مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال سیزدهم، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۰
ص ۳۰۴-۲۸۵
مقاله پژوهشی

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/ijf.2021.258873.1751
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.20086113.1400.13.3.5.8

تأثیر ارتفاع از سطح دریا و مؤلفه‌های خاک بر خصوصیات پوشش گیاهی (حوزهٔ آبخیز اسالم)

حسن پوربابائی[1*]، علی صالحی[2]، سپیده‌سادات ابراهیمی[3]، فاضل خداپرست[4]

[1] استاد، گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت
[2] دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت
[3] دانش‌آموختهٔ دکتری علوم جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت
[4] دانش‌آموختهٔ دکتری علوم جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۳۰)

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیرات ارتفاع از سطح دریا و مهم‌ترین مؤلفه‌های خاک بر خصوصیات پوشش گیاهی در حوزهٔ آبخیز اسالم انجام گرفت. ۱۶۰ قطعه نمونهٔ دایره‌شکل هر یک با مساحت ۱۰۰۰ متر مربع با استفاده از روش سیستماتیک- تصادفی در طول شیب تغییرات ارتفاعی پیاده شدند. نتایج بررسی ترکیب پوشش گیاهی در لایه‌های مختلف رویشی در طول شیب تغییرات ارتفاعی (۱۰۰ تا ۱۷۰۰ متر) نوسان‌هایی را نشان داد. بررسی خصوصیات فیزیکی خاک در طول شیب محیطی ارتفاعی الگوی تغییرات مشخصی را نشان نداد. در بین خصوصیات شیمیایی، تغییرات مقدار کربن آلی با افزایش ارتفاع معنی‌دار بود. نتایج آنالیز تطبیقی متعارف نشان داد که در لایهٔ درختی بین سطح مقطع برابرسینهٔ گونه‌های بارانک، بلندمازو، انجیلی و خرمندی با درجهٔ واکنش خاک رابطهٔ مثبت وجود دارد. بین تعداد گونه‌های درختچه‌ای و عوامل محیطی رابطهٔ معنی‌دار به‌دست آمد و گونه‌های ال اسبی و سیاه‌گیله با ارتفاع از سطح دریا، درصد فسفر و درصد سیلت خاک رابطهٔ مستقیم و معنی‌دار نشان دادند. در نهایت، در لایهٔ علفی درصد پوشش گونه‌های *Festuca drymeja* Mert. & W.D.J.Koch، *Lathyrus laxiflorus* (Desf.) Kuntze، *Potentilla micrantha* Ramond. Poir *Veronica persica* و *Viola alba* Besser با ارتفاع از سطح دریا و درصد کربن آلی خاک رابطهٔ مستقیم نشان دادند. ارتفاع از سطح دریا عاملی اصلی در الگوی توزیع ترکیب پوشش گیاهی است. در طول شیب محیطی تغییر شرایط محیطی سبب ایجاد تغییرات پوشش گیاهی شد که بر کیفیت و کمیت مادهٔ آلی خاک اثرگذار بوده و با تغییرات خصوصیات خاک، شرایط برای استقرار گونهٔ گیاهی مشخص فراهم شده است.

واژه‌های کلیدی: اکوسیستم جنگلی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، عوامل محیطی، غرب گیلان.

مقدمه

پوشش گیاهی، از مؤلفه‌های اصلی در اکوسیستم‌های جنگلی و شاخص اکولوژیک مناسبی برای سلامت جنگل و تشکیل‌دهندهٔ ساختار اکوسیستم‌های طبیعی و نشان‌دهندهٔ تأثیر عوامل مختلف محیطی بر اکوسیستم‌هاست (Pourabaei et al., 2014). شرایط اکولوژیکی هر منطقه، فصل مشترک عوامل زیستی و محیطی آن منطقه است (Pourbabaei et al., 2016). هر گونهٔ گیاهی نیازهای محیطی ویژه‌ای دارد و با توجه به آنها

* نویسندهٔ مسئول
شمارهٔ تماس: ۰۹۱۱۱۳۲۹۵۴۱
ایمیل: H_pourbabaei@guilan.ac.ir

مکانی را به‌عنوان رویشگاه انتخاب می‌کند (Brosofske et al., 2001). چنانچه نیاز هر گونهٔ گیاهی به محیط و نیز تأثیر متقابل آن گونه بر عوامل زیست‌محیطی منطقه شناخته شود، می‌توان وضعیت گونه‌ها را در شرایط حاضر تعیین و ارزیابی کرد. جوامع گیاهی روی کرهٔ زمین براساس تصادف مستقر نشده‌اند، بلکه بین آنها و شرایط محیطی همبستگی شدید وجود دارد، در واقع پوشش گیاهی در هر رویشگاه متأثر از اثرهای مستقیم و غیرمستقیم عوامل محیطی متعدد است (Mesdaghi, 2002). ساختار و ترکیب جوامع گیاهی تا حد زیادی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد و با تغییر متغیرهای محیطی، جوامع گیاهی نیز دچار تغییر می‌شوند (Collins et al., 2002). عوامل متعددی بر انتشار گونه‌ها، تشکیل جوامع گیاهی، وسعت پهنهٔ رویشی و محدود بودن آن در نقاط خاص تأثیرگذارند (Fisher et al., 2004). این

عوامل به دو دستهٔ اصلی عوامل بیرونی شامل خاک، اقلیم، توپوگرافی، و عوامل درونی تقسیم می‌شوند که با خصوصیات ساختاری، متابولیسمی، تولید مثل، سازگاری و دیگر صفات گیاهی ارتباط دارند (He et al., 2007).

Huebner et al. (1995) اظهار داشته‌اند که توپوگرافی از عوامل بسیار مؤثر بر ترکیب گونه‌ای زیراشکوب در جنگل‌های خزان‌کننده است. برای تعیین تأثیر توپوگرافی بر پراکنش پوشش گیاهی، متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، جهت دامنه و ناهمواری‌ها در نظر گرفته می‌شود. ارتفاع از سطح دریا از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش پوشش گیاهی است و به روش‌های مختلف از جمله تأثیر بر شرایط اقلیمی، تشکیل و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، تأثیر بر رواناب سطحی، فرسایش و مهاجرت بذر گیاهان ایفای نقش می‌کند (He et al., 2007; Grzyl et al., 2014). در واقع، تعامل پیچیدهٔ عوامل محیطی متفاوت در رابطه با ارتفاع از سطح دریا سبب تغییر در انواع زیستگاه‌ها و جوامع گیاهی متفاوت می‌شود (Hegazy et al., 2007).

تأثیرات عامل ارتفاع از سطح دریا بر پوشش گیاهی، ترکیب رستنی‌ها و خاک در تحقیقات مختلفی بررسی شده است. Shokrollahi et al. (2012) به بررسی اثر ویژگی‌های خاک و عوامل فیزیوگرافی بر پوشش گیاهی در بخشی از مراتع ییلاقی پلور به‌منظور تعیین ارتباط دو ویژگی پوشش تاجی و تراکم گیاهی با عوامل محیطی پرداختند. نتایج نشان داد که درصد پوشش تاجی و تراکم گونه‌های گیاهی منطقهٔ بررسی‌شده در واحدهای کاری مختلف، متفاوت و متأثر از خصوصیات فیزیوگرافی و عوامل خاک است. به‌طوری که از بین عوامل فیزیوگرافی جهت دامنه و شیب با پوشش تاجی و تراکم پوشش گیاهی رابطهٔ قوی داشت؛ البته از میان عوامل خاکی نیز بافت، ازت، فسفر، اسیدیته و لاشبرگ مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پوشش تاجی و عوامل مادهٔ آلی، فسفر، اسیدیته و هدایت الکتریکی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تراکم گونه‌های گیاهی بودند.

Javadi et al. (2014) ارتباط بین پوشش گیاهی و خاک را در پارک ملی خجیر بررسی کردند. نتایج همبستگی معنی‌داری را بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی اندازه‌گیری‌شده نشان داد. مهم‌ترین عوامل خاکی مؤثر بر تفکیک تیپ‌های رویشی سنگریزه، رس، سیلت، شن، گچ، آهک، اسیدیتهٔ خاک، هدایت الکتریکی، پتاسیم و ارتفاع از سطح دریا بود. Pavand Daro et al. (2012) در پژوهش خود با عنوان رابطهٔ بین استقرار و پراکنش گونهٔ پلت (*Acer velutinum* Boiss.) با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عوامل توپوگرافی در جنگل‌های حوزهٔ ناو اسالم دریافتند که درصد کربن آلی، نیتروژن کل و رطوبت اشباع خاک، عوامل تأثیرگذار در استقرار و پراکنش گونهٔ پلت هستند و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین این عوامل و پراکنش گونهٔ پلت وجود دارد؛ به‌طوری که از بین عوامل توپوگرافی نیز گونهٔ پلت با جهت‌های شمالی همبستگی مثبت نشان می‌دهد و همچنین تأثیر کربن، فسفر، درصد رطوبت

اشباع، مقدار شن و ارتفاع از سطح دریا بر زادآوری پلت مثبت است و در مقابل مقدار کلسیم و منیزیم رابطهٔ منفی با زادآوری این گونه دارد.

با توجه به اهمیت و جایگاه جنگل‌های شمال کشور از نظر گونه‌های گیاهی، ذخایر ژنتیکی و تنوع زیستی زیراشکوب، بررسی پوشش گیاهی در این رویشگاه‌ها می‌تواند عامل مهمی در ارزیابی وضعیت کنونی و پیش‌بینی وضعیت آیندهٔ منطقه به شمار آید. با توجه به شرایط توپوگرافی در جنگل‌های شمال ایران، عامل اکولوژیکی ارتفاع از سطح دریا از اهمیت خاصی برخوردار بوده و بسیاری از پارامترهای کمی و کیفی درختان تابع آن است (Fallahchay & Marvie Mohajer, 2005). Naghinezhad et al. (2016) در بررسی ارتباط عوامل اکولوژیکی با پوشش گیاهی زیستگاه پلنگان دریافتند که ارتفاع از سطح دریا و شیب مهم‌ترین عوامل اکولوژیکی تأثیرگذار بر پوشش گیاهی منطقه‌اند. Borna et al. (2017) در پژوهش خود با عنوان تعیین سهم برخی خصوصیات خاک در تشریح پراکنش پوشش گیاهی در مراتع ییلاقی بلده نور نتیجه گرفتند که بین تیپ‌های رویشی و خصوصیات فیزیکی خاک همبستگی چشمگیری وجود دارد. جنگل‌های هیرکانی تنها جنگل‌های تجاری کشورند و میزان تغییرات پوشش‌های گیاهی در جنگل‌های هیرکانی به لحاظ وجود شرایط فیزیوگرافی متنوع، تغییرات ارتفاعی زیاد و عوامل اقلیمی وابسته به آن و همچنین تغییرات تدریجی از غرب تا شرق از لحاظ دما، بارندگی و تناوب آن بسیار زیاد است (Jafari & Khorankeh, 2013). همهٔ این عوامل در کنار عوامل درونی خودِ این اکوسیستم‌ها که مربوط به موجودات زنده و روابط پیچیدهٔ آنها با همدیگر و محیط است، تغییرات مکانی را در ترکیب پوشش گیاهی نواحی جنگلی موجب می‌شوند. باید توجه داشت که هدف نهایی همهٔ اکولوژیست‌ها حفظ ثبات اکوسیستم‌هاست که در نهایت به ثبات محیط زیست می‌انجامد. این مهم جز با حفظ تنوع بیولوژیکی میسر نمی‌شود که به‌منزلهٔ هدف مدیریتی در جنگلداری در دههٔ گذشته، توجه همگان را جلب کرده است. جوامع گیاهی به‌منزلهٔ تولیدکنندگان اولیه، حافظان تنوع بیولوژیکی در زیستگاه‌های طبیعی‌اند و در نتیجه، به‌منظور مدیریت این اکوسیستم‌ها، درک و فهم ارتباط متقابل آنها با عوامل محیطی تأثیرگذار برای جنگلداران، برنامه‌ریزان و دیگر مدیران منابع طبیعی و ارزیابی تنوع زیستی در مقیاس وسیع کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیرات ارتفاع از سطح دریا و مؤلفه‌های خاک بر خصوصیات پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم در تعیین وضعیت و کیفیت اکوسیستم‌ها انجام گرفت. مطالعهٔ تغییرات رستنی‌ها در طول گرادیان ارتفاعی و تعیین وضعیت فعلی رویشگاه می‌تواند در تعیین قابلیت‌های رویشی منطقه، حفاظت از آب و خاک، ایجاد فرصت مناسب زادآوری و ایجاد شرایط و فرصت برای بازسازی پوشش گیاهی و در نهایت افزایش کمی و کیفی پوشش گیاهی مؤثر واقع شود.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

این تحقیق مربوط به حوزهٔ ناو اسالم، هفتمین حوزه از جنگل‌های هیرکانی ایران است که بین طول شرقی″ ۲۶ ′۵۶ °۴۸ و ″ ۱۷ ′۳۵ °۴۸ و عرض شمالی″ ۴۰ ′۴۴ °۳۷ و ″۳۱ ′۳۶ °۳۷ واقع شده است. حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه ۱۰۰ و ۲۴۰۰ متر و ارتفاع متوسط ۱۲۵۰ متر از سطح دریاست. در این اکوسیستم‌های جنگلی تغییرات ارتفاعی چشمگیر و عوامل وابسته به آن به‌طور معمول موجب تمایز جوامع بزرگ گیاهی در عرض جغرافیایی مشخص‌شده است. به‌طور کلی، تغییرات در شیب محیطی ارتفاعی، سه تیپ متمایز از پوشش گیاهی را در این رویشگاه‌ها شکل داده است: جنگل‌های آمیخته با غالبیت نسبی گونهٔ ممرز (*Carpinus betulus* L.) در ارتفاعات پایین‌بند، جنگل‌های راش (*Fagus orientalis* Lipsky) در

ارتفاعات میان‌بند و جنگل‌های اوری (*Quercus macranthera* Fisch. & C.A.Mey. ex Hohen) در بالابند. انتخاب منطقه با این هدف صورت گرفت که هر سه تیپ از پوشش گیاهی در بر گرفته شود (Guilan province of natural resources organization, 2009).

شیوهٔ اجرای پژوهش

نمونه‌برداری پوشش گیاهی

با توجه به نقش عامل اکولوژیکی ارتفاع از سطح دریا در حوزهٔ مدنظر، بررسی‌ها از پایین‌ترین تا بالاترین ارتفاع با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۲۵۰۰۰: ۱ انجام گرفت. با توجه به حد پایین و بالای ارتفاعی جنگل‌های منطقه، ترانسکت‌های ارتفاعی مختلف از ارتفاع ۱۰۰ تا ۱۷۰۰ متر (در مجموع نُه ترانسکت) با فاصلهٔ ۲۰۰ متر از یکدیگر پیاده شدند. در مجموع ۱۶۰ قطعه نمونهٔ دایره‌ای ۱۰۰۰ متر مربعی به روش سیستماتیک- تصادفی در امتداد هر یک از ترانسکت‌های ارتفاعی با فواصل ۱۵۰ متر از یکدیگر پیاده شدند (Pourbabaei et al., 2019). در هر یک از قطعات نمونه، ابتدا نوع گونه‌های درختی تعیین و سپس با استفاده از خط‌کش دوبازو (کالیپر) و شیب‌سنج سونتو، قطر همهٔ گونه‌های درختی با قطر برابرسینهٔ بیش از ۷/۵ سانتی‌متر برداشت شد (Pourbabaei et al., 2019). برای برداشت‌های مربوط به لایهٔ درختچه‌ای نیز در هر قطعه نمونه ابتدا نوع گونه‌های درختچه‌ای تعیین و در نهایت تعداد هر گونه شمارش شد. برای تعیین اندازهٔ قطعه نمونه در اشکوب علفی از روش سطح حداقل و پلات‌های حلزونی ویتاکر استفاده و در نهایت سطح ۶۴ متر مربع برای بررسی پوشش علفی تعیین شد. برداشت داده‌های گونه‌های علفی در قطعات نمونه براساس درصد پوشش و به‌صورت تخمین و برپایهٔ معیار براون- بلانکه (مقیاس فراوانی-چیرگی براون- بلانکه) برآورد شد (Mueller-Dombois & Ellenberg., 1974). برای شناسایی گونه‌های علفی، از هر گونه یک نمونه جمع‌آوری و پس از خشک کردن در هرباریوم دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه گیلان از فلورهای موجود به‌ویژه فلور ایرانیکا و فلور ایران استفاده شد.

نمونه‌برداری خاک

پس از پیاده شدن قطعات نمونه در طول ترانسکت‌های ارتفاعی، داخل هر یک از این قطعات نمونه، یک نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برداشت شد. برای این کار، بعد از کنار زدن لاشبرگ سطحی، چهار نمونه خاک از چهار گوشه و یک نمونه خاک از مرکز قطعه نمونهٔ اصلی برداشت و پس از مخلوط کردن آنها، نمونهٔ خاک با وزن تقریبی ۵۰۰ گرم به‌عنوان خاک معرف قطعه نمونه برای تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی در نظر گرفته شد. نمونه‌ها در دمای آزمایشگاه خشک و سپس کوبیده شدند و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری در داخل ظروف پلاستیکی مخصوص نگهداری شدند. سپس مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی خاک شامل بافت خاک به روش هیدرومتری بایکاس (Bouyoucos, 1962)، جرم مخصوص حقیقی به روش پیکنومتری (Salehi et al., 2013)، جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه (Clod method) (Blake & Hartge, 1965)، میزان تخلخل خاک و درصد رطوبت اشباع به روش استاندارد (وزنی) و برحسب درصد محاسبه شد (Salehi et al., 2013). خصوصیات شیمیایی مانند درجهٔ واکنش خاک به‌وسیلهٔ دستگاه pH متر و با به‌کارگیری مخلوط ۲/۵: ۱ خاک و آب مقطر (Salehi et al., 2013; Karimiyan Bahnemiri et al., 2020)، مقدار کربن آلی به روش والکلی- بلک برپایهٔ اکسیداسیون تر، فسفر قابل جذب به روش اولسون و پتاسیم قابل تبادل به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم نرمال و با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر تعیین شد.

روش تحلیل

متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در بین طبقات مختلف ارتفاع از سطح دریا (با عرض طبقهٔ ۲۰۰ متر از سطح

دریا) با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (One-Way ANOVA) مقایسه شدند. مقایسهٔ میانگین بین تیمارها نیز از طریق آزمون توکی صورت پذیرفت و همهٔ آنالیزها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت. به‌منظور تعیین ارتباط بین ترکیب گونه و عوامل محیطی ابتدا آنالیز تطبیقی قوس‌گیری‌شده (Deterended Correspondence Analysis= DCA) روی داده‌ها اجرا شد و چون طول تغییرات محور اول رسته‌بندی بیشتر از ۳ به‌دست آمد، از آنالیز تطبیقی متعارفی (Canonical Correspondence Analysis=CCA) استفاده شد (Eshaghi Rad et al., 2017). پس از رسته‌بندی، همبستگی بین محورها و عوامل محیطی با استفاده از تحلیل همبستگی پیرسون انجام گرفت.

نتایج

پوشش گیاهی

ترکیب فلوریستیکی (گیاگانی)

در منطقهٔ تحقیق، ۳۲۲ گونهٔ علفی متعلق به ۱۸۶ جنس و ۵۷ تیرهٔ گیاهی شناسایی شد که گونه‌های غالب در هر طبقه ارتفاعی در جدول ۱ نشان داده شده است. بیشترین تعداد گونه‌ها متعلق به تیرهٔ Poaceae با ۲۶ جنس و ۳۸ گونه بود (۱۱ درصد). از این تعداد ۹ تیره به نهانزادان آوندی، ۹ تیره به نهاندانگان تک‌لپه‌ای و ۳۹ تیره به نهاندانگان دولپه‌ای تعلق دارند. نهاندانگان دولپه‌ای با ۱۲۶ جنس و ۲۱۶ گونه بیشترین تعداد را به خود اختصاص داده‌اند و نهانزادان آوندی با ۱۰ جنس و ۲۳ گونه کمترین تعداد را دارند. از مجموع ۵۷ خانوادهٔ گیاهی شناسایی‌شده در طول طبقات ارتفاعی تحت بررسی، بیشترین تعداد از خانواده‌های گیاهی به طبقات ارتفاعی ۱۱۰۰ و ۱۳۰۰ متر از سطح دریا به‌ترتیب با ۶۶ و ۶۴ خانواده تعلق داشت، درحالی که کمترین تعداد خانوادهٔ گیاهی برای طبقهٔ ارتفاعی ۱۷۰۰ متر از سطح دریا با ۵۸ خانواده ثبت شد. دیگر طبقات ارتفاعی از تعداد یکسانی از خانواده‌های گیاهی برخوردار بودند (شکل ۱).

شکل ۱- تعداد خانواده‌های گیاهی در طول شیب محیطی ارتفاعی تحت مطالعه

ترکیب پوشش گیاهی در طول شیب محیطی ارتفاعی در لایه‌های مختلف درختی، درختچه‌ای و علفی بررسی و نتایج در جدول ۱ نشان داده شد. بر این اساس، تغییرات زیادی در ترکیب پوشش گیاهی در همهٔ لایه‌ها وجود داشت و غالبیت گونه‌ای تحت تأثیر افزایش ارتفاع از سطح دریا تغییرات مشخصی را نشان داد. به‌طور کلی، مشخص شد که تراکم برخی از گونه‌ها در طول شیب محیطی ارتفاعی کاهش و تراکم گروهی دیگر از گونه‌ها افزایش یافته است. برخی از گونه‌ها فقط در طبقات ارتفاعی پایین و برخی فقط در شیب محیطی‌های بالاتر حضور داشتند. در لایهٔ درختی گونه‌های *Parrotia persica* (DC.) C.A.Mey.،

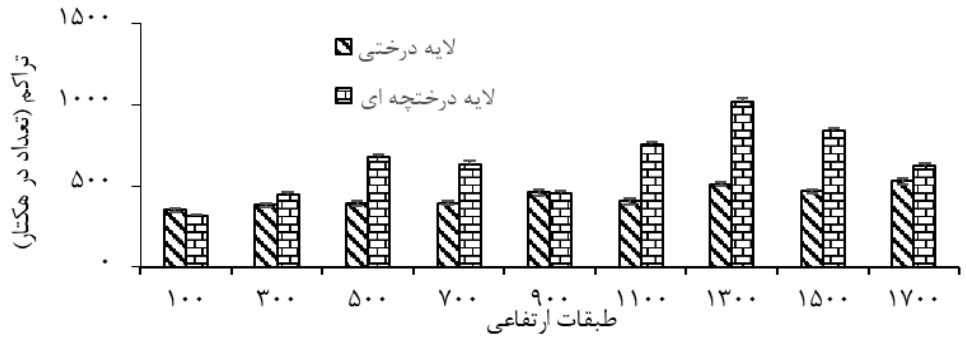
Pterocarya (Lam.) Spach ،*Diospyros lotus* L. ،*Alnus subcordata* (DC.) C.A.Mey. ،*fraxinifolia* ،*Carpinus betulus* ،*Gleditsia caspica* Desf. *Acer cappadocicum* Gled. در ارتفاع ۱۰۰ و ۳۰۰ متری از سطح دریا با بیشترین تراکم غالب بودند. از ارتفاع ۵۰۰ تا ۷۰۰ متری از سطح دریا غالبیت گونه‌های درختی *Diospyros lotus*، *Carpinus betulus* و *Fagus orientalis* Lipsky زیاد بود. در نهایت از ارتفاع ۹۰۰ تا ۱۷۰۰ متر بیشترین تراکم گونه‌ای به گونهٔ راش تعلق داشت که در همهٔ طبقات ارتفاعی غالب بود. گونه‌های دیگر شامل *Carpinus betulus*، *Acer cappadocicum*، *Quercus macranthera* و *Carpinus orientalis* نیز همراه گونهٔ راش با تراکم کمتری حضور داشتند. در لایهٔ درختچه‌ای نیز تغییرات چشمگیری در حضور و نبود گونه‌ها در طول شیب محیطی ثبت شد. با بررسی ترکیب گونه‌ای در طول شیب محیطی از ارتفاع ۱۰۰ تا ۱۷۰۰ متر مشخص شد که به‌ترتیب با افزایش ارتفاع از سطح دریا تغییرات در ترکیب گونه‌ای زیاد بوده است، به‌طوری که در دامنه‌های ارتفاعی پایین گونه‌های *Mespilus*، *Hypericum androsaemum* L. *germanica* L. و *Prunus divaricata* Ehrh. *Viscum album* L. تراکم گونه‌ای زیادی داشتند، اما با افزایش ارتفاع به‌تدریج از حضور این گونه‌ها کاسته شد و گونه‌هایی مانند *Vaccinium arctostaphylos* L.، *Ilex spinigera* (Loes.) Loes و *Crataegus microphylla* K.Koch تراکم بیشتری یافتند و غالب شدند. در لایهٔ علفی نیز تغییرات معنی‌داری در روند غالبیت گونه‌ای به‌دست آمد. در دامنه ارتفاعی پایین از ۱۰۰ تا ۵۰۰ متر از سطح دریا گونه‌های علفی *Pteridium aqualinum* (L.) Kuhn ، A. (Trin.) *Oplismenus* ،*Microstegium vimineum* Camus *Carex* Stokes، *undulatifolius* (Ard.) P. Beauv. *Prunella vulgaris* ،*Smilax excelsa* L. ،*divolsa* *Brachypodium* ،*Dactylis glomerata* L. ،L. *Rubus* Juz. و *sylvaticum* (Huds.) Beauv *hyrcanus* بیشترین درصد پوشش را داشتند؛ اما با افزایش ارتفاع، درصد پوشش این گونه‌های علفی کاهش پیدا کرد و در مقابل گونه‌های *Asperula odorata* ،*Galium odoratum* (L.) Scop ،*Festuca drymeia* Mert. & W.D.J.Koch ،(L.) Scop. *Mercurialis* L. و *Corydalis marschalliana* (L.) DC. *perennis* غلبه یافتند (جدول ۱).

تراکم گونه‌ای

بررسی تراکم درختان در طول شیب محیطی ارتفاعی، با افزایش ارتفاع روندی صعودی نشان داد. از طبقهٔ ارتفاعی ۱۱۰۰ تا ۱۷۰۰ متر، تراکم گونه‌های درختی به‌طور چشمگیری افزایش یافت و بیشترین میانگین تراکم درختان به طبقات ارتفاعی ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰ متری به‌ترتیب با مقدار ۵۰۹/۴، ۴۶۵/۵ و ۵۲۷/۲ تعداد در هکتار تعلق داشت. کمترین تراکم درختان به طبقهٔ ارتفاعی ۱۰۰ متر از سطح دریا با میانگین ۳۵۰/۶ پایه درخت در هکتار تعلق داشت و پس از آن طبقات ارتفاعی ۳۰۰، ۵۰۰، ۷۰۰ و ۹۰۰ متر به ترتیب با میانگین ۴۵۸/۳، ۳۹۱/۶، ۳۹۳/۸ و ۳۸۲/۸ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (شکل ۲). نتایج بررسی تراکم در لایهٔ درختچه‌ای روند مشخصی را نشان نداد. در شیب محیطی‌های ارتفاعی پایین بیشترین میانگین از تراکم به طبقهٔ ارتفاعی ۵۰۰ متر با میانگین ۶۷۶/۸ تعداد در هکتار تعلق داشت و کمترین میانگین برای طبقهٔ ارتفاعی ۱۰۰ متری (۳۱۱/۸ ±۱۷/۸۳) ثبت شد. روند تغییرات از طبقهٔ ارتفاعی ۵۰۰ تا ۹۰۰ متر نزولی و پس از آن افزایشی بود. طبقهٔ ارتفاعی ۱۳۰۰ متر با میانگین ۱۹/۸۹± ۱۰۲۱/۲ تعداد در هکتار بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد و بعد از این طبقهٔ ارتفاعی روند تغییرات کاهشی بود (به‌ترتیب ۸۴۰/۵ و ۶۲۳/۲ برای طبقهٔ ارتفاعی ۱۵۰۰ و ۱۷۰۰ متر) (شکل ۲).

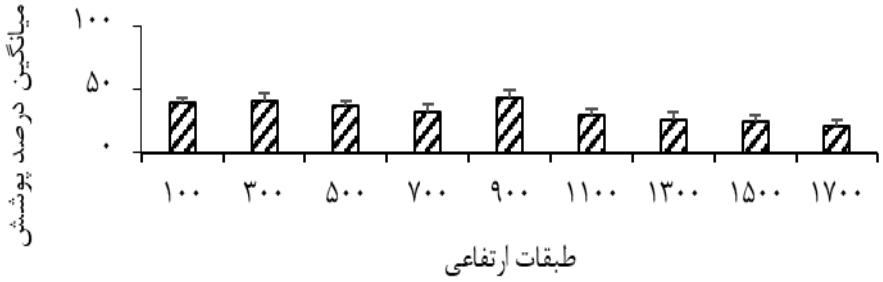
جدول ۱- غالبیت ترکیب گونه‌ای در طول شیب محیطی ارتفاعی

ارتفاع	شیب (٪)	غالبیت گونه‌ای		
		لایهٔ درختی	لایهٔ درختچه‌ای، بوته‌ای	لایهٔ علفی
۱۰۰	۳۰/۵	*Parrotia persica, Diospyros lotus Alnus subcordata Pterocarya fraxinifolia Carpinus betulus Gleditsia caspica*	*Hypericum androsaemum Crataegus microphylla Prunus divaricata Mespilus germanica*	*Oplismenus undulatifolius Microstegium vimineum Brachypodium sylvaticum,Pteridium aqualinum,Pteris cretica Carex divolsa,,Rubus hyrcanus*
۳۰۰	۵۷/۸۵	*Diospyros lotus Parrotia persica Carpinus betulus Acer cappadocicum*	*Hypericum androsaemum Viscum album*	*Microstegium vimineum Oplismenus undulatifolius, Brachypodium sylvaticum, Pteris cretica, Prunella vulgaris,Viola alba*
۵۰۰	۶۰	*Diospyros lotus,Carpinus betulus*	*Hypericum androsaemum Mespilus germanica Crataegus microphylla*	*Brachypodium sylvaticum, Microstegium vimineum, Oplismenus undulatifolius Dactylis glomerata*
۷۰۰	۶۸	*Carpinus betulus Diospyros lotus Fagus orientalis*	*Hypericum androsaemum, Mespilus germanica Crataegus microphylla*	*Microstegium vimineum Rubus hirtus*
۹۰۰	۵۳	*Fagus orientalis Carpinus betulus*	*Hypericum androsaemum Vaccinium arctostaphylos*	*Brachypodium sylvaticum, Poa nemoralis, Rubus hirtus*
۱۱۰۰	۴۶	*Fagus orientalis Carpinus betulus Quercus castaneifolia, Acer cappadocicum*	*Ilex spinigera Hypericum androsaemum Cotoneaster integerrimus*	*Mercurialis perennis Brachypodium sylvaticum, Matteuccia struthiopteris, Athyrium filix femina*
۱۳۰۰	۶۷	*Fagus orientalis Carpinus betulus Carpinus orientalis Acer cappadocicum Quercus macranthera*	*Ilex spinigera Vaccinium arctostaphylos,Crataegus microphylla, Cotoneaster integerrimus*	*Corydalis marschalliana Viola odorata, Festuca drymeia, Asperula odorata.*
۱۵۰۰	۴۷	*Fagus orientalis Quercus macranthera*	*Ilex spinigera Crataegus microphylla, Vaccinium arctostaphylos*	*Galium odoratum, Festuca drymeia Asperula odorata .*
۱۷۰۰	۴۵	*Fagus orientalis Quercus macranthera*	*Ilex spinigera Crataegus microphylla Vaccinium arctostaphylos Cotoneaster integerrimus*	*Galium odoratum, Asperula odorata.*



شکل ۲- تراکم درختان و درختچه‌ها در طبقات ارتفاعی

میانگین درصد پوشش گونه‌های علفی در طبقات ارتفاعی پایین و حد واسط چشمگیر بود و با افزایش ارتفاع از سطح دریا تا حدی از درصد پوشش گیاهی در این لایه کاسته شد. در طول طبقات ارتفاعی ۱۰۰ تا ۹۰۰ متر از سطح دریا، بیشترین درصد پوشش برای طبقهٔ ارتفاعی ۹۰۰ متر از سطح دریا (۵/۲۰± ۴۴٪) و کمترین آن، برای طبقهٔ ارتفاعی ۷۰۰ متر (۳/۶± ۳۲/۶٪) ثبت شد. از ارتفاع ۱۱۰۰ تا ۱۷۰۰ متر روند تغییرات برای درصد پوشش گونه‌های علفی کاهشی و میانگین درصد پوشش کمتر از ۳۰ درصد بود. در طول این طبقات ارتفاعی، طبقهٔ ۱۷۰۰ متر با میانگین درصد پوشش ۲/۸± ۲۰/۹٪ کمترین میانگین را به خود اختصاص داد (شکل ۳).



شکل ۳- میانگین درصد پوشش گونه‌های علفی در طول طبقات ارتفاعی

خاک

خصوصیات فیزیکی خاک

براساس نتایج، تغییرات مقدار رطوبت خاک در طول شیب محیطی ارتفاعی، الگوی مشخصی را نشان نداد. در بین طبقات ارتفاعی، بیشترین مقدار رطوبت خاک به ارتفاع ۱۷۰۰ متر با میانگین ٪۴۵/۲۷ تعلق داشت و کمترین مقدار رطوبت خاک برای ارتفاع ۱۰۰ متر با میانگین ٪۳۸/۰۷ به‌دست آمد. در بررسی ذرات تشکیل‌دهندهٔ بافت خاک از جمله شن، رس و سیلت نیز اختلاف معنی‌داری در طول گرادیان ارتفاعی وجود نداشت. جرم مخصوص ظاهری و جرم مخصوص حقیقی با تغییرات ارتفاع، الگوی تغییر مشخصی نداشتند. بیشترین و کمترین مقدار جرم مخصوص ظاهری به‌ترتیب با میانگین ۰/۱۳ ± ۲/۲۷ و ۰/۷ ±۲/۰۲ به طبقات ارتفاعی ۵۰۰ و ۱۷۰۰ متری تعلق داشت. همچنین جرم مخصوص حقیقی نیز در طبقهٔ ارتفاعی ۱۷۰۰ متر با میانگین ۰/۰۷ ± ۱/۵۷ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. بیشترین درصد تخلخل نیز با میانگین ۱/۵۴± ۳۹/۰۴ به طبقهٔ ارتفاعی ۵۰۰ متر از سطح دریا تعلق داشت (جدول ۲).

خصوصیات شیمیایی خاک

ارزیابی مقدار اسیدیتهٔ خاک در طول طبقات ارتفاعی نشان داد که این خصوصیت شیمیایی به‌طور معنی‌داری با افزایش ارتفاع کاهش یافته است ($P\leq 0.01$). بیشترین میانگین اسیدیتهٔ خاک به طبقهٔ ارتفاعی ۱۰۰ متری از سطح دریا با مقدار ۰/۱۲± ۶/۵۹ تعلق داشت و کمترین مقدار برای طبقهٔ ارتفاعی ۱۷۰۰ متری با میانگین ۰/۱۸ ± ۵/۳۱ به‌دست آمد. مقدار کربن آلی خاک با افزایش ارتفاع به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و روند تغییرات کربن در طول شیب محیطی صعودی بود ($P\leq 0.01$). طبقهٔ ارتفاعی ۱۰۰ متر از سطح دریا با میانگین ۰/۲۹ ±۳/۸۶ گرم در کیلوگرم کمترین مقدار این شاخص را به خود اختصاص داد و بیشترین کربن آلی

برای ارتفاع ۱۷۰۰ متر با میانگین ۰/۲۶ ± ۷/۲۸ گرم در کیلوگرم ثبت شد. مقایسهٔ میانگین صورت‌گرفته برای مقدار فسفر قابل جذب خاک در طول شیب محیطی ارتفاعی الگوی مشخصی از تغییرات را نشان نداد. فسفر کل خاک در طول شیب محیطی ارتفاعی بین مقادیر ۰/۷۵ ± ۵/۹۶ و ۰/۱۸ ± ۴/۲۱ میلی‌گرم در گرم در نوسان بود. مقایسهٔ میانگین برای مقدار پتاسیم قابل جذب خاک نیز در طول شیب محیطی ارتفاعی الگوی مشخصی از تغییرات را نشان نداد. میانگین پتاسیم کل خاک از ۱۰۰ تا ۱۱۰۰ متر از سطح دریا به‌طور تقریبی روند افزایشی را با تغییرات خیلی اندک نشان داد. درحالی که در طبقات ارتفاعی ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰ متر از سطح دریا روندی کاهشی در مقدار پتاسیم کل خاک مشاهده شد (به‌ترتیب با میانگین ۶/۴۶± ۱۷۶/۶، ۱۶/۵۵± ۱۶۷/۵، ۱۳/۰۲± ۱۶۷/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) (جدول ۳).

جدول ۲- میانگین ± اشتباه معیار خصوصیات فیزیکی خاک در طول شیب محیطی ارتفاع از سطح دریا

شیب محیطی ارتفاعی	درصد رطوبت اشباع	درصد شن	درصد رس	درصد سیلت	P.D (gr/cm^3)	B.D (gr/cm^3)	درصد تخلخل
۱۰۰	۳۸/۰۷±۱/۶	۴۱/۴۹ ±۳/۱	۲۴ ±۲/۹	۳۴/۵۱ ±۱/۳	۲/۲۱ ±۰/۰۴	۱/۴۶ ±۰/۰۷	۳۳/۷۱ ±۲/۸۴
۳۰۰	۴۱/۹۱ ±۱/۷۲	۴۲/۵۶ ±۳/۰۶	۲۳ ±۳/۷	۳۴/۴۴ ±۳/۳	۲/۲۳ ±۰/۰۵	۱/۴۹ ±۰/۰۷	۳۲/۸۱ ±۳/۵۸
۵۰۰	۴۲/۰۲ ±۲/۳	۴۲/۲۶ ±۰/۶	۲۴/۳۱ ±۱/۷	۳۳/۴۳ ±۱/۵	۲/۲۷ ±۰/۱۳	۱/۳۷ ±۰/۰۷	۳۹/۰۴ ±۱/۵۴
۷۰۰	۴۲/۶۰ ±۱/۹	۴۴/۳۵ ±۳/۱	۲۲/۵۴ ±۲/۱	۳۳/۱ ±۰/۰۲	۲/۲۶ ±۰/۱۰	۱/۳۹ ±۰/۰۵	۳۷/۵۱ ±۳/۲۱
۹۰۰	۴۳/۷۴ ±۲/۱	۴۶/۹۹ ±۳	۱۹/۳۳ ±۳/۱	۳۳/۶۸ ±۲/۲	۲/۱۰ ±۰/۰۳	۱/۴۰ ±۰/۰۶	۳۳/۵۳ ±۲/۳۷
۱۱۰۰	۴۴/۷۴ ±۲/۶	۴۲/۹۸ ±۳/۰۴	۲۳/۵۷ ±۳/۳	۳۳/۴۵ ±۱/۴	۲/۰۸ ±۰/۰۲	۱/۴۰ ±۰/۰۵	۲۷/۶۶ ±۳/۰۶
۱۳۰۰	۴۳/۹۸ ±۱/۳	۴۶/۳۰ ±۲/۳	۱۷/۶۷ ±۱/۸	۳۶/۰۳ ±۱/۷	۲/۱۷ ±۰/۰۷	۱/۴۲ ±۰/۰۴	۳۳/۸۴ ±۲/۹۹
۱۵۰۰	۴۴/۸۳ ±۳/۱	۴۶/۵۱ ±۲/۸	۱۸/۵ ±۲/۵	۳۴/۹۹ ±۱/۳	۲/۰۹ ±۰/۰۰۳	۱/۴۴ ±۰/۰۸	۳۱/۴۸ ±۳/۱
۱۷۰۰	۴۵/۲۷ ±۳/۷۶	۴۷/۶۶ ±۱/۵	۲۴/۳۸±۱/۶	۲۷/۹۶ ±۱	۲/۰۲ ±۰/۰۷	۱/۵۷ ±۰/۰۷	۳۱/۵۸ ±۲/۶
F	۰/ ۸ ns	۱/ ۳۵ ns	۱/۴۶ ns	۰/ ۳۷ ns	۱/۲۲ ns	۰/۸۴ ns	۰/۱۹ ns

ns: معنی‌دار نبودن

جدول ۳- میانگین ± اشتباه معیار خصوصیات شیمیایی خاک در طول شیب محیطی ارتفاع از سطح دریا

شیب محیطی ارتفاعی	اسیدیته	کربن آلی (گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)
۱۰۰	۶/۵۹±۰/۱۲	۳/۸۶ ±۰/۲۹	۵/۵ ±۰/۴۵	۱۵۹/۳۳ ± ۶/۹۸
۳۰۰	۶/۴۱±۰/۱۹	۴/۸±۰/۲	۴/۶۴±۰/۲۷	۱۵۹/۳۳ ± ۱۱/۱۹
۵۰۰	۶/۲±۰/۰۹۸	۴/۹۸±۰/۱۸	۵/۲۱±۰/۱۹	۱۷۵/۲۳ ± ۹/۶۴
۷۰۰	۶/۰۵±۰/۱۷	۵/۵۲±۰/۲۶	۴/۵±۰/۱۱	۱۷۷/۶ ± ۱۴/۳۸
۹۰۰	۵/۶±۰/۱۴	۵/۴۱±۰/۱۶	۴/۲±۰/۱۶	۱۷۹/۹ ± ۱۶/۷۹
۱۱۰۰	۶/۱۲±۰/۰۸	۶/۲۱±۰/۲۳	۴/۶۱±۰/۷۵	۱۸۷/۹ ± ۱۴/۷۵
۱۳۰۰	۶/۲۶±۰/۱۶	۶/۳۵±۰/۱۹	۵/۹۶±۰/۲۸	۱۷۶/۶ ± ۶/۴۶
۱۵۰۰	۵/۵±۰/۰۵	۶/۳۶±۰/۲۳	۴/۲۱±۰/۱۸	۱۶۷/۵ ± ۱۵/۵۵
۱۷۰۰	۵/۳۱±۰/۱۸	۷/۲۸±۰/۲۶	۴/۴۵±۰/۲	۱۶۷/۳۶ ± ۱۳/۰۲
F	۰/۰۴*	۰/۰۱*	۰/۷ ns	۰/۶۵ ns

ns: معنی‌دار نبودن و *: معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد

تحلیل تطبیقی متعارفی (CCA) گونه‌های درختی و متغیرهای محیطی

از آنالیز تطبیقی متعارفی (CCA) به‌منظور کمّی کردن روابط بین عوامل محیطی و خصوصیات خاک و سطح مقطع گونه‌های درختی استفاده شد (Ghaderi et al., 2017). در لایهٔ درختی، پس از بررسی همبستگی بین متغیرهای محیطی و محورهای CCA، محورهای اول و دوم رسته‌بندی با بیشترین مقدار ارزش ویژه (۰/۴۷۸ و ۰/۴۰۱) به‌منظور نمایش نتایج انتخاب شدند (جدول ۴). نتایج بررسی همبستگی عوامل محیطی و محورهای CCA و نمودار حاصل از رسته‌بندی از متغیرهای توپوگرافی نشان داد که جهت دامنه با جهت منفی محور اول و با جهت مثبت محور دوم رسته‌بندی دارای همبستگی معنی‌دار بود.

جدول ۴- همبستگی بین متغیرهای محیطی و محورهای CCA (برای گونه‌های درختی)

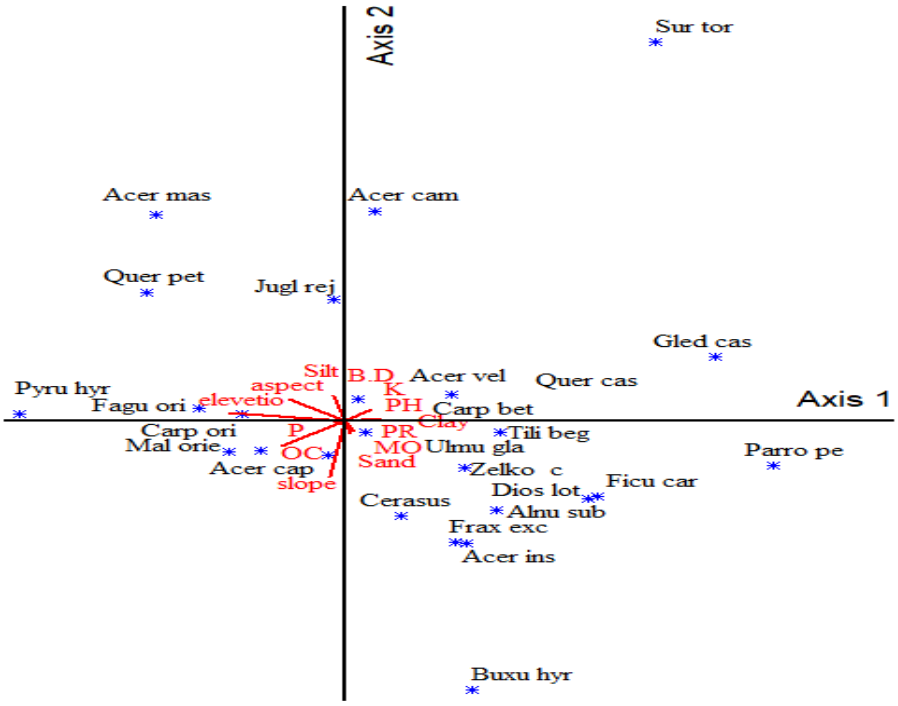
عامل محیطی	محور ۱	محور ۲	محور ۳
جهت	-۰/۳۲۴*	۰/۴۱۰*	۰/۱۱۱
شیب (درصد)	-۰/۲۲۳	۰/۰۹۷	-۰/۳۳۲
ارتفاع از سطح دریا (متر)	-۰/۶۲۶*	۰/۰۸۷	۰/۳۹۵
اسیدیته	۰/۳۰۱*	۰/۲۹۷	-۰/۳۱۳
کربن آلی (درصد)	-۰/۴۸۸*	-۰/۰۵۳	۰/۱۴۲
فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰/۰۷۵	۰/۱۸۹	-۰/۲۴۴
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰/۲۱۴	۰/۰۷۹	-۰/۲۲۶
تخلخل (درصد)	۰/۱۸۹	-۰/۲۷۶	۰/۱۲۰
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	-۰/۰۶۱	۰/۲۴۹	-۰/۱۲۸
رطوبت (درصد)	۰/۰۸۳	۰/۰۴۳	-۰/۱۲۰
شن (درصد)	۰/۱۱۱	-۰/۱۱۹	-۰/۰۶۷
رس (درصد)	-۰/۱۰۴	۰/۰۰۳	-۰/۱۲۲
سیلت (درصد)	-۰/۰۲۸	۰/۲۰۸	۰/۳۱۹

*: معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد

از متغیرهای دیگر توپوگرافی، ارتفاع از سطح دریا نیز با جهت منفی محور اول رسته‌بندی دارای همبستگی معنی‌دار بود. از متغیرهای خاک اسیدیته با جهت مثبت و کربن آلی با جهت منفی محور اول رسته‌بندی دارای همبستگی معنی‌دار بودند. سطح مقطع برابرسینه در گونه‌های *Diospyros lotus*، *Parrotia persica*، *Quercus castaneifolia* و *Sorbus torminalis* با اسیدیتهٔ خاک رابطهٔ مثبت نشان داد. در گونهٔ *Fagus orientalis* سطح مقطع برابرسینه با مقدار کمّی‌شدهٔ جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا و درصد کربن آلی خاک همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد (جدول ۴، شکل ۴).

تحلیل تطبیقی متعارفی (CCA) گونه‌های درختچه‌ای و متغیرهای محیطی

براساس نتایج آنالیز داده‌های گونه‌های درختچه‌ای و عوامل محیطی با استفاده از روش CCA، بین تعداد گونه‌های درختچه‌ای و عوامل محیطی رابطهٔ معنی‌دار به‌دست آمد. محورهای اول و دوم رسته‌بندی به‌دلیل داشتن بیشترین مقدار ارزش ویژه (۰/۷۸۱ و ۰/۵۸۵)، انتخاب شدند (جدول ۵).



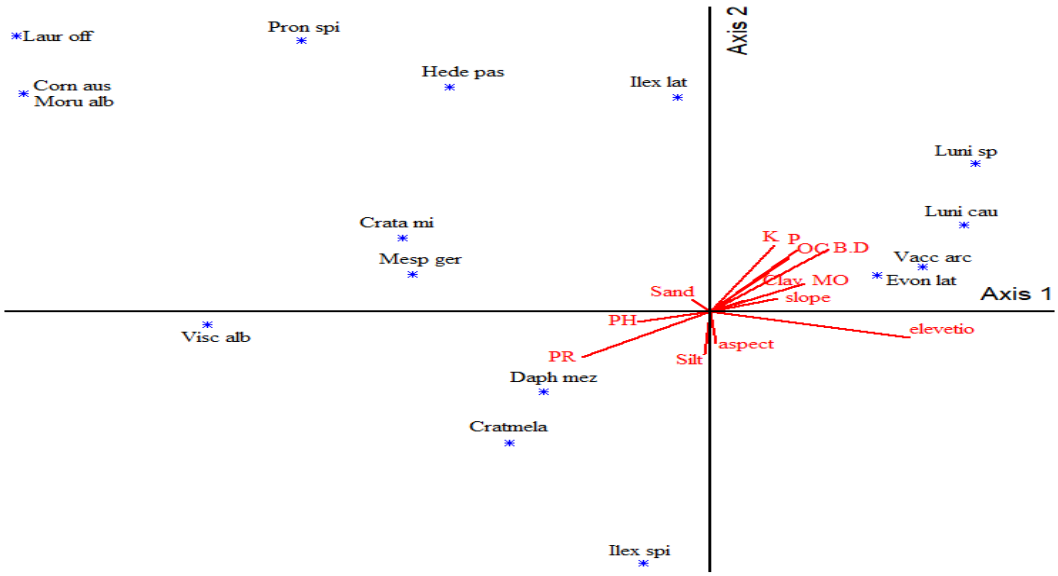
شکل ۴- رسته‌بندی گونه‌های درختی حاصل از تجزیه‌وتحلیل CCA (Aspect= جهت، Slope = شیب، Elevation= ارتفاع از سطح دریا، pH = اسیدیته، OC= کربن آلی (٪)، P= فسفر، K= پتاسیم، Pr= تخلخل (٪)، BD= جرم مخصوص ظاهری (g/cm3)، MO= رطوبت (٪)، Sand= شن (٪)، Clay= رس (٪)، silt= سیلت (٪)).

جدول ۵- همبستگی بین متغیرهای محیطی و محورهای CCA برای گونه‌های درختچه‌ای

عامل محیطی	محور۱	محور۲	محور۳
جهت	۰/۰۶۳	- ۰/۰۵۸	۰/۰۶۵
شیب (درصد)	۰/۰۹۴	۰/۰۸۰	۰/۳۳۸
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۰/۴۷۵*	- ۰/۲۳۹	۰/۰۲۳
اسیدیته	- ۰/۳۴۷*	- ۰/۰۵۵	- ۰/۰۳۰
کربن آلی (درصد)	۰/۲۶۵	۰/۱۰۵	- ۰/۱۵۵
فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰/۳۱۰*	۰/۱۵۹	- ۰/۱۴۲
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰/۲۳۴	۰/۱۳۲	- ۰/۲۸۲
تخلخل (درصد)	- ۰/۱۵۵	- ۰/۰۰۸	- ۰/۰۴۸
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۰/۱۸۶	۰/۱۵۸	۰/۰۳۸
رطوبت (درصد)	۰/۱۹۸	۰/۱۰۴	- ۰/۰۹۳
شن (درصد)	- ۰/۱۹۱	۰/۰۱۸	- ۰/۰۹۰
رس (درصد)	۰/۰۲۲	۰/۱۱۴	۰/۳۴۵
سیلت (درصد)	۰/۳۲۷*	- ۰/۲۲۲	- ۰/۴۰۷

*: معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد

مطابق جدول همبستگی عوامل محیطی و محورهای CCA و نمودار حاصل از رسته‌بندی از متغیرهای توپوگرافی، ارتفاع از سطح دریا و از متغیرهای خاکی، درصد فسفر و درصد سیلت با جهت مثبت محور اول و pH با جهت منفی محور اول دارای همبستگی معنی‌دار بودند. گونه‌های *Evonymus latifolia* (L.) Mill. و *Vaccinium arctostaphylos* با ارتفاع از سطح دریا، درصد فسفر و درصد سیلت خاک رابطهٔ مستقیم و معنی‌دار نشان دادند. همچنین گونه‌های *Cornus australis* C.A. Mey.، *Crataegus microphylla*، *Mespilus germanica* L.، *Morus alba* L. و *Viscum album* L. با pH خاک رابطهٔ مستقیم نشان دادند (جدول ۵، شکل ۵).



شکل ۵- رسته‌بندی گونه‌های درختچه‌ای حاصل از تجزیه‌وتحلیل CCA

تحلیل تطبیقی متعارفی (CCA) گونه‌های علفی شاخص و متغیرهای محیطی

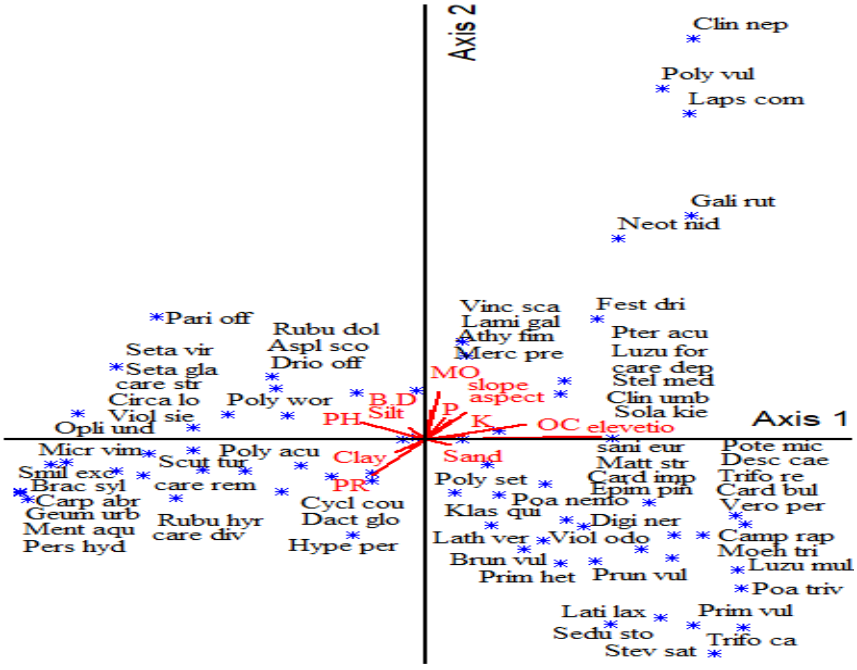
آنالیز داده‌های پوشش برای گونه‌های شاخص علفی و عوامل محیطی با استفاده از روش CCA، رابطهٔ بین درصد پوشش گونه‌ای و عوامل محیطی را نشان داد. محورهای اول و دوم به دلیل اینکه دارای بیشترین مقدار ارزش ویژه بودند (۰/۶۵۶ و ۰/۳۲۵) به‌منظور نمایش نتایج انتخاب شدند. مطابق جدول همبستگی، عوامل محیطی و محورهای CCA و نمودار حاصل از رسته‌بندی از بین متغیرهای توپوگرافی ارتفاع از سطح دریا با جهت مثبت محور اول رسته‌بندی دارای همبستگی معنی‌دار بود. از بین متغیرهای خاکی، درصد کربن آلی با جهت مثبت محور اول رسته‌بندی، درصد تخلخل با جهت منفی محور دوم و درصد فسفر، جرم مخصوص ظاهری و درصد رطوبت با جهت مثبت محور دوم همبستگی معنی‌دار نشان دادند. درصد پوشش در گونه‌های *Lathyrus laxiflorus*، *Festuca drymeia*، *Potentilla micrantha*، *Veronica persica* و *Viola odorata* با ارتفاع از سطح دریا و درصد کربن آلی خاک رابطهٔ مستقیم نشان داد. در گونه‌های *Brunella vulgaris*، *Deschampsia caespitosa*، *Lathyrus laxiflorus*، *Moehringia trinervia*، *Poa nemoralis*، *Poa trivialis*، *Potentilla micrantha*، *Primula heterochroma*، *Primula vulgaris*، *Steveniella satyrioides*، *Trifolium caucasicum*

Trifolium repens و *Viola odorata* درصد پوشش با درصد تخلخل رابطهٔ مستقیم نشان داد. همچنین درصد پوشش گونه‌های *Clinopodium nepeta*، *Festuca drymeia*، *Galium rotundifolium*، *Lapsana communis* و *Polypodium vulgare* با درصد فسفر خاک، جرم مخصوص ظاهری و درصد رطوبت رابطهٔ مستقیم نشان داد. (جدول ۶، شکل ۶).

جدول ۶- همبستگی بین متغیرهای محیطی و محورهای CCA (برای گونه‌های علفی شاخص)

عامل محیطی	محور۱	محور۲	محور۳
جهت	۰/۰۷۵	۰/۰۵۳	۰/۱۷۱
شیب (درصد)	۰/۰۷۲	۰/۲۲۵	- ۰/۴۶۴
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۰/۸۵۳*	۰/۱۴۶	۰/۲۷۰
اسیدیته	-۰/۲۳۰	۰/۱۵۵	- ۰/۰۳۷
کربن آلی (درصد)	۰/۴۲۲*	۰/۲۰۴	- ۰/۱۷۳
فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰/۱۳۳	۰/۳۳۸*	۰/۱۸۷
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰/۱۲۳	۰/۱۰۶	۰/۲۶۲
تخلخل (درصد)	- ۰/۱۲۳	- ۰/۳۲۰*	۰/۰۴۴
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	- ۰/۰۱۲	۰/۳۸۸*	۰/۱۰۱
رطوبت (درصد)	۰/۱۰۴	- ۰/۴۴۶*	۰
شن (درصد)	۰/۱۶۷	- ۰/۰۳۰	۰/۰۱۹
رس (درصد)	- ۰/۱۲۳	- ۰/۰۱۱	- ۰/۱۶۴
سیلت (درصد)	- ۰/۰۹۴	۰/۰۷۲	۰/۲۳۶

*: معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد



شکل ۶- رسته‌بندی گونه‌های علفی شاخص حاصل از تجزیه‌وتحلیل CCA

بحث

تعداد گیاهان آوندی شناخته‌شده در کشور حدود ۸۰۰۰ گونه و در سطح ناحیه هیرکانی براساس آخرین بازنگری موجود ۳۳۲۵ گونه است (Aghakhani, 2010)؛ بنابراین تعداد گونه‌های شناسایی‌شده در منطقهٔ تحقیق معادل ۱۹/۵ درصد فلور ناحیهٔ هیرکانی و ۷/۵ درصد فلور کشور ایران است. نتایج بررسی تراکم گونه‌ای در لایهٔ درختی روند افزایشی را برای تعداد درختان در هکتار بر اساس شیب محیطی ارتفاعی نشان داد. تغییرات تراکم گونه‌ای در طول شیب محیطی ارتفاعی در پژوهش‌های مختلف بررسی شده است. عرصه‌های جنگلی شمال کشور به‌ویژه در ارتفاعات پایین از احشام و دامداران مختلف متضرر می‌شوند و به شیوهٔ بسیار ابتدایی به‌عنوان چراگاه استفاده و بهره‌برداری شده‌اند (Heydarpour Tutkale et al., 2008).

ارتفاع از سطح دریا یکی از عوامل محدودکننده در استقرار گونه‌های درختی و درختچه‌ای است. تراکم بیشتر از درختان در طبقات ارتفاعی بالا را می‌توان به فراوانی بیشتر و غالبیت گونهٔ راش در این طبقات ارتفاعی، حضور چشمگیر جوامع گیاهی با ترکیب خالص راش و نیز دسترسی نداشتن مردم محلی و شدت کمتر تخریب‌های غیرطبیعی در این ارتفاع نسبت داد (Ebrahimi et al., 2018). در لایهٔ درختچه‌ای نیز تغییرات زیادی در حضور و نبود گونه‌ها در طول شیب محیطی ارتفاعی ثبت شد. عوامل مخرب از جمله چرای دام و فعالیت‌های انسانی در طبقات ارتفاعی پایین ممکن است به تغییر شرایط اکولوژیکی و ترکیب گونه‌ای و افزایش استقرار گونه‌های پیشاهنگ همانند *Mespilus germanica* و *Crataegus microphylla* منجر شود (Pourbabaei et al., 2014).

بررسی نتایج در لایهٔ علفی، میانگین درصد پوشش بیشتری از گونه‌های علفی را در طبقات ارتفاعی پایین و حد واسط نشان داد و با افزایش ارتفاع از سطح دریا تا حدی از درصد پوشش گیاهی کاسته شد. تغییرات غالبیت گونه‌ای در زیراشکوب رویشگاه‌های جنگلی اهمیت سطوح نور را برای گونه‌های گیاهی نشان می‌دهد. در ارتفاعات بالا تحت عوامل مخرب طبیعی، روشنه‌های تاجی با مساحت کوچک قادر به تغییر ترکیب گونه‌ای نیستند و جوامع گیاهی را به‌طور پایدار حفظ می‌کنند (Promis et al., 2012). حضور گونه‌های *Galium odoratum*، *Circaea lutetiana*، *Primula heterochroma*، *Cardamine bulbifera*، *Mercurialis perennis*، *Euphorbia amygdaloides*، *Lamium album*، *Viola sylvestris*، *Carex* sp.، *Sanicula europaea* و *Chenopodium album* و ... با درصد پوشش بیشتر، غالبیت این گونه‌ها را به‌عنوان گونه‌های شاخص رویشگاه نشان می‌دهد (Ebrahimi et al., 2014). درحالی که در طبقات ارتفاعی پایین بهره‌برداری‌های انسانی از جنگل به شیوهٔ سنتی یا صنعتی با ایجاد روشنه‌های وسیع در تاج‌پوشش و تغییر در شرایط محیطی، منابع نور و مواد غذایی سبب تغییر ترکیب گونه‌ای، افزایش استقرار و درصد پوشش گونه‌های نورپسند شده است (Vajari et al., 2012; Esmaeilpour & Sefidi, 2020).

براساس نتایج آنالیز CCA، سطح مقطع برابرسینه در گونه‌های خرمندی، انجیلی و بارانک با pH خاک رابطهٔ مستقیم دارد. pH خاک به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از طرف دیگر، ترکیب شیمیایی لاشبرگ درختان اشکوب فوقانی عامل مهم تأثیرگذار بر اسیدیتهٔ خاک و ذخیرهٔ عناصر غذایی است و ضخامت لایهٔ لاشبرگ تحت تأثیر گونهٔ درختی قرار می‌گیرد (Van Oijen et al., 2005).

جذب فسفر که مهم‌ترین متغیر تأثیرگذار بر رشد و پراکنش گونهٔ راش محسوب می‌شود، با افزایش pH کاهش می‌یابد (Ahmadi et al., 2017). با توجه به تمایل گونهٔ راش به رشد در خاک‌های غنی از مواد غذایی، امکان رشد و پراکنش برای گونه‌های دیگر که

به کمبود عناصر غذایی سازگاری بیشتری دارند فراهم می‌شود. سطح مقطع برابرسینه در راش با جهت دامنه و درصد کربن آلی همبستگی مستقیم و معنی‌دار نشان داد. افزایش تراکم راش در مقایسه با گونه‌های دیگر زی‌تودهٔ آن را در اشکوب درختی افزایش می دهد که خود بر مقدار لاشبرگ خواهد افزود. (Crawford et al., 2003). سطح مقطع برابرسینه در گونه‌های خرمندی، لیلکی و انجیلی با درصد تخلخل خاک رابطهٔ مستقیم و معنی‌دار نشان داد. درصد تخلخل خاک با جرم مخصوص ظاهری رابطهٔ معکوس دارد که از یک طرف موجب تشدید رشد ریشهٔ گیاهان و حرکت مناسب آب و هوا در خاک می‌شود و از طرف دیگر از افزایش رواناب و فرسایش اراضی شیبدار یا خاک اشباع از آب در مناطق مسطح جلوگیری می‌کند. برایند این عوامل موجب رشد ریشهٔ گیاه می‌شود و رشد قطری درختان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Ahmadi et al., 2017). در گونه‌های دافنه، گوشوارک، سیاه‌گیله و درواش، تراکم بین فواصل ارتفاعی دارای اختلاف معنی‌دار بود. با تغییر ارتفاع از سطح دریا شرایط اکولوژیکی و محیطی رویشگاه جنگل تغییر می‌کند و در نتیجه، وضعیت ساختاری توده به تناسب شرایط محلی تغییر می‌یابد. گونه‌های دافنه، گوشوارک و سیاه‌گیله گونه‌های معرف تیپ راش آمیخته و راشستان خالص هستند (Soleimanipour et al., 2015). بنابراین تراکم این گونه‌ها از ارتفاعات میان‌بند شروع می‌شود و تا ارتفاعات بالادست ادامه می‌یابد.

نتایج حاصل از رسته‌بندی درصد پوشش گونه‌های علفی با عوامل محیطی نشان داد که درصد پوشش در گونه‌های *Lathyrus laxiflorus*،*Festuca drymeia*، *Potentilla micrantha*، *Veronica persica* و *Viola odorata* با ارتفاع از سطح دریا و درصد کربن آلی خاک رابطهٔ مستقیم داشت. مادهٔ آلی خاک در لایه‌های سطحی به‌دلیل دارا بودن قابلیت جذب و نگهداری آب، موجب افزایش ذخیرهٔ رطوبتی در خاک می‌شود و شرایط فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشد و اثر بسزایی بر درصد پوشش گیاهی دارد. از طرف دیگر، افزایش بیش از حد مادهٔ آلی سبب می‌شود که اکسیژن لایه‌های زیرین بیش از حد مصرف شود که به تولید اسیدهای آلی سمی می‌انجامد که خود عامل بازدارندهٔ رشد گیاه محسوب می‌شود (Toranjzar et al., 2005). Fu et al. (2003) در تعیین رابطهٔ بین خصوصیات خاک، توپوگرافی و تنوع گونه‌های گیاهی در جنگل پهن‌برگ خزان‌کننده در چین دریافتند که مادهٔ آلی از مهم‌ترین شاخص‌های حاصلخیزی خاک بوده و درصد پوشش و غنای گونه‌ای در لایه‌های درختی، درختچه‌ای و علفی به‌طور ویژه‌ای تحت تأثیر حاصلخیزی خاک است. Jafari & Khorankeh (2013)، در تحقیق خود در خراسان شمالی به این نتیجه رسیدند که از میان عوامل مؤثر، مادهٔ آلی و پتاسیم خاک سطحی توانستند گروه‌های پنج‌گانهٔ اکولوژیکی را در منطقهٔ تحقیق از یکدیگر تفکیک کنند. برای برخی از گونه‌های علفی، درصد پوشش با درصد شن خاک رابطهٔ مستقیم داشت. Borna et al. (2017) در تعیین سهم برخی خصوصیات خاک در تشریح پراکنش پوشش گیاهی در مراتع بلده نور دریافتند که درصد شن خاک در تفکیک تیپ‌های رویشی منطقه تأثیر معنی‌دار دارد. درصد پوشش گونه‌های *Festuca drymeia*، *Clinopodium nepeta*، *Galium rotundifolium*، *Lapsana communis*، *Polypodium vulgare*، *Mercurialis perennis* و *Smilax excelsa* با درصد فسفر و پتاسیم خاک، جرم مخصوص ظاهری و درصد رطوبت رابطهٔ مستقیم نشان داد. پتاسیم در بیشتر خاک‌ها به مقدار زیادی وجود دارد و مقدار جذب آن در گیاه از هر عنصر دیگر به‌جز نیتروژن بیشتر بوده و از عناصر غذایی مؤثر در رشد گیاهان است (Joneidi Jafari et al., 2013).

نتیجه‌گیری

پوشش گیاهی از مؤلفه‌های اصلی در اکوسیستم‌های جنگلی و شاخص بوم‌شناختی مناسبی برای سلامت جنگل و تشکیل‌دهندهٔ ساختار اکوسیستم‌های طبیعی و نشان‌دهندهٔ تأثیر عوامل مختلف محیطی بر اکوسیستم‌هاست. عوامل محیطی در پژوهش‌های بوم‌شناختی کاربرد گسترده‌ای دارند و تجزیه‌وتحلیل روابط پوشش گیاهی و عوامل محیطی از بحث‌های مهم اکولوژی است. نتایج پژوهش نشان داد که پوشش گیاهی در همهٔ لایه‌های تحت بررسی تغییرات زیادی را در طول شیب محیطی نشان داد و غالبیت گونه‌ای تحت تأثیر افزایش ارتفاع تغییر یافت، به‌طوری که برخی از گونه‌ها فقط در شیب محیطی‌های ارتفاعی پایین و برخی فقط در شیب محیطی‌های بالاتر حضور داشتند. می‌توان اظهار داشت که عامل ارتفاع از سطح دریا عاملی اصلی در الگوی توزیع ترکیب پوشش گیاهی منطقه و تنوع زیستی آن محسوب می‌شود. همچنین با توجه به نتایج آنالیز CCA می‌توان گفت که هر گونهٔ گیاهی با توجه به ویژگی‌های منطقهٔ رویش، نیازهای اکولوژیکی و دامنهٔ بردباری با برخی از ویژگی‌های خاک ارتباط دارد. از این‌رو، نتایج به‌دست‌آمده به مناطقی با شرایط رویشی مشابه تعمیم‌پذیر است؛ به‌عبارت دیگر، عوامل مخرب در طول شیب محیطی مورد بررسی با ایجاد تغییرات سبب تغییر پوشش گیاهی می‌شوند که بر کیفیت و کمیت مادهٔ آلی خاک اثرگذار است و با تغییرات خصوصیات خاک، شرایط برای استقرار گونهٔ گیاهی مشخص فراهم می‌شود. با توجه به نتایج این پژوهش، برای دستیابی به اهداف احیا در رویشگاه‌های جنگلی، شناخت پوشش گیاهی و بررسی روابط بین آنها و عوامل محیطی ضرورت دارد تا بتوان به‌درستی با اصلاح راهکارهای مدیریتی موجود، به‌منظور مدیریت اصولی در این منطقه اقدامات جدی را انجام داد. همچنین با شناخت روابط متقابل پوشش گیاهی و عوامل محیطی می‌توان احتمال موفقیت یا شکست استقرار گونه‌های گیاهی را در رویشگاه‌های جنگلی برآورد کرد. با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان بیان کرد که آگاهی از نیازهای اکولوژیکی گونه‌های گیاهی از یک طرف و شناسایی شرایط محیطی محلی از طرف دیگر، لازمهٔ مدیریت صحیح رویشگاه‌های جنگلی است و تنها در صورت وجود این آگاهی تصمیمات منطقی و متناسب با شرایط هر منطقه اتخاذ خواهد شد.

سپاسگزاری

این مقاله براساس نتایج طرح تحقیقاتی با عنوان «ارزیابی تنوع زیستی گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی در حوزهٔ آبخیز اسالم، شمال ایران» با حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور نوشته تدوین است. بدین وسیله از صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور سپاسگزاری می‌شود.

References

Aghakhani, M.H., Borj, A.N., & Tavakoli, H.O.S.S.E.I.N. (2010). The effects of grazing intensity on vegetation and soil in Sisab rangelands, Bojnord, Iran. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, *17*(2), 243-255.

Ahmadi, K., Alavi, S.J., & Kouchaksaraei, M.T. (2017). Constructing site quality curves and productivity assessment for uneven-aged and mixed stands of oriental beech (*Fagus oriental* Lipsky) in Hyrcanian forest, Iran. *Forest science and technology*, *13*(1), 41-46.

Blake, G.R., & Hartge, K.H. (1965). *Methods of soil analysis*. Part I, American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA.

Borna, F., Tatian, M.R., Tamartash, R., & Gholami, V. (2017). Determination of the Contribution of Some Soil Characteristics on Distribution of Vegetation in the Summer Rangelands of Balade, Nour. *Renewable Natural Resources Research Journal*, *4*(97), 59-68.

Bouyoucos, G.J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils *Agronomy journal*, *54*(5), 464-465.

Brosofske, K.D., Chen, J., & Crow, T.R. (2001). Understory vegetation and site factors: implications for a managed Wisconsin landscape. *Forest Ecology and Management*, *146*(1-3), 75-87.

Collins, S.L., Glenn, S.M., & Briggs, J.M. (2002). Effect of local and regional processes on plant species richness in tallgrass prairie. *Oikos*, *99*(3), 571-579.

Crawford, C. (2003). Environmental management of marine aquaculture in Tasmania, Australia. *Aquaculture*, *226*(1-4), 129-138.

Ebrahimi, S.S., Pourbabaei, H., & Pothier, D. (2018). The effect of grazing and anthropogenic disturbances on floristic and physiognomic characteristics in oriental beech communities, Masal Forest, Iran. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, *16*(4), 319-332.

Eshaghi Rad, J., Pakgohar, N., Banj Shafiei, A., & Alavi, J. (2017). Comparison of direct Ordination methods in vegetation analysis in Jamand district of Noshahr Forests. *Iranian Journal of Forest*, *9*(1), 119-130.

Esmaeilpour, M., & Sefidi., K. (2020). The Natural Reconstruction of Beech Stands Structure under the Traditional Management (Case Study: Eshkevarat, Roodsar). *Iranian Journal of Forest*, *12*(3), 435-448.

Fallahchay, M., & Marvie Mohajer, M.R. (2005). Ecological role of altitude in diversity of trees species in Siahkal Forests, North of Iran. *Iranian Journal of Natural Resource*, *1*(58), 89-100.

Fisher, M.A., & Fulé, P.Z. (2004). Changes in forest vegetation and arbuscular mycorrhizae along a steep elevation gradient in Arizona. *Forest Ecology and Management*, *200*(1-3), 293-311.

Fu, B.J., Liu, S.L., Ma, K.M., & Zhu, Y.G. (2003). Relationships between soil characteristic, topography and plant diversity in a heterogeneous broad-leaved forest near Beijing China. *Plant and Soil*, *261*, 47-54.

Grzyl, A., Kiedrzyński, M., Zielińska, K.M., & Rewicz, A. (2014). The relationship between climatic conditions and generative reproduction of a lowland population of Pulsatilla vernalis: the last breath of a relict plant or a fluctuating cycle of regeneration. *Plant ecology*, *215*(4), 457-466.

Guilan province of natural resource organization, (2009). *Forestry plan book*. North of Iran: Guilan.

He, M.Z., Zheng, J.G.Li.X R., & Qian, Y.L. (2007). Environmental factors affecting vegetation composition in the Alxa Plateau, China. *Journal of Arid Environments 69*, 473- 489.

Hegazy, A., Lovett-Doust, J., Hammouda, O., & Gomaa, N. (2007). Vegetation distribution along the altitudinal gradient in the northwestern Red Sea region. *Community Ecology*, *8*(2), 151-162.

Heydarpour Tutkale, Z., Shabanali Fami, H., Asadi, A., & Malek Mohammadi, I. (2008). A study on the role of membership in forestry cooperatives in the revitalization of forestry resources in the western part of Mazandaran province. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*, *63*,1-10.

Huebner, C.D., Randolph, J.C., & Parker, G.R. (1995). Environmental factors affecting understory diversity in second-growth deciduous forests. *American Midland Naturalist*, 155-165.

Javadi, S.A., Khan Armoie, A., Jafari, M. (2014). Investigating the relationship between vegetation factors and soil properties (case study: Khojir National Park). *the Journal of Range and Watershed Management, 69* (2), 353-366.

Jafari, M., & Khorankeh, S. (2013). Impact of climate and environmental changes on forest ecosystem's productivity (case study: Galugah). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21*(1),166-183.

Joneidi Jafari, H. (2013). Relationship between root biomass and soil organic carbon: Case study of arid shrub lands of Semnan Province. *Desert*, *18*(2), 173-176.

Mesdaghi, M. (2002). *Description and analysis of vegetation (translation*). Tehran University. Tehran, Iran.

Karimiyan Bahnemiri, A., Taheri Abkenar, K., Kooch, Y., & Salehi, A. (2020). The effect of canopy combination in over story on nutrient Contentand microbial indices of soil in Korkoroud forests of Noshahr. *Iranian Journal of Forest, 11*(4), 547-558.

Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. Wiley.

Naghinezhad, A., Akhlaghi, S.A., & Saeedi Mehrvarz, SH. (2016). Investigating the relationship between ecological factors and vegetation cover in PALANGAN area, protected arear in Ardabil province. *Applied Ecology*, *4*(13), 33-48.

Pavand Daro, A., Salehi, A., Pourbaabei, H., & Alavi, S.J. (2012). Relation between establishment and distribution of *Acer velutinum* Boiss with soil physical and chemical properties and topographic factors in Caspian forest: a case study of Nav Asalem district/ Guilan. *Journal of plant research*, *27* (3), 520-533.

Pourbabaei, H., Ebrahimi, S.S., Torkaman, J., & Pothier, D. (2014). Comparison in woody species composition, diversity and community structure as affected by livestock grazing and human uses in beech forests of northern Iran. *Forestry Ideas, 1*, 99-109.

Pourbabaei, H., Heidari, M., Naghilou, M., & Begim Faghir, M. (2016).Relationship between vegetation and environmental factors in the Anatolian oak (*Quercus petraea* L. subsp. iberica (Stev.) Krassiln) habitat: a case study of Asalem forests, Guilan. *Journal of Plant Research*, *28*(1), 53-62.

Pourbabaei, H., Salehi, A., Ebrahimi, S.S., & Khodaparast. F. (2019). Modelling of plant species richness along altitudinal gradient: Asalem Watershed basin, temperate deciduous forests in northern Iran. *Acta Ecologica Sinica*, *39*(5), 335-347.

Promis, A., Gärtner, S., Reif, A., & Cruz, G. (2012). Effects of canopy gaps on forest floor vascular and non-vascular plant species composition and diversity in an uneven-aged Nothofagus betuloides forest in Tierra del Fuego, Chile. *Community Ecology*, *13*(2), 145-154.

Salehi, A., Ghorbanzadeh, N., & Salehi, M. (2013). Soil nutrient status, nutrient return and retranslocation in poplar species and clones in northern Iran. *Forest-Biogeosciences and Forestry*, *6*, (6) 336.

Shokrollahi,SH., Moradi, H.R., & Dianati Tilaki, Gh.A (2012). Effects of soil properties and physiographic factors on vegetation cover (Case study: Polur Summer Rangelands). *Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 19*(4), 656-668.

Soleimanipour, S.S., & Esmailazde, A. (2015). Flora, life form and chorology of Box trees (Buxus hyrcana) habitats in forests of the Farim area of Sari. *Taxonomy and Biosystematics*, *23*, 40-56.

Toranjzar, H., Jafari, M., Azarnivand, H., & Ghanadha, M. (2005). Investigation on Relationship between Soil Haracteristics and Vegetation Properties in Voshnaveh Rangeland in Qomprovince. *Desert*, *2*(10), 349-360.

Vajari, K.A., Jalilvand, H., Pourmajidian, M.R., Espahbodi, K., & Moshki, A. (2012). Effect of canopy gap size and ecological factors on species diversity and beech seedlings in managed beech stands in Hyrcanian forests. *Journal of Forestry Research*, *23*(2), 217-222.

Van Oijen, D., Feijen, M., Hommel, P., den Ouden, J., & de Waal, R. (2005). Effects of tree species composition on within-forest distribution of understorey species. *Applied Vegetation Science*, *8*(2), 155-166.

Iranian Journal of Forest
Vol. 13, No. 3, Autumn 2021
pp. 285-304

Research Article

The effects of altitude and the most important soil components on vegetation characteristics, Asalem watershed)

H. Pourbabaei[1*], A. Salehi[2], S. Sadat Ebrahimi[3], and F. Khodaparast[4]

[1] Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Rasht, I. R. Iran
[2]Assossiate Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Rasht, I. R. Iran
[3] Ph.D. Graduated of Forest science, Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Rasht, I. R. Iran
[4] Ph.D. student of Forest science, Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Rasht, I. R. Iran

(Received: 3 December 2020;, Accepted: 20 June 2021)

Abstract

This study aims at assessing the effect of altitude and the most important soil components on vegetation characteristics in the Asalem Watershed basin. For this purpose, 160 0.1 ha circular plots, were established along altitude gradient. Vegetation layers and soil physio-chemical characteristics were measured within sampling plot. The results of vegetation composition in different vegetation layers showed a fluctuation along the altitude gradients. Soil physical characteristics did not indicate specific variation pattern. Whereas, soil organic carbon was increased significantly along altitude ($P\leq$ 0.01). The results of Canonical Correspondence Analysis (CCA) indicated a positive correlation between soil Ph and diameter at breast height (DBH) of *Diospyros lotus, Parrotia persica, Quercus castaneifolia and Sorbus torminalis* species. In shrub layer, there was a significant correlation between density of species and environmental factors. The density of *Evonymus latifolia* and *Vaccinium arctostaphylos* had a significant relationship with altitude, the percentage of phosphorus and silt, directly. In the herbaceous layer, significant relationship belonged to percentage over of *Festuca drymeia, Lathyrus laxiflorus, Potentilla micrantha, Veronica persica* and *Viola odorata* with altitude and percentage of organic carbon. According to the results, it can be noted that the altitude is the main factor in the distribution pattern of vegetation composition in the study area. Changes in environmental conditions along the gradient, are effective on the quality and quantity of soil organic matter through vegetation changes which provide favorable conditions for the establishment of a specific plant species

Keywords: Forest Ecosystem, Environmental Factors, Physical and Chemical Soil Properties, West of Guilan.

∗Corresponding author Tel: +989111329541 Email: H_ guilan pourbabaei@.ac.ir