایط اقلیمی ایران- تورانی دارند و با توجه به اینکه معمولاً این تیره در مناطقی که دارای میزان بالای تخریب پوشش گیاهی باشد، ازدیاد پیدا می‌کنند، این موضوع می‌تواند سیمای یک منطقه تخریب‌شده را نیز نمایان کند.

نتایج طبقه‌بندی گیاهان از نظر شکل زیستی به روش رانکایر نشان داد، همی‌کریپتوفیت‌ها فراوان‌ترین اشکال زیستی در منطقه هستند. براساس نظر Archibold (۱۹۹۵) کوهستانی بودن و آب‌وهوای سرد و معتدل باعث رویش همی‌کریپتوفیت‌ها می‌شود، همچنین، شکل زیستی گیاهان معرف طیف زیستی غالب در یک اقلیم و نشان‌دهنده چگونگی سازش گیاهان با اقلیم خاص است. Mota و همکاران (۲۰۱۷) و Moradi و Attar (۲۰۱۹) به نتایج مشابهی دست یافتند و بیان کردند که همی‌کریپتوفیت‌ها غالب‌ترین اشکال حیات در ارتفاعات هستند. گیاهان همی‌کریپتوفیت (چندساله) بیشتر از سایر فرم‌ها در منطقه مورد مطالعه گسترش دارند که با مطالعات Sharifi و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی دامنه‌های شمالی و شرقی سبلان مطابقت دارد. Veljic و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی ترکیب فلورستیک گیاهان آوندی در طول رودخانه جورج (Gorge) در صربستان طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۰، بیان کردند که همی‌کریپتوفیت‌ها به دلیل سازگاری بیشتر با شرایط محیطی منطقه تیپ بیولوژیک غالب منطقه را تشکیل می‌دهند. دومین فراوانی شکل زیستی منطقه از نظر تراکم حضور، با توجه به مجموع شرایط آب‌وهوایی تروفیت‌ها می‌باشد. Khodadadi و همکاران (۲۰۰۹) نیز تروفیت‌ها را شکل زیستی غالب منطقه استیل آستارا معرفی کرده‌اند. اگرچه این شکل زیستی در مناطق بیابانی بیشتر است، حضور بالای تروفیت‌ها در منطقه در نتیجه دخالت‌های انسان و چرای متمرکز دام‌ها، احداث جاده و مکان‌های تفرجگاهی توجیه‌پذیر است. دخالت‌های انجام‌شده سبب

در منطقه لحاظ شود، از مهمترین گونه‌های شناسایی شده در این طبقه ارتفاعی می‌توان به *Potentilla hololeuca* Lehm. *Sedum tenellum* *Nepeta menthoides* Boiss. & Buhse *Draba rigida* *Didymophysa aucheri* Boiss. M. Bieb. *Helichrysum* *Erigeron caucasicus* Steven Willd. *Oxyria digyna* (L.) *Phleum alpinum* L. *indicum* (L.) *Potentilla porphyrantha* Juz Hill اشاره کرد.

یکی از اهداف اصلی مدیریت منابع طبیعی و محیط‌زیست، حفظ تنوع زیستی در اکوسیستم‌های طبیعی است (Imani & Ashjaee, 2022). نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل کل گیاهان نشان داد، ارتفاع از سطح دریا بر تنوع، غنا و یکنواختی تأثیر معنی‌داری دارد. بیشترین مقدار تنوع شانون و سیمپسون مربوط به سایت‌های ۱-۲ و ۳ (ارتفاع ۲۲۰۰ تا ۳۲۰۰ متر) است، این نتایج نشان می‌دهد، میزان تنوع در ارتفاعات پایین‌تر بیشتر است و از ارتفاع ۳۲۰۰ به بعد از مقدار آن کاسته می‌شود که یکی از دلایل این موضوع افزایش ارتفاع و به تناسب آن کاهش دماست. عمده‌تأ دما با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد، درحالی‌که بارندگی با افزایش ارتفاع در مناطق نیمه‌خشک به‌طور غیرخطی افزایش می‌یابد. اثر منفی کاهش دما همراه با اثر مثبت افزایش بارندگی با ایجاد گرادیان پیچیده دو بعدی، بر فراوانی و تنوع گونه‌ها در گرادیان ارتفاعی تأثیر می‌گذارد (Sanchez et al., 2013).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، کل منطقه دارای شرایط تنوع متوسط و رو به پایین است که نشان‌دهنده شدت تخریب در کل عرصه‌های مورد بررسی است. با توجه به اینکه مسیر نمونه‌برداری با استفاده از راه‌های دسترسی و مسیرهای کوهنوردی انتخاب شده است و نیز واریزه‌ای و پیست اسکی بودن منطقه هرگونه پاخوری سطح بیشتری از مراتع را تخریب می‌کند که احتمالاً عامل تخریب در ارتفاعات بالا لگدکوبی گیاهان توسط کوهنوردان و در نتیجه از بین رفتن گونه‌های گیاهی باشد و دلیل اصلی پایین بودن تنوع در ارتفاعات نیز به نظر می‌رسد به دلیل کاهش دما و شرایط سخت رویش گیاهان باشد.

شده است که بسیاری از گونه‌های حساس به عوامل نامساعد محیطی نابود شوند و فرصت برای افزایش گیاهان یکساله و مهاجم ایجاد شود. از نظر Solinska و همکاران (۱۹۹۷)، فشارهای مستقیم انسانی از جمله چرای دام، فراوانی تروفیت‌ها را افزایش می‌دهد. Nazari Anbaran و همکاران (۲۰۱۵)، Mirghafari و همکاران (۲۰۱۶) و Ahmadauli و همکاران (۲۰۱۵)، در دامنه‌های مختلف سیلان نیز گروه دوم شکل زیستی را تروفیت‌ها گزارش کرده‌اند که با نتایج این پژوهش مطابقت می‌باشد. بنابراین، توجیه حضور این گروه در مراتع جنوب‌شرقی سیلان احتمالاً ناشی از تخریب و چرای بی‌رویه است.

مجموعه گونه‌های یک منطقه اصولاً تابع شرایط اقلیمی و محیطی آن منطقه است. با توجه به اینکه اقلیم منطقه، تحت تأثیر جریان‌های هیرکانی، سیبری و اندکی مدیترانه‌ای قرار دارد و بنابر منابعی مانند Javanshir (۱۹۸۹) و Takhtajan (۱۹۸۶) منطقه مورد مطالعه جزو ناحیه ایران-تورانی است. براساس نتایج حاصل از این پژوهش ۳۳ درصد گونه‌های شناسایی شده مربوط به ناحیه ایران-تورانی می‌باشد، بنابراین این مطلب تأیید می‌شود. در مطالعات Ahmadauli و همکاران (۲۰۱۵) در دامنه‌های جنوب‌شرقی سیلان نیز ناحیه رویشی ایران-تورانی با ۵۴ درصد پراکنش غالب منطقه معرفی شد. بررسی‌های Nazari Anbaran و همکاران (۲۰۱۵) در گرادیان ارتفاعی لاهرود-شایبل (شمال سیلان) هم حکایت از این داشت که ۴۲ درصد گونه‌ها به این ناحیه تعلق دارد، همچنین، Azimi Motem و همکاران (۲۰۱۲) در منطقه فندقلو نیز اعلام کردند، ۲۹/۸ درصد گونه‌ها متعلق به ناحیه ایران-تورانی است. همچنین ۱۳ درصد از گونه‌ها مربوط به ناحیه ایران-تورانی و اروپا سیبری است که حضور این گروه از گونه‌ها در این منطقه نشانگر شرایط رویشی به نسبت مطلوب برای گسترش این گیاهان بوده و تا حدودی نشان‌دهنده هم‌پوشانی این دو ناحیه است. همچنین، با توجه به اینکه اثر طبیعی ملی سیلان از ارتفاع ۳۶۰۰ متر به بالا شروع می‌شود و پراکنش گیاهی نیز تا ارتفاع ۴۴۸۰ متر مشاهده شد، حمایت و حفاظت از گونه‌ها اهمیت بیشتری داشته و تدابیر مدیریتی باید



بررسی دو واحد هم سطح که از تعداد گونه یکسان ولی تعداد افراد متفاوت تشکیل شده‌اند، واحدی را که از تعداد افراد کمتری تشکیل شده باشد، نسبت به دیگر واحدها که از تعداد افراد بیشتری تشکیل شده است، غنی تر می‌داند. Esmailzadeh و همکاران (۲۰۱۲) علت افزایش غنای منهنیک را افزایش ارتفاع در منطقه مورد مطالعه با وجود کاهش تنوع توجیه می‌کند.

شاخص یکنواختی چگونگی توزیع فراوانی افراد را در گونه‌ها نمایش و نحوه پراکنش و توزیع برای افراد گونه‌ها را نشان می‌دهد. هر چه توزیع گونه‌ها یکنواخت‌تر باشد، میزان پایداری و ثبات بیشتر می‌شود، وقتی که فراوانی تمام گونه‌ها در یک نمونه برابر باشد، شاخص یکنواختی حداکثر خواهد شد. دلیل اینکه در منطقه مورد مطالعه، ارتفاع از سطح دریا باعث افزایش یکنواختی می‌شود، سخت‌تر بودن شرایط محیطی از لحاظ کاهش دما، ریزش نزولات آسمانی به صورت برف، وزش بادهای شدید، شدت اشعه ماوراءبنفش و ... است که شرایط را برای حضور گونه‌ها سخت کرده، در نتیجه تنوع زیستی کاهش یافته و موجب افزایش یکنواختی گونه‌ها شده است. Qing Jib و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند، مناطق با ارتفاع بالا دارای بیشترین یکنواختی بوده که علت آن حضور کم گونه‌هایی با فراوانی کم است که مشابه نتایج این پژوهش است. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت، ارتفاع به‌عنوان عامل مهم در ترکیب و تنوع پوشش گیاهی بوده و فلور منطقه تحت تأثیر عامل مهم ارتفاع است. Mirhashemi و همکاران (۲۰۲۰) نیز در بررسی تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر تنوع گیاهان در جنگل‌های کبیرکوه ایلام به نتایج مشابهی دست یافتند.

نتایج CCA نشان داد، مهمترین عامل محیطی مؤثر بر پراکنش گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه ارتفاع (۲۳۰۰-۴۸۱۱ متر)، بارش (۵۱۸-۹۸۸ میلی‌متر)، دما (۵/۹- منهای ۵/۳۷ درجه سانتی‌گراد)، شن (۴/۱- ۷/۲ درصد)، شیب (۱۴/۲- ۱۴۴/۹ درصد) و فسفر (۵/۸- ۲۷/۶ ppm) هستند که این عوامل اثر معنی‌داری روی پراکنش گیاهان دارند. بنابراین، گونه‌های گیاهی در محدوده معینی پراکنش دارند و در

نتایج به‌دست آمده نشان داد، در تفسیر تنوع حداکثری در ارتفاعات پایین‌تر و با توجه به نزدیکی روستای آلوارس و کانون‌های حضور عشایر در ارتفاعات میانی گرادیان ارتفاعی، می‌توان نتیجه گرفت که در ارتفاعات پایین منطقه مورد مطالعه بهره‌برداری با شدت بیشتر انجام شده است و باعث فراوانی گیاهان مهاجم و گاهی سمی در ترکیب گونه‌ای در این مناطق شده است، به‌طور کلی تنوع گونه‌ای بالا نمی‌تواند دلیلی بر شرایط مناسب اکوسیستم مرتع باشد، افزایش شدید چرا در طول سال می‌تواند از طریق افزایش گیاهان یکساله موجب افزایش غنای گونه‌ای شود، اما در عین حال، در نتیجه فشار چرای و لگدکوبی و تخریب خاک، ناپایداری اکوسیستم را در پی دارد. چه بسا که در برخی مواقع حضور گونه‌های نامرغوب باعث افزایش تنوع گونه‌ای می‌شود. در سایت‌های چهار تا نه (۲۳۰۰-۴۸۱۱)، تقریباً می‌توان گفت شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده است. این نتایج با پژوهش Espinoza و همکاران (۲۰۱۷) که بیان کردند با افزایش شدت چرا، تنوع و غنای گونه افزایش می‌یابد همخوانی دارد. نتایج به‌دست آمده در سطح نه سایت نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر تنوع گونه‌ای است. کاهش تنوع گونه و غنای مارگالف در مناطق مرتفع می‌تواند به دلیل محدودیت‌های اقلیمی، از قبیل شرایط آب‌وهوایی سخت (بادهای سرد و شدید)، درجه حرارت بسیار پایین، دوره رشد کوتاه، موانع جغرافیایی و بهره‌وری پایین اکوسیستم باشد (Ghafari et al., 2018) که عملکرد فیزیولوژیکی گیاهان را برای زنده ماندن در این محدوده ارتفاعی با وجود بارش مناسب، محدود کند.

مقدار عددی شاخص غنای منهنیک در طول گرادیان ارتفاعی با افزایش ارتفاع ابتدا کاهش (تا ارتفاع ۳۲۰۰ متر) و از این ارتفاع به بعد افزایش یافت، به طوری که بیشتر عدد شاخص یادشده مربوط به سایت هشت در ارتفاعات ۴۴۰۰-۴۷۰۰ متر است. در محاسبه شاخص غنای منهنیک تلاش بر این است که از اندازه قطعه‌نمونه یا تعداد گونه‌ها استفاده شود، اما توابع پیشنهادی شاخص منهنیک برای

که عامل دما تحت تأثیر ارتفاع یکی از مهمترین عوامل این تغییرات است. وضعیت ترکیب و تنوع گونه‌ای در مراتع جنوب شرقی سبلان براساس شاخص‌های تنوع و یکنواختی، مراتعی درحال تخریب بوده و با توجه به استقرار مجتمع تفریحی توریستی آلوارس مهرگان در ارتفاع ۳۰۰۰ متری و نیز حضور وسیع عشایر در منطقه مورد مطالعه، توجه بیش‌ازپیش برای صیانت از مراتع جنوب شرقی سبلان احساس می‌شود. بنابراین، به‌دلیل حساس و شکننده بودن مراتع این منطقه در بهره‌برداری از آنها باید توجه بیشتری داشت تا از تخریب بیشتر جلوگیری شده و ترکیب گیاهی نیز اصلاح شود.

### منابع مورد استفاده

- Ahmadauli, V., Ghorbani, A., Azimi Motem, F., Asghari, A., Teymorzadeh, A. and Badrzadeh, M., 2015. Study of flora, life form, chrotype, diversity and evenness change under the effect of different grazing pressure from crises centers in south-east of Sabalan. *Taxonomy and Biosystematics*, 23: 69-84 (In Persian).
- Archibold, O.W., 1995. *Ecology of world vegetation*. Chapman and Hall, Inc, London, 510p.
- Arzani, H., 2011. *Manual of rangeland assessment plan in rangelands of Iran with various climate conditions*. Iranian Research Institute of Forests and Rangelands Press, Tehran.
- Asadi, M., Khatamsaz, V., Mozafarian, V., 1988-1999. *Flora of Iran*, No. 1-27, Research institute of forests and rangelands Publications, Tehran. (In Persian).
- Azimi Motem, F., Talai, R., Asiabizadeh, F. and Houshyar, M., 2012. A survey on flora, Life forms and geographical distribution of plant species in the protected forests of Fandoghlu (Ardabil province). *Taxonomy and Biosystematics*, 9: 75-88 (In Persian).
- Barends, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R. and Spurr, S. H., 1998. *Forest ecology*, John Wiley & Sons. Ink: New York, 800p.
- Bässler, C., Cadotte, M.W., Beudert, B., Heibl, C., Blaschke, M., Bradtka, J.H., Langbehn, T., Werth, S. and Müller, J., 2016. Contrasting patterns of lichen functional diversity and species richness across an elevation gradient. *Ecography*, 39(7): 689-698.
- Beers, T.W., Dress, P.E. and Wensel, L.C., 1966. Aspect transformation in site productivity research. *Journal of Forestry*, 64: 691-692.

محیط‌هایی که برای رشد آنها مناسب است، حداکثر فراوانی را دارند. نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد، پراکندگی محل گونه‌های گیاهی در هر سایت براساس وارینانس، وابسته به عوامل محیطی در منطقه مورد مطالعه است و ارتباط ویژه‌ای بین خصوصیات فیزیوگرافی و پراکنش پوشش گیاهی وجود دارد. با توجه به اینکه دامنه تغییرات ارتفاعی و شیب در منطقه مورد مطالعه زیاد است می‌توان گفت، ارتفاع و شیب در پراکنش و تنوع پوشش گیاهی نقش مهمی دارد. از بین عوامل محیطی مورد بررسی با توجه به آزمون‌های انجام‌شده، ارتفاع از سطح دریا در تفکیک و تشکیل پوشش‌های گیاهی بیشترین تأثیر را داشته است. Ghafari و همکاران (۲۰۱۸) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، بافت خاک (شن) از عوامل اصلی کنترل پراکنش پوشش گیاهی بوده و تأثیر بافت خاک روی آن به‌دلیل تأثیر در میزان رطوبت خاک است. زیرا اختلاف در میزان رطوبت به تغییراتی در شکل‌دهی و تهویه ساختمان خاک و میزان شوری آن منجر می‌شود. Mashghooli و همکاران (۲۰۱۶) نیز به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. با توجه به نتایج می‌توان بیان کرد، در مجموع میزان فسفر موجود در خاک سهم بیشتری را در مقایسه با سایر مواد آلی خاک در پراکنش گونه‌های علفی به خود اختصاص دادند که بررسی علت این موضوع نیاز به تجزیه و تحلیل گونه‌های گیاهی دارد، این نتایج با نتایج بررسی Shafagh Kolvanagh و Abbasvand (۲۰۱۴) در مراتع خلعت‌پوشان تبریز مشابهت دارد. عوامل فیزیکی بیشتر از عوامل شیمیایی روی پوشش گیاهی منطقه تأثیر داشته است. در واقع با تغییرات ارتفاعی در مکان‌های نمونه‌برداری، گونه‌های موجود نیز تغییر می‌کند که می‌توان این مهم را در منطقه مشاهده کرد. در بررسی تأثیر ارتفاع بر ترکیب و تنوع گیاهی می‌توان چنین استنباط کرد که ارتفاع بر ترکیب و تنوع گیاهی تأثیرگذار بوده و در سطح نه سایت پارامترهای پوشش گیاهی و تراکم گونه‌ای پاسخ معنی‌داری نسبت به ارتفاع از خود نشان دادند، به‌طوری‌که بیشترین تنوع در ارتفاعات پایین (۲۳۰۰-۳۲۰۰) و کمترین تنوع در ارتفاعات بالا (۲۳۰۰-۴۴۰۰) اتفاق افتاد که دلیل آن شرایط سخت اکولوژیکی حاکم بر طبقات ارتفاعی بالاتر است

- Conservation and Habitats on Landscape, Human & Environment, 20(3): 109-119 (In Persian).
- IPNI., 2020. The International plant Names Index. Retrieved from <http://www.ipni.org>. on: spring of 2020.
  - Javanshir, A., 1989. Ecology of Sabalan Rangeland, joint research project of East Azerbaijan Jahad Sazandegi and Faculty of Agriculture of Tabriz University. Construction Jahad of East Azarbaijan Province (Tabriz), Rangeland unit, pp. 152-63. (In Persian).
  - Jongman, R.H.G., Ter Braak, C.J.F. and Van Tongeren, O.F.R., 1987. DataAnalysis in Community and Landscape Ecology. Pudoc, Wageningen.
  - Khodadadi, S., Saeidi Mehrvarz, S. and Naqinezhad, A., 2009. Contribution to the flora and habitats of the Estil wetland (Astara) and its surroundings, Northwest Iran. Rostaniha, 10(1): 110-111 (In Persian).
  - Kumar, P., Dobriyal, M., Kale, A., Pandey, AK., Tomar, RS. and Thounaojam, E., 2022. Calculating forest species diversity with information-theory based indices using sentinel-2A sensors of Mahavir Swami Wildlife Sanctuary. PLoS ONE, 17(5): e0268018
  - Leps, J. and Smilauer, P., 2014. Multivariate analysis of ecological data using CANACO 5. Cambridge University Press, 473p.
  - Liu, L., Zhu, K., Wurzburger, N. and Zhang, J., 2020. Relationships between plant diversity and soil microbial diversity vary across taxonomic groups and spatial scales. Ecosphere, 11 (1): e02999.
  - Mashghooli, M. and jafari, S., 2016. Classification of Vegetation Cover related to Environmental Factors (Case study: Gharabagh Rangelands of Azarbaijan Province), Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 28(5): 995-1005 (In Persian).
  - Makhdoum, M., 2020. Fundamental of land use planning.. Tehran University, Tehran, 304p (In Persian).
  - Mehdizadeh, Y., Ghasempoor, H. and Alipoor, M., 2021. Natural features wetlands and managed areas of Ardabil province. Ham Mihaan Publications, Second Edition, Qom, 104p. (In Persian).
  - Mesdaghi, M., 2007. Range Management in Iran. Astan Quds Razavi Publications, fifth edition, 333p (In Persian).
  - Mirghafari, N., Ghorbani, A., Teimourzadeh, A., Bahrami, B. and Gavidel A., 2016. Introduction on the flora, life forms and chorology of. Rangeland species in the northern slopes (Qotur Sui) of Sablan. The 2nd National Conference on Conservation of Natural Resources and Environment, 2-3 March.
  - Cosovic, M., Bugalho, N., Thom, D. and Borges, J., 2020. Stand structural characteristics are the most practical biodiversity indicators for forest management planning in Europe. Forests Journal, 11(3): 1-24.
  - Davis, P.H., 1965-1988. Flora of Turkey and the East Aegean. Vols. 1-8. Edinburgh University Press, Scotland.
  - Esmali Ouri, A. and Ghorbani, A., 2011. Factors controlling suspended sediment yield from catchments in central Ardabil Province, Iran. African Journal of Agricultural Research, 6(22): 5112-5122.
  - Esmailzadeh, O., Hosseini, S.M., Asadi, H., Ghadiripour, P. and Ahmadi, A., 2012. Plant biodiversity in relation to physiographical factors in Afratakhteh Yew (*Taxus baccata* L.) Habitat, NE Iran', Iranian Journal of Plant Biology, 4(12): 1-12 (In Persian).
  - Espinoza, J.J.O., Ayala, C.C., Castillo'n, E.E., Saldivar, F.G., Saucedo, J.U., Jurado, E., Chapavargas, L., Jaramillo, E.M. and Hernandez, E.O. 2017. Livestock effect on floristic composition and vegetation structure of two desert scrublands in northwest Coahuila, Mexico. The Southwestern Naturalist, 62(2): 138-145.
  - Fatima, S., Ahmed, F., Hameed, M. and Rashid, A., 2018. Ecology and species association of grass species in response to altitudinal gradient in the Potohar region. Pak. J. Bot, 50(1): 41-49.
  - Fisher, M.A. and Fuel, P.Z., 2004. Changes in forest vegetation and arbuscular mycorrhizae along a steep elevation gradient in Arizona. Forest Ecology and Management, 200: 293-311.
  - Ghafari, S., Ghorbani, A., Moameri, M., Mostafazadeh, R. and Bidarlord, M., 2018. Composition and structure of species along altitude gradient in Moghan-Sabalan rangelands, Iran. Journal of Mountain Science, 15(6): 1209-1228.
  - Ghahreman, A., 1980-2006, Color flora of Iran, Research institute of forests and rangelands Publications, Tehran. (In Persian).
  - Ghorbani, A., Taheri Niari, M., Moameri, M., Bidar Lord, M. and Ghafari, S., 2020. Effect of topographic factors on species diversity indices in elevation graient of Ghezel Ozen to high altitude rangelands of Kowsar County, Ardabil province. Rangeland, 14(4): 551-566 (In Persian).
  - Holdridge, L.R., 1974. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105: 367-368.
  - Imani Harsini, J. and Ashjaee, A., 2022. Ecological Network, New Approach to Biodiversity

- 13: 259-270.
- Piry Sahragard., H., Ajourlo, M. and Sanchouli, T., 2017. Analysis of the relationship between rangeland vegetation types and environmental gradient using multivariate methods in western Taftan, southeastern Iran. *Plant Ecosystem Conservation*, 9: 97-114 (In Persian).
  - Pournemati, A., 2014. Estimation primary production using remote sensing in Sabalan rangelands. M.Sc. thesis, Department of Range Management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, 100p (In Persian).
  - Qing Jib, R., Gasoline, W. and Goodhue, R., 2009. Effect of grazing intensity on characteristics of alpine meadow Communities in the Eastern Qinghai- Tibetan Plateau. *Act Prataculturae Sonica*, 18(5): 256-261.
  - Raunkiaer, C., 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon press, Oxford, 632p.
  - Rechinger, K.H., 1963-2015. *Flora Iranica*, Vols. 1-180. Akademisch Druch. Verlagsanstalt Graz, Austria.
  - Sanchez, M., Pedronia, F., Eisenlohrb, P.V., Oliveira-Filhob, A.T., 2013. Changes in tree community composition and structure of Atlantic rain forest on a slope of the Serra do Mar range, southeastern Brazil, from near sea level to 1000 m of altitude. *Flora*, 208: 184-196.
  - Shafagh Kolvanagh, J. and Abbasvand, E., 2014. Effects of Soil Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Distribution of Rangeland Species, Weeds and Sustainability of Species in Khalat Poshan Rangelands of Tabriz County', *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 24(2):73-83 (In Persian).
  - Sharifi, J., Jalili, A., Gasimov, S., Naqinezhad, A. and Azimi Motem, F., 2012. Study on floristic, life form and plant chorology of wetlands in northern and eastern slopes of Sabalan Mountains. *Taxonomy and Biosystematics*, 10(4): 41-52 (In Persian).
  - Solinska, G.B., Namura, O.A. and Symonides, E., 1997. Long-term dynamics of a relict forest in an urban area, *Floristica ET Geobotatica*, 42: 423-479.
  - Takhtajan, A., 1986. *Floristic regions of the world*. University of California Press, Berkley 544p.
  - Tavosi, T. and Delara, Gh., 2010. Climatic zone of Ardabil province. *Nivar*, 70: 47-52. (In Persian).
  - Tengfei, L., Muhammad, K., Shenghua, C., Zechen, P., Zhaofeng, W., Lijuan, R. and Fujiang, H., 2022. Climate-soil interactions improve the stability of grassland ecosystem by driving alpine plant diversity. *Ecological Indicators*, 141: 109002.
  - Ardebil, 5p (In Persian).
  - Mirhashemi, H., Pourbabaei, H. and Mezbani, A., 2020. The effect of altitude on diversity and Species Importance Value (SIV) of herbaceous species in forests of Kabirkouh, Ilam, *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 33(4): 1025-1036 (In Persian).
  - Mohammadzadeh, A., Basiri, R., Tarahi, A. A., Dadashian, R. and Elahiyan, M., 2015. Evaluation of biodiversity of plant species in Arasbaran area using non-parametric measures with respect to topographic factor of slope: a case study of aquiferous land of Ilgina and Kaleibar Rivers. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 27(4): 728-741 (In Persian).
  - Mota, G.S., Luz, G.R., Mota, N.M., Coutinho, E., Veloso, M.D.M., Fernandes, G.W. and Nunes, Y.R.F., 2017. Changes in species composition, vegetation structure, and life-forms long an altitudinal gradient of rupestrian grasslands in southeastern Brazil. *Flora*, 238 (1):32-42.
  - Moradi, H. and Attar, F., 2019. Comparative study of floristic diversity along altitude in the northern slope of the central Alborz Mountains, Iran. *Biodiversitas*, 20(1): 305-312 (In Persian).
  - Mozaffarian, V., 2000. *A dictionary of Iranian plant, Names*, Amir Kabir Publications, Tehran, 762p (In Persian).
  - Nabizadeh Khayyat, N., 2016. Influence of altitude on diversity and composition of vegetation in the southeastern slopes of Sabalan Mountain. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardebili, Ardebil, 95p (In Persian).
  - Namdari Khalan, A., Abrari Vajari, K. and Heidari Safari Kouchi, A., 2020. Investigation of woody species diversity in relation to physiographic factors (Case study: Kalaleh Yew Habitat – Arasbaran). *Plant Ecosystem Conservation*, 16: 305-319 (In Persian).
  - Nazari Anbaran, F., Ghorbani, A., Azimi Motem, F., Teymorzadeh, A., Asghari, A. and Hashemimajid, K., 2015. Floristic and species diversity in altitudinal gradient of Lahrod-Shabil (North Sabalan). *Plant Ecosystem Conservation*, 7: 1-18 (In Persian).
  - Noroozi, J., Moser, D. and Essl, F., 2016. Diversity, distribution, ecology and description rates of alpine endemic plant species from Iranian mountains. *Alpine Botany*, 126: 1-9.
  - Northup, B.K., Brown, J.R. and Holt, J.A., 1996. Grazing impact on the spatial distribution of soil microbial biomass around tussock grasses in a tropical grassland. *Journal of Applied Soil Ecology*,

- Zhao, C.M., Chen, W.L., Tian, Z.Q. and Xie, Z.Q., 2005. Altitudinal pattern of plant species diversity in Shennongjia Mountain, central China. *Journal of Integrative Plant Biology*, 47(12): 1431-1449.
- Zhiang, L., Zhu, Z. and Li, A.E., 2019. Effects of pure and mixed afforestation on biodiversity indexes in west China. *Forestry*, 12(2): 203-217.
- Zohary, M. and Feinbrun-Dothan, N., 1966-1986. *Flora Paestrina*. Vol.1-4. The Jerusalem Academic press, Palestine, Jerusalem.
- Zohary, M., 1973. *Geobotanical foundation of Middle-East*. Vol 1-2. Department of Botany, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Ter Braak, C.J.F. and Smilauer, P., 1998. *CANACO reference manual and Users guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Microcomputer power, Ithaca, 351p.
- Veljic, M., Marin, D.D., Krirose, Z. and Jubic, B.L., 2006. Vascular flora of the Uvac River Gorge in Serbia. *Biological Science Belgrade*, 58: 125-133.
- Voget, K.A., Gordon, J.G., Wargo, J.P., Vogt, D.J., Asbjornsen, H., Palmiotto, P.A., Clark, H.J., Ohara, J.L., Keeton, W.S., Weynand, P. and Witten, E., 1997. *Ecosystems: Balancing Science with Management*. New York, 470p.
- Xu, Q., Yang, X., Yan, Y., Wang, S., Loreau, M. and Jiang, L., 2020. Consistently positive effect of species diversity on ecosystem, but not population, temporal stability. *Ecology Letters*, 24(10): 2256-2266.
- Zarzycki, J. and Bedla, D., 2017. The influence of past land-use and environmental factors on grassland species diversity. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15(4): 267-278.