

بررسی تغییرات ویژگی‌های خاک در تیپ‌های خالص و آمیخته راش در جنگل‌های غرب گیلان

آرزو صادقی^۱، علی صالحی^{۲*}، حسن پوربابائی^۳ و یحیی کوچ^۴

۱- دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. (noeel.1366@yahoo.com)

۲- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. (asalehi@guilan.ac.ir)

۳- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. (h_pourbabaie@guilan.ac.ir)

۴- دانشیار، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران. (yahya.kooch@modares.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۳

چکیده

مقدمه و هدف: طبقه‌بندی رویشگاه‌های جنگلی یکی از اساسی‌ترین کارها برای مدیریت بهینه است که دارای مفاهیم کاربردی و بلندمدت مانند تنظیم ساختار جنگل‌ها، افزایش بهره‌وری جنگل، انتخاب گونه‌های تندرشد مناسب برای جنگلکاری‌های پربازده، افزایش بازده چوب برای تسهیل رابطه عرضه و تقاضا، احیای جنگل‌ها، افزایش دسترسی به منابع جنگلی و همچنین ایفای عملکرد بوم‌شناسی جنگل‌ها است. در سال‌های اخیر استفاده از عوامل مختلف برای طبقه‌بندی رویشگاه‌ها روز به روز گسترش بیشتری پیدا کرده است. هدف این تحقیق بررسی تغییرات مهم‌ترین ویژگی‌های خاک را در رویشگاه‌های راش در منطقه ناو اسالم است.

مواد و روش‌ها: این تحقیق در سری سه حوزه هفت ناو اسالم و در پارسل‌های ۳۳۶، ۳۲۰، ۳۱۸ و ۳۵۰ انجام شد. پارسل ۳۲۰ به‌عنوان پارسل شاهد در نظر گرفته شد. برای بررسی و تعیین تیپ‌های درختی در سطح پارسل‌های مورد بررسی، ۸۴ قطعه‌نمونه مربعی‌شکل به ابعاد ۲۰×۲۰ متر به‌صورت منظم تصادفی با شبکه آماربرداری به ابعاد ۱۵۰×۲۰۰ برداشت شد. در هر قطعه‌نمونه، علاوه بر ثبت مشخصات شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا، متغیرهای نوع گونه، ارتفاع و قطر برابرسینه تمام گونه‌های درختی برداشت شد. سپس تیپ‌های درختی قطعه‌نمونه‌های موردنظر با استفاده از تحلیل دوطرفه گونه‌های شاخص TWINSpan تعیین شدند. برای تعیین محل پروفیل‌های خاک، نقشه‌شکل زمین تهیه و با در نظر گرفتن تنوع ویژگی‌های رویشگاهی و مساحت شکل زمین‌ها، ۳۵ قطعه نمونه در واحدهای همگن مشخص شد و پروفیل‌ها در این واحدها حفر و نمونه‌های خاک از افق‌های A و B خاک برداشت شدند. پس از حفر هر پروفیل در تیپ‌های موردنظر، مقطع عمودی هر پروفیل براساس مشخصات تفکیک‌کننده مانند رنگ، بافت و یا ساختمان خاک به قسمت‌های مختلف تفکیک شد. سپس از هر یک از افق‌های تفکیک شده A و B نمونه خاک گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس در محیط آزمایشگاه خشک و پس از کوبیدن از الک دو میلی‌متری عبور داده

شد و مهم‌ترین ویژگی‌های خاک مورد بررسی قرار گرفتند. برای بررسی روابط بین ویژگی‌های خاک و تیپ‌های درختی، از تحلیل تطبیقی متعارفی (CCA)، تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون دانکن استفاده شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج آنالیز TWINSpan، منطقه مورد نظر به پنج تیپ درختی شامل راش خالص، آمیخته راش-پلت، آمیخته ممرز-راش همراه، توسکا آمیخته راش-ممرز و آمیخته راش-شیردار طبقه‌بندی شد. مطابق نمودار حاصل از رسته‌بندی، درصد رس، ترسیب کربن و ارتفاع از سطح دریا در افق A با جهت مثبت محور اول همبستگی معنی‌داری نشان دادند و کربن آلی، فسفر قابل دسترس و پتاسیم تبادلی و ترسیب کربن با جهت منفی محور دوم همبستگی معنی‌دار نشان دادند. در افق B درصد شن و ارتفاع از سطح دریا با جهت مثبت محور اول و درصد رس، کربن آلی، فسفر قابل دسترس، پتاسیم تبادلی و ترسیب کربن با جهت منفی محور دوم همبستگی معنی‌دار نشان دادند. هر پنج تیپ درختی تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا و درصد رس در افق A بودند. اما تیپ راش خالص، آمیخته راش-شیردار و آمیخته راش-ممرز تحت تأثیر درصد رس در افق B و ترسیب کربن در هر دو افق و پتاسیم در افق A بودند. تیپ‌های آمیخته راش-ممرز، راش-شیردار و راش-افرا تحت تأثیر درصد شن در هر دو افق و فسفر قابل دسترس و پتاسیم تبادلی در هر دو افق بودند. نتایج آنالیز واریانس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین جرم مخصوص ظاهری، درصد رس، درصد شن، درصد رطوبت اشباع، اسیدیته، درصد کربن آلی، فسفر قابل دسترس، پتاسیم تبادلی و ترسیب کربن در بین تیپ‌های درختی وجود دارد، درحالی‌که اختلاف معنی‌داری بین میانگین ویژگی‌های درصد سیلت و درصد تخلخل در بین تیپ‌های درختی مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین درصد کربن آلی، فسفر تبادلی و پتاسیم قابل دسترس در دو افق خاک وجود دارد، درحالی‌که اختلاف معنی‌داری بین میانگین جرم مخصوص ظاهری، درصد رس، درصد سیلت، درصد شن، درصد رطوبت اشباع، درصد تخلخل، اسیدیته و ترسیب کربن در دو افق خاک وجود ندارد.

نتیجه‌گیری کلی: بر اساس نتایج این پژوهش در تیپ‌هایی که گونه راش غالبیت بیشتری دارد از نظر شرایط خاک چندان مناسب نیستند و تیپ‌های آمیخته راش در رویشگاه‌های با شیب بیشتر و ارتفاع کمتر مستقر شده‌اند و کم‌عمق بودن خاک و کمبود مواد مغذی از شرایط اصلی خاک‌های این رویشگاه‌ها است. در این تحقیق نشان داده شده است که خاک یکی از شرایط محیطی بسیار مهم است که ارتباط معنی‌دار آن با تیپ‌های درختی تأیید شده است. بنابراین می‌توان از خاک به‌عنوان شاخصی مناسب برای تفکیک تیپ‌های جنگلی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: بافت خاک، کربن، راش، اسالم، گروه اکولوژیک درختی.

مقدمه

ویژگی‌های خاک از مهم‌ترین عوامل در تعیین و ارزیابی وضعیت پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های جنگلی است که به‌طور مستقیم بر بقا، رشد و پراکنش گونه‌های مختلف گیاهی تأثیر گذاشته و بهبود کیفیت تنوع زیستی را در پی دارد (Kooch et al., 2010; Erfanzade and Alemzade Gorji, 2011). شناخت ویژگی‌های خاک یکی از نیازهای اساسی مدیریت اصولی جنگل است که بسیاری از گزینه‌های جنگل‌شناسی مانند انتخاب گونه، تعیین حاصلخیزی توده و نرخ رویش توده در جنگل تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند (Arab et al., 2005). بنابراین نباید تغییرات جوامع گیاهی و عناصر فیزیکی و شیمیایی خاک را از یکدیگر جدا دانست، بلکه همواره اثر متقابل این دو را باید مدنظر قرار داد (Moradi et al., 2016). با بررسی اثر متقابل پوشش گیاهی و خاک نتیجه گرفتند که پوشش گیاهی هر منطقه نشان‌دهنده پایداری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و شرایط اقلیمی مساعد است. همچنین در پژوهشی دیگر، (Fattahi et al., 2017) ترکیب و ساختار تیپ‌های گیاهی را متأثر از عوامل محیطی رویشگاه دانستند. تاکنون پژوهشگران بسیاری تأثیر گونه‌های درختی بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک را مورد پژوهش قرار داده‌اند و پژوهش‌های متعددی بر تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر پراکنش جوامع درختی تأکید داشته‌اند. (Mataji et al., 2009) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که نیتروژن، کربن، فسفر، اسیدیته، درصد سیلت و رطوبت از عوامل مهم پراکنش جمعیت راش در شمال ایران هستند. همچنین (Akbarlou et al., 2012) با بررسی روابط بین برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با مؤلفه‌های پوشش گیاهی در منطقه قره‌تپه ساوه نشان دادند که درصد تاج پوشش و تنوع گونه‌ای به مقدار بیشتری، تحت تأثیر تغییر ویژگی‌های خاک بوده و درصد رس و

تیپ‌های درختی معرف شرایط فعلی جوامع جنگلی و راهنمای خوبی برای شناخت و مدیریت اکوسیستم‌های جنگلی هستند. طبقه‌بندی تیپ‌های جنگلی بر مبنای ویژگی‌های خاک می‌تواند به ابزاری کاربردی برای ارزیابی وضعیت رویشگاه و مشخص کردن دقیق سیاست‌ها و توصیه‌های ویژه مدیریتی هر رویشگاه تبدیل شود (Louw and scholes, 2002). شرایط بوم-شناختی هر منطقه، فصل مشترک عوامل زیستی و محیطی آن منطقه است و چهار عامل اقلیم، توپوگرافی، خاک و موجودات زنده از عوامل مهم تعیین‌کننده آن محسوب می‌شوند. شناخت عوامل محیطی و مقدار تأثیر آنها بر پوشش گیاهی از نظر اصلاح، احیا یا بهره‌برداری از منابع طبیعی دارای اهمیت است (Janatbabaie et al., 2020). همبستگی بین پوشش‌های گیاهی و عوامل محیطی یکی از مهم‌ترین مسائل تأثیرگذار در شکل‌گیری ساختار جوامع گیاهی و پراکنش آنها در هر ناحیه است. با بررسی پوشش گیاهی و ارتباط آن با عوامل محیطی مانند فیزیوگرافی، خاک و اقلیم می‌توان به پایداری جوامع گیاهی پی برد (Eshaghi et al., 2022). بررسی‌ها نشان دادند که عوامل اقلیمی در بروز تیپ‌ها در مقیاس‌های بزرگ و منطقه‌ای تأثیرگذارند درحالی‌که عوامل توپوگرافی و خاک در مقیاس محلی بر تنوع گونه‌ها و تیپ‌های درختی تأثیر می‌گذارند (Quichimbo et al., 2017; Likulunga et al., 2021). ارتباط و اثرهای متقابل بین خاک و درختان در یک ناحیه اقلیمی خاص به قدری نزدیک و درهم‌تنیده است که بررسی یک مؤلفه بدون در نظر گرفتن تأثیر مؤلفه دیگر امکان‌پذیر نیست (Mohammadi Samani et al., 2006). در محیط‌های جنگلی به دلیل طولانی‌بودن چرخه زندگی جنگل، خاک همراه با درختان در حال توسعه و تکامل است (Lukac et al., 2006). بنابراین،

فرآورده‌های جنگلی قادر به برنامه‌های مدیریتی بهینه برای احیاء تولید و بهره‌وری این منابع با ارزش باشیم. هدف از این پژوهش، ارزیابی تغییرات برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در واحدهای همگن تیپ‌های خالص و آمیخته راش سری ۳ حوزه ۷ ناو اسالم است.

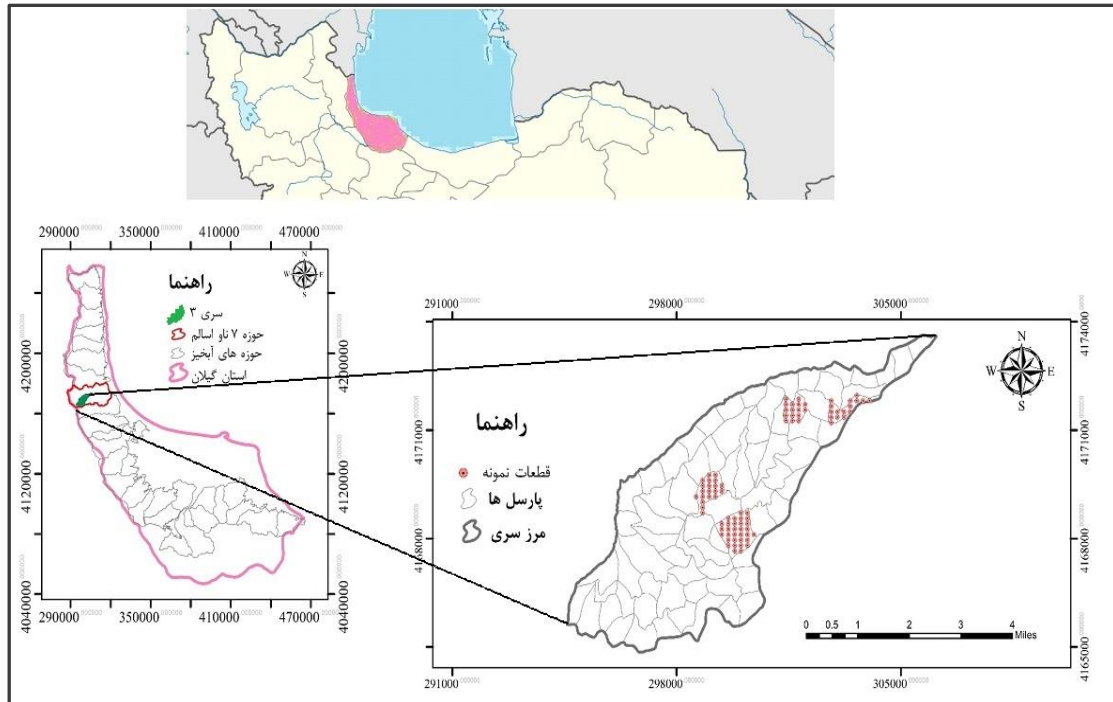
مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

با توجه به هدف این پژوهش، پس از جنگل‌گردشی و بررسی کتابچه طرح موجود، پارسل‌های ۳۱۸، ۳۲۰، ۳۳۶ و ۳۵۰ از سری سه حوزه آبخیز شماره هفت ناو اسالم در حوزه اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان تالش به‌عنوان مناطق مورد بررسی انتخاب شدند. مجموع سطوح این قطعات ۲۴۹ هکتار است که از نظر مختصات جغرافیایی در طول جغرافیایی $48^{\circ} 40' 22''$ تا $48^{\circ} 48' 04''$ شرقی و عرض جغرافیایی $37^{\circ} 36' 28''$ تا $37^{\circ} 41' 22''$ شمالی واقع شده است (شکل ۱). این سری از شمال به رودخانه ناو و طرح جنگلداری سری دریا بن، از جنوب به یال سیلین خونی و اولسه پشت، از شرق به جنگل‌های سری یک ناو و از غرب به رودخانه سوکله و مراتع بیلاقی حوزه هفت ناو محدود می‌شود. جنگل‌های این سری در حدود ارتفاعی ۴۵۰ تا ۲۱۵۰ متر از سطح دریا قرار دارد. میانگین بارندگی سالانه منطقه مورد بررسی، ۹۴۵ میلی-متر و میانگین دمای سالانه نیز ۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه بر اساس اقلیم‌نمای دومارتن از نوع خیلی مرطوب است. خاک‌های منطقه از نوع قهوه‌ای شسته‌شده و قهوه‌ای جنگلی است و ترکیب غالب توده-های منطقه مورد بررسی گونه‌های راش، ممرز، بلوط، پلت، شیردار، توسکا، و نم‌دار است.

هدایت الکتریکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر مؤلفه‌های پوشش گیاهی بودند. نتایج پژوهش (Fu et al., 2003) نیز نشان داد که از بین تمامی متغیرهای خاک، مواد آلی و نیتروژن کل خاک بیشترین تأثیر را در پراکنش جوامع گیاهی داشتند. برخی پژوهش‌ها نشان دادند که جوامع گیاهی به‌طور معنی‌داری بر کربن آلی و نیتروژن کل خاک تأثیر می‌گذارند که این عناصر غذایی به‌عنوان شاخص‌های کلیدی برای برآورد و بهبود کیفیت خاک در نظر گرفته می‌شوند (Zajicova and Chuman, 2019). به‌طور کلی، حفظ بوم‌سازگان طبیعی، مستلزم شناخت جوامع گیاهی، حفاظت از پوشش گیاهی و تعیین عوامل محیطی مؤثر بر آنهاست. استفاده پایدار، جلوگیری از تخریب بیش از حد جوامع گیاهی، احیاء پوشش گیاهی و اعمال تصمیمات مدیریتی مستلزم آگاهی از وضعیت کمی و کیفی توده‌ها و ویژگی‌های محیطی مؤثر بر آنهاست (Arekhi et al., 2010).

راشستان‌های ایران یکی از غنی‌ترین و ارزنده‌ترین جوامع جنگلی به‌شمار می‌آیند. به‌طور کلی ۱۸ درصد جنگل‌های شمال کشور در دامنه ارتفاعی ۷۰۰ تا ۲۰۰۰ متری با گونه راش پوشیده شده است و به‌دلیل برخورداری از شرایط بوم‌شناسی مناسب، انبوه بوده و موقعیتی حساس از نظر انجام پژوهش و ارائه برنامه‌های حفاظتی دارند (Haghshenas et al., 2016; Bakhshande Navroud et al., 2017). از آنجایی که جوامع راش یکی از مهم‌ترین جوامع جنگلی در جنگل‌های پهن‌برگ خزان‌کننده شمال کشور محسوب می‌شوند و برای جلوگیری از تخریب بیشتر جنگل‌های هیرکانی به‌عنوان مهم‌ترین و با ارزش‌ترین اکوسیستم‌های جنگلی کشور، نیازمند بررسی دقیق تیپ‌های مختلف درختی، ویژگی‌های خاک تحت پوشش و اثرهای متقابل آنها هستیم تا ضمن حفظ و گسترش این جنگل‌ها به‌عنوان منبع مهم تولید چوب و دیگر



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی

Figure 1. The geographical location of study area

روش پژوهش

قطعه نمونه محاسبه و با استفاده از روش تحلیل دو طرفه گونه‌های شاخص (TWINSpan) پوشش درختی منطقه طبقه‌بندی شد. به این ترتیب پنج تیپ اصلی درختی تعیین شد و پس از حفر هر پروفیل در تیپ‌های موردنظر مقطع عمودی هر پروفیل براساس مشخصات تفکیک‌کننده مانند رنگ، بافت و یا ساختمان خاک به قسمت‌های مختلف تفکیک شد. تشریح مقدماتی پروفیل‌های خاک در طبیعت انجام و سپس از هر یک از افق‌های تفکیک شده A و B نمونه خاک گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس در محیط آزمایشگاه خشک و پس از کوبیدن از الک دو میلی‌متری عبور داده شد.

ویژگی‌های خاک اندازه‌گیری شده شامل بافت (رس، شن و سیلت)، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت اشباع، اسیدیته، کربن آلی، فسفر، پتاسیم و ترسیب کربن بود. تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری بایکاس،

برای بررسی و تعیین تیپ‌های درختی در سطح پارسل‌های مورد بررسی، ۸۴ قطعه نمونه مربعی شکل به ابعاد ۲۰×۲۰ متر به صورت منظم تصادفی با شبکه آماربرداری به ابعاد ۱۵۰×۲۰۰ برداشت شد. در هر قطعه نمونه، علاوه بر ثبت مشخصات شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا، متغیرهای نوع گونه، ارتفاع و قطر برابر سینه تمام گونه‌های درختی (بیش از هفت و نیم سانتی متر) برداشت شد (Habashi et al., 2007). به دلیل وسعت زیاد منطقه مورد بررسی، امکان حفر پروفیل خاک در همه قطعات نمونه وجود نداشت و به همین دلیل نقشه واحدهای شکل زمین بر مبنای نقشه شیب، جهت و ارتفاع منطقه موردنظر تهیه و محل حفر پروفیل‌های خاک در داخل جنگل مشخص شد. در آخر در مجموع ۳۵ پروفیل در چهار پارسل موردنظر حفر شد و سپس سطح مقطع برابر سینه برای هر یک از گونه‌های درختی در هر ۳۵

نتایج

تحلیل دوطرفه گونه‌های شاخص (TWINSpan)

شکل ۳ نتایج این روش را نشان می‌دهد. با استفاده از مقادیر سطح مقطع درختان، تعداد ۱۲ گونه درختی مربوط به ۳۵ قطعه نمونه در سطح چهارم طبقه‌بندی، شناسایی و تفکیک شد (شکل ۳). منطقه موردنظر به صورت پنج تیپ درختی شامل راش خالص (F)، آمیخته راش-پلت (FA)، آمیخته ممرز-راش همراه توسکا (CF)، آمیخته راش-ممرز (FR1) و آمیخته راش-شیردار (FR2) طبقه‌بندی شد که نام‌گذاری تیپ‌ها بر اساس درصد آمیختگی درختان انجام شد (Javanmiri Pour et al., 2022). از آنجایی که در علوم جنگل واژه "تیپ" کاربرد بیشتری دارد و بیشتر رایج است در این پژوهش به جای واژه گروه بوم‌شناسی (اکولوژیک) که در TWINSpan بیشتر به کار می‌رود از واژه تیپ درختی استفاده شد. اساس طبقه‌بندی تیپ‌های درختی در نظر گرفتن ارزش ویژه (Eigen Value) در هر سطح (Level) و هر تقسیم‌بندی است.

تحلیل تطبیقی متعارفی

برای تعیین ارتباط قطعات نمونه با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، ابتدا روش آنالیز تطبیقی قوس‌گیری-شده (DCA) بر روی پوشش گیاهی انجام شد و به دلیل اینکه طول گرادیان محور اول بیشتر از ۳ و برابر با ۳/۱۹ بود، از روش تحلیل تطبیقی متعارفی (CCA) استفاده شد (Leps and Smilaaure., 2003). به علت اینکه روش CCA به طور همزمان به بررسی همبستگی داده‌های گیاهی و محیطی می‌پردازد، نسبت به دیگر روش‌ها در اولویت است. محورهای اول و دوم رسته‌بندی CCA به علت اینکه دارای بیشترین مقدار ویژه (۰/۳۸ و ۰/۲۶) بودند برای نمایش نتایج انتخاب شدند. مطابق نمودار حاصل از رسته‌بندی شکل ۳ درصد رس، ترسیب کربن و ارتفاع از سطح دریا در افق A با جهت مثبت محور

جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه (Gharavi Manjili et al. 2009)، رطوبت اشباع به روش استاندارد (وزنی) و بر حسب درصد اندازه‌گیری شد. اسیدیته به روش پتانسیومتری به وسیله دستگاه pH متر (Kooch and Moghimian, 2015)، کربن آلی به روش اکسیداسیون تر و براساس درصد اندازه‌گیری شد (Fathi et al., 2021). برای اندازه‌گیری مقدار فسفر قابل جذب از روش اولسون و مقدار پتاسیم به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم نرمال و با استفاده از دستگاه فلیم‌فوتومتر استفاده شد (Jafari Haghghi, 2003). مقدار موجودی کربن بر حسب (کیلوگرم بر هکتار) بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (Rouhi Moghaddam, 2015).

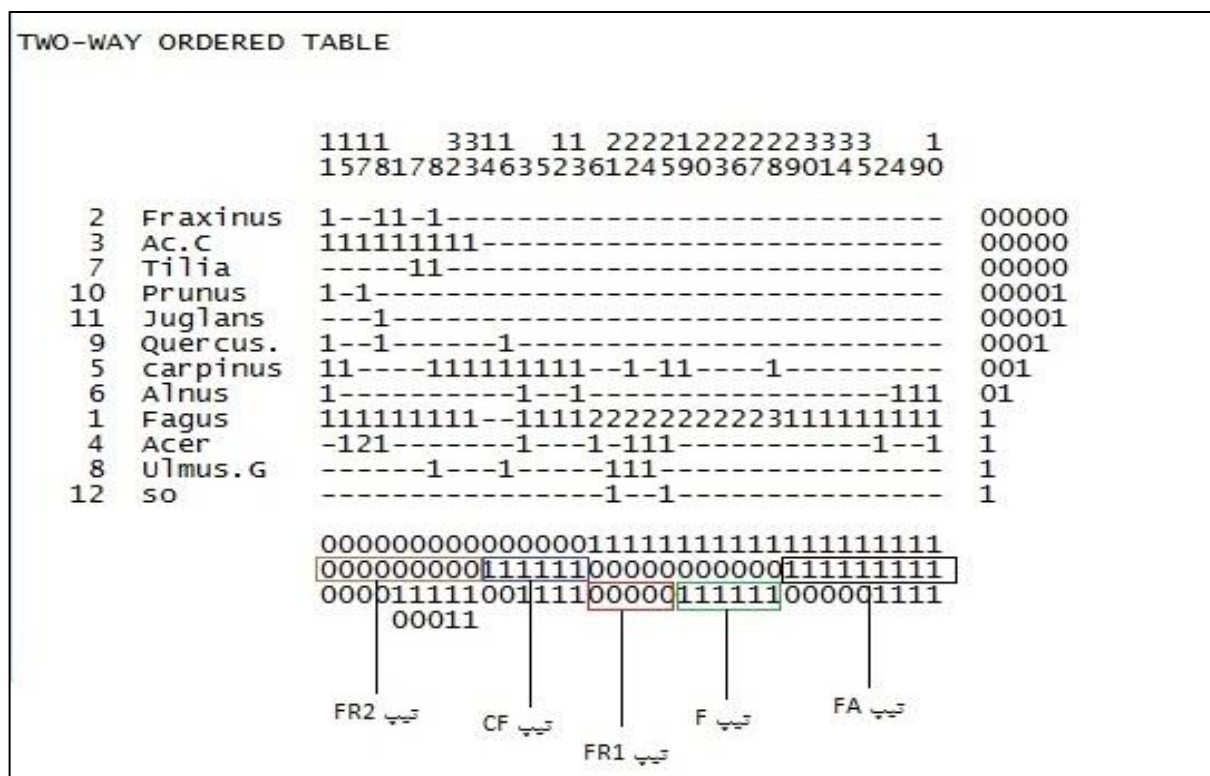
$$Cs = 10000 \times OC\% \times Bd \times E \quad (1) \text{ رابطه}$$

که Cs: مقدار ترسیب کربن آلی خاک، OC%: درصد کربن آلی، Bd: جرم مخصوص ظاهری و E: ضخامت عمق خاک است.

برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای همگن بودن واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. به منظور تعیین تیپ‌های درختی از آنالیز دوطرفه گونه‌های شاخص TWINSpan و برای تبیین روابط بین تیپ‌های درختی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از آنالیز تطبیقی متعارفی (CCA) و آزمون تجزیه واریانس دو طرفه (Univariate) استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در هر یک از تیپ‌های درختی از آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای PC-ORD ver.5، CANOCO ver. 5 و SPSS ver. 22 انجام شد و همچنین تهیه نقشه منطقه مورد بررسی و نقشه شکل زمین با استفاده از نرم‌افزار ArcMap ver. 10.3.1 انجام شد.

هر پنج تیپ درختی تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا و درصد رس در افق A بودند. اما تیپ راش خالص، آمیخته راش- شیردار و آمیخته راش- ممرز تحت تأثیر درصد رس در افق B و ترسیب کربن در هر دو افق و پتاسیم در افق A بودند. تیپ‌های آمیخته راش-ممرز، راش-شیردار و راش-افرا تحت تأثیر درصد شن در هر دو افق و فسفر قابل دسترس و پتاسیم تبادلی در هر دو افق بودند.

اول همبستگی معنی‌داری نشان دادند و کربن آلی، فسفر قابل دسترس و پتاسیم تبادلی و ترسیب کربن با جهت منفی محور دوم همبستگی معنی‌دار نشان دادند. در افق B درصد شن و ارتفاع از سطح دریا با جهت مثبت محور اول و درصد رس، کربن آلی، فسفر قابل دسترس، پتاسیم تبادلی و ترسیب کربن با جهت منفی محور دوم همبستگی معنی‌دار نشان دادند.



شکل ۲- تعیین تیپ‌های درختی با استفاده از TWINSpan
 Figure 2. Determination of tree types using TWINSpan

جدول ۱- ویژگی‌های تیپ‌های موجود در منطقه مورد بررسی

Table 1. Properties of tree type in the study area

میانگین ارتفاع از سطح دریا (متر) Average of elevation above sea level (m)	جهت Aspect	تعداد پایه‌های درختان (اصله) Number of tree bases	درصد شیب (میانگین) Average of slope (%)	میانگین سطح مقطع (مترمربع در هکتار) Average of basal area (m ² /ha)	گونه‌های معرف Indicator Species	تیپ‌های درختی Tree types
1542	شمال غربی و شمال شرقی North-West and North-East	راش ۱۸۶، پلت ۱۴ <i>Fagus orientalis</i> (186), <i>Acer velutinum</i> (12)	48	1.08	پلت و توسکا <i>Acer velutinum, Alnus subcordata</i>	FA
1503	شمالی North	راش ۱۰۵، ممرز ۷ <i>Fagus orientalis</i> (105), <i>Carpinus betulus</i> (7)	46	3.59	پلت و بارانک <i>Acer velutinum, Sorbus torminalis</i>	FR1
1758	شمالی North	راش ۱۲۴ <i>Fagus orientalis</i> (124)	40	4.37	راش و ممرز <i>Fagus orientalis, Carpinus betulus</i>	F
1163	جنوبی South	ممرز ۲۴، راش ۱۰ <i>Carpinus betulus</i> (24), <i>Fagus orientalis</i> (10)	60	1.56	ملج، بلندمازو، راش، پلت و توسکا <i>Ulmus glabra, Quercus castaneifolia, Fagus orientalis, Acer velutinum, Alnus subcordata</i>	CF
1237	شمال غربی و شمال شرقی North-West and North-East	راش ۷۰، شیردار ۱۴ <i>Fagus orientalis</i> (70), <i>Acer cappadocicum</i> (14)	50	1.50	پلت، توسکا، بلندمازو، گیلاس وحشی، نمدار و ملج <i>Acer velutinum, Alnus subcordata, Quercus castaneifolia, Cerasus avium, Tilia begoniafolia, Ulmus glabra</i>	FR2

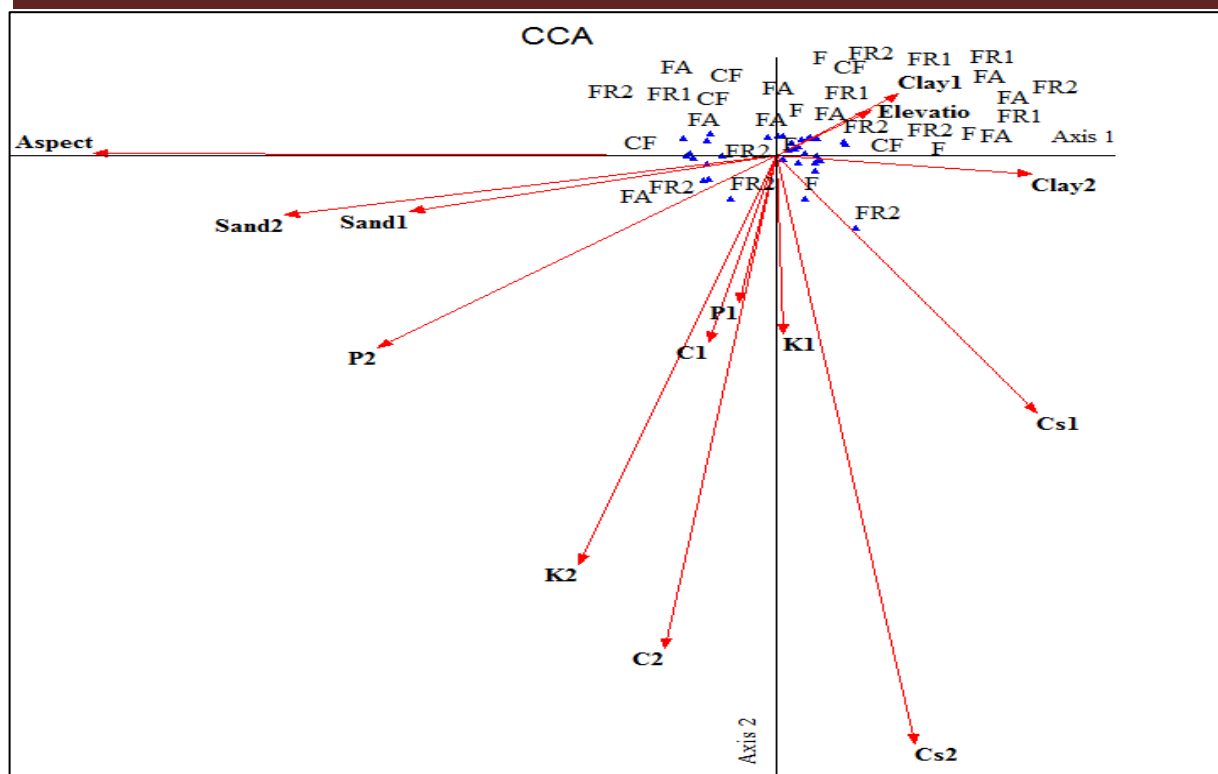
جدول ۲- نتایج همبستگی بین متغیرهای محیطی اندازه‌گیری شده و محورهای CCA

Table 2. The result of correlation between environmental factors and CCA axes

افق B		افق A		متغیرهای محیطی Environmental factors
B Horizon		A Horizon		
محور ۲ Axis 2	محور ۱ Axis 1	محور ۲ Axis 2	محور ۱ Axis 1	
0.055	-0.068	-0.032	-0.284	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب) Bulk Density (g/cm ³)
-0.196	-0.468**	0.001	0.377**	رس (درصد) Clay (%)
0.090	0.213	-0.088	0.038	سیلت (درصد) Silt (%)
0.135	0.606**	0.041	-0.384**	شن (درصد) Sand (%)
-0.167	-0.038	-0.089	-0.017	رطوبت اشباع (درصد) Saturated Moisture (%)
0.120	0.141	-0.025	0.187	تخلخل (درصد) Porosity (%)
-0.131	0.289	0.051	0.188	اسیدیته pH
-0.821**	-0.038**	-0.548**	0.117	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)
-0.385**	-0.258	-0.416**	0.084	فسفر قابل دسترس (میلی گرم بر کیلوگرم) Available phosphorus (mg/kg)
-0.614**	-0.185	-0.472**	0.220	پتاسیم تبادلی (میلی گرم بر کیلوگرم) Exchangeable potassium (mg/kg)
-0.901**	0.159	-0.430**	0.465**	ترسیب کربن (کیلوگرم بر هکتار) Carbon sequestration (kg/ha)
-0.276	-0.169	-0.276	-0.169	شیب (درصد) Slope
0.040	-0.886**	0.040	-0.886**	جهت Aspect
0.251	0.539**	0.251	0.539**	ارتفاع از سطح دریا (متر) Elevation above sea level (m)

** همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

** Significant correlation at 0/01% level



شکل ۳- ارتباط بین متغیرهای محیطی و تیپ‌های درختی حاصل از تجزیه و تحلیل CCA (Cs: ترسیب کربن، BD: جرم مخصوص ظاهری، Clay: درصد رس، Sand: درصد شن، Silt: درصد سیلت، OC: درصد کربن آلی، P: فسفر قابل دسترس، K: پتاسیم تبادلی)

Figure 3. Relationship between environmental factors and tree types obtained of CCA analysis. Cs: Carbon sequestratin, BD: Bulk density, Clay: Clay percentage, Sand: Sand percentage, Silt: Silt percentage, OC: Organic Carbon (%), P: Available phosphorus (mg/kg), K: Exchangeable potassium (mg/kg)

میانگین ویژگی‌های درصد سیلت و درصد تخلخل در بین تیپ‌های درختی مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین درصد کربن آلی، فسفر تبادلی و پتاسیم قابل دسترس در دو افق خاک وجود دارد، درحالی‌که اختلاف معنی‌داری بین میانگین جرم مخصوص ظاهری، درصد رس، درصد سیلت، درصد شن، درصد رطوبت اشباع، درصد تخلخل، اسیدیته و ترسیب کربن در دو افق خاک وجود ندارد.

روش تجزیه واریانس (ANOVA) و آزمون دانکن نتایج آنالیز واریانس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در تیپ‌های درختی در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین جرم مخصوص ظاهری، درصد رس، درصد شن، درصد رطوبت اشباع، اسیدیته، درصد کربن آلی، فسفر قابل دسترس، پتاسیم تبادلی و ترسیب کربن در بین تیپ‌های درختی وجود دارد، درحالی‌که اختلاف معنی‌داری بین

جدول ۳- آنالیز واریانس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در تیپ‌های درختی

Table 3. Analysis of variance of soil physical and chemical properties in tree types

میانگین مربعات				ویژگی‌های خاک
Mean square				Soil Properties
خطا	تیپ‌های درختی × عمق خاک	عمق خاک	تیپ	
Error	Tree types × Soil depth	Soil Depth	Tree type	
0.007	0.009 ^{ns}	0.025 ^{ns}	0.027*	جرم مخصوص ظاهری Bulk Density
197.004	281.02 ^{ns}	42.89 ^{ns}	954.92*	درصد رس Clay (%)
88.07	49.17 ^{ns}	2.11 ^{ns}	142.82 ^{ns}	درصد سیلت Silt (%)
246.72	353.74 ^{ns}	0.18 ^{ns}	713.25*	درصد شن Sand (%)
53.60	11.75 ^{ns}	93.25 ^{ns}	161.63*	درصد رطوبت اشباع Saturated moisture (%)
37.78	38.27 ^{ns}	3.68 ^{ns}	67.41 ^{ns}	درصد تخلخل Porosity (%)
0.369	0.744 ^{ns}	0.012 ^{ns}	1.26 ^{ns}	اسیدیته pH
1.25	0.483 ^{ns}	23.36*	3.73*	درصد کربن آلی Organic Carbon (%)
63.38	58.04 ^{ns}	1027.4*	169.61*	فسفر قابل دسترس Available phosphorus
1.33	0.211 ^{ns}	22.60*	3.56*	پتاسیم تبادلی Exchangeable potassium
245.01	249.92 ^{ns}	47.25 ^{ns}	6460.1*	ترسیب کربن Carbon sequestration

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ns عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

* Indicate significant difference at 5% level, ns show no significant difference at 5% level

افزایش پیدا کردند، اما ویژگی‌های شیمیایی خاک مانند کربن آلی، فسفر قابل دسترس و پتاسیم تبادلی کاهش پیدا کرده‌اند و موجودی با افزایش عمق افزایش پیدا کرده است. بالاترین مقدار جرم مخصوص ظاهری در افق A در تیپ آمیخته راش-شیردار و کمترین مقدار در تیپ آمیخته راش-ممرز مشاهده شد. بالاترین مقدار درصد رس در افق A در تیپ راش خالص و کمترین مقدار در تیپ آمیخته راش-شیردار اندازه‌گیری شد. بیشترین مقدار درصد سیلت و درصد شن در افق A در تیپ آمیخته راش-شیردار مشاهده شد. مقدار رطوبت

مقایسه میانگین‌های مربوط به هر یک از متغیرهای خاک در دو افق A و B در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد که در افق A ویژگی‌های درصد رس، رطوبت اشباع، اسیدیته، کربن آلی، فسفر قابل دسترس، پتاسیم تبادلی و ترسیب کربن بین تیپ‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان دادند و در افق B ویژگی‌های جرم مخصوص ظاهری، درصد رس، درصد شن و رطوبت اشباع بین تیپ‌های مختلف اختلاف معنی‌داری داشتند. با افزایش عمق جرم مخصوص ظاهری، درصد رس، درصد سیلت، رطوبت اشباع و اسیدیته

بیشترین مقدار عناصر کربن آلی، فسفر قابل دسترس و پتاسیم تبدلی در تیپ آمیخته راش-شیردار مشاهده شد و کمترین مقدار این عناصر در تیپ آمیخته راش-ممرز مشاهده شد. همچنین در افق A تیپ راش خالص بالاترین مقدار ترسیب کربن و تیپ راش-ممرز کمترین مقدار را دارا بودند.

اشباع در افق A در تیپ آمیخته راش-ممرز بیشترین مقدار و تیپ آمیخته راش-شیردار کمترین مقدار رطوبت اشباع را داشت. بیشترین مقدار درصد تخلخل و اسیدیته خاک در افق A در تیپ راش خالص مشاهده شد و کمترین مقدار این دو ویژگی به ترتیب در تیپ آمیخته ممرز-راش و آمیخته راش-ممرز اندازه گیری.

جدول ۴- مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (میانگین \pm اشتباه معیار) در تیپ‌های درختی. پنج تیپ درختی: راش خالص (F)، آمیخته راش-پلت (FA)، آمیخته ممرز-راش همراه توسکا (CF)، آمیخته راش-ممرز (FR1)، و آمیخته راش-شیردار (FR2).

Table 4. Comparing soil physical and chemical properties (Mean \pm standard error) in tree types. Five tree types: Pure *Fagus orientalis* (F), Mixed *Fagus orientalis-Acer velutinum* (FA), Mixed *Carpinus betulus-Fagus orientalis* with *Alnus subcordata* (CF), Mixed *Fagus orientalis-Carpinus betulus* (FR1), Mixed *Fagus orientalis-Acer cappadocicum* (FR2).

تیپ‌های درختی Tree Types					افق خاک Soil horizon	ویژگی‌های خاک Soil properties
FR2	CF	F	FR1	FA		
1.10 \pm 0.03 ^a	1.15 \pm 0/02 ^a	1.15 \pm 0.01 ^a	1.15 \pm 0.03 ^a	1.22 \pm 0.03 ^a	A	جرم مخصوص
1.17 \pm 0.04 ^{ab}	1.14 \pm 0/04 ^b	1.26 \pm 0.03 ^a	1.19 \pm 0.03 ^{ab}	1.29 \pm 0.04 ^a	B	ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)
1.14 \pm 0.02 ^b	1.12 \pm 0/02 ^b	1.27 \pm 0.02 ^a	1.17 \pm 0.02 ^b	1.25 \pm 0.03 ^a	کل	Bulk Density (g/cm ³)
21.44 \pm 1.83 ^b	36.79 \pm 6.93 ^{ab}	41.88 \pm 6.34 ^a	30.52 \pm 5.87 ^{ab}	29.51 \pm 5.67 ^{ab}	A	رس (درصد)
24.26 \pm 3.05 ^{bc}	37.30 \pm 2.51 ^c	48.48 \pm 4.83 ^a	40.14 \pm 10.76 ^{ab}	35.15 \pm 5.51 ^{abc}	B	Clay (%)
22.86 \pm 1.76 ^c	37.55 \pm 4.43 ^{bc}	45.18 \pm 3.93 ^a	35.33 \pm 6.00 ^{ab}	32.33 \pm 3.89 ^{bc}	کل	
31.71 \pm 1.54 ^a	24.00 \pm 3.87 ^a	25.45 \pm 4.53 ^a	29.66 \pm 3.22 ^a	24.09 \pm 2.41 ^a	A	سیلت (درصد)
26.58 \pm 3.47 ^a	23.26 \pm 2.33 ^a	28.77 \pm 2.55 ^a	33.91 \pm 9.05 ^a	24.21 \pm 2.85 ^a	B	Silt (%)
33.03 \pm 3.17 ^a	23.63 \pm 2.13 ^b	27.10 \pm 2.64 ^{ab}	27.78 \pm 2.20 ^{ab}	26.37 \pm 2.61 ^{ab}	کل	
42.40 \pm 4.75 ^a	39.20 \pm 8.47 ^a	34.34 \pm 9.17 ^a	39.82 \pm 3.73 ^a	41.95 \pm 6.26 ^a	A	شن (درصد)
45.79 \pm 4.18 ^{ab}	56.43 \pm 3.34 ^a	21.08 \pm 3.33 ^c	33.94 \pm 7.85 ^{bc}	40.63 \pm 5.95 ^{ab}	B	Sand (%)
44.10 \pm 3.10 ^a	47.82 \pm 5.16 ^a	27.71 \pm 5.06 ^b	36.88 \pm 4.21 ^{ab}	41.28 \pm 4.19 ^a	کل	
28.40 \pm 1.90 ^b	28.59 \pm 4.65 ^b	33.42 \pm 2.15 ^{ab}	37/97 \pm 4/81 ^a	32.58 \pm 2.13 ^{ab}	A	رطوبت اشباع (درصد)
32.78 \pm 1.49 ^{ab}	30.91 \pm 4.25 ^b	36.45 \pm 2.37 ^{ab}	40.47 \pm 4.41 ^a	32.48 \pm 2.36 ^{ab}	B	
30.59 \pm 1/28 ^b	29.75 \pm 2/99 ^b	34.93 \pm 1.59 ^{ab}	39.22 \pm 3.10 ^a	32.53 \pm 1.54 ^b	کل	Saturated moisture (%)
44.51 \pm 0.73 ^a	36.37 \pm 6.75 ^a	45.05 \pm 2.44 ^a	43.09 \pm 2.44 ^a	41.43 \pm 1.90 ^a	A	تخلخل (درصد)
41.84 \pm 1.59 ^a	41.91 \pm 1.48 ^a	43.21 \pm 2.59 ^a	43.18 \pm 0.75 ^a	37.90 \pm 1.82 ^a	B	Porosity (%)
43.17 \pm 0.91 ^a	39.14 \pm 3.39 ^a	44.13 \pm 1.72 ^a	43.14 \pm 1.20 ^a	39.66 \pm 1.34 ^a	کل	

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ است.

The different letters indicate significant difference in 0.05 level

ادامه جدول ۴.

Continued table 4.

تیپ‌های درختی Tree Types					افق خاک Soil horizon	ویژگی‌های خاک Soil properties
FR2	CF	F	FR1	FA		
5.76 ± 0.11 ^c	5.71 ± 0.27 ^a	5.39 ± 0.23 ^{ab}	6.58 ± 0.22 ^{ab}	5.99 ± 0.12 ^{bc}	A	اسیدیته
6.05 ± 0.16 ^a	6.00 ± 0.51 ^a	5.98 ± 0.46 ^a	6.87 ± 0.26 ^a	6.39 ± 0.14 ^a	B	pH
5.90 ± 0.10 ^b	6.35 ± 0.30 ^{ab}	6.18 ± 0.25 ^b	6.72 ± 0.25 ^b	6.19 ± 0.10 ^b	کل	کربن آلی (درصد)
3.83 ± 0.16 ^a	2.64 ± 0.30 ^{ab}	3.05 ± 0.50 ^{ab}	2.15 ± 0.59 ^b	2.70 ± 0.40 ^{ab}	A	Organic Carbon (%)
2.29 ± 0.52 ^a	1.02 ± 0.38 ^a	1.77 ± 0.37 ^a	1.51 ± 0.49 ^a	1.71 ± 0.37 ^a	B	
3.06 ± 0.32 ^a	1.83 ± 0.35 ^b	2.41 ± 0.35 ^{ab}	1.83 ± 0.37 ^b	2.21 ± 0.29 ^{ab}	کل	فسفر قابل دسترس
30.37 ± 0.96 ^a	23.25 ± 1.81 ^{ab}	23.67 ± 4.19 ^{ab}	15.57 ± 2.37 ^b	21.61 ± 3.30 ^{ab}	A	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)
18.15 ± 3.47 ^a	11.87 ± 2.53 ^a	14.83 ± 2.10 ^a	14.35 ± 4.85 ^a	15.01 ± 2.67 ^a	B	Available phosphorus (mg/kg)
24.26 ± 2.29 ^a	17.56 ± 2.40 ^{ab}	19.25 ± 2.60 ^{ab}	14.96 ± 2.55 ^b	18.31 ± 2.21 ^{ab}	کل	پتاسیم تبدالی
3.61 ± 0.16 ^a	2.42 ± 0.30 ^{ab}	2.94 ± 0.48 ^{ab}	2.05 ± 0.54 ^b	2.71 ± 0.53 ^{ab}	A	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)
2.15 ± 0.49 ^a	1.26 ± 0.37 ^a	1.56 ± 0.38 ^a	0.98 ± 0.20 ^a	1.80 ± 0.45 ^a	B	Exchangeable potassium (mg/kg)
2.88 ± 0.30 ^a	1.84 ± 0.29 ^{ab}	2.25 ± 0.35 ^{ab}	1.51 ± 0.32 ^b	2.25 ± 0.35 ^{ab}	کل	ترسیب کربن
1298.74 ± 583.65 ^{ab}	701.25 ± 246.99 ^{bc}	1469.44 ± 765.36 ^a	593.77 ± 292.54 ^c	875.65 ± 313.87 ^{abc}	A	(کیلوگرم بر هکتار)
1443.19 ± 1013.06 ^a	862.65 ± 692.06 ^a	1286.37 ± 826.84 ^a	777.52 ± 582.09 ^a	1030.40 ± 412.78 ^a	B	
1366.46 ± 798.35 ^a	781.95 ± 469.52 ^b	1368.90 ± 796.05	685.64 ± 437.31 ^b	944.02 ± 363.32 ^{ab}	کل	Carbon sequestration (kg/ha)

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ است.

The different letters indicate significant difference in 0.05 level

رطوبت اشباع، اسیدیته، کربن آلی، فسفر قابل دسترس، پتاسیم تبدالی و ترسیب کربن ویژگی‌های اصلی تغییر پذیر خاک در افق A بین تیپ‌های درختی بودند. تیپ ممرز-راش به همراه توسکا (CF) به دلیل غالبیت گونه ممرز کمترین مقدار کربن آلی را بین تیپ‌های مورد بررسی دارد و بالعکس تیپ‌هایی که گونه راش غالب است مقدار این متغیر بالا است که نشان‌دهنده وضعیت مواد آلی و مقدار تجزیه آنها در افق‌های سطحی خاک است. هر قدر مقدار درصد کربن آلی بالاتر باشد حاکی از انباشتگی مواد آلی و شدت تجزیه پایین‌تر است (Samadi Khanghah et al., 2020).

بحث

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌های به‌کارگرفته‌شده برای تفکیک تیپ‌های درختی نشان داد که پنج تیپ اصلی در منطقه مورد بررسی گسترده شده است. عامل اصلی تفکیک این تیپ‌ها از نظر گونه درختی توسکا، پلت، بارانک، ممرز، راش و بلندمازو است. وجود و یا عدم وجود این گونه‌ها در قطعات نمونه سبب تفکیک تیپ‌های مختلف شده است. از مجموعه تجزیه و تحلیل‌های آماری انجام‌شده در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ارتباط آنها با تیپ‌های درختی این طور می‌توان نتیجه گرفت که درصد رس،

متغیرهای شیمیایی خاک بالاتر از تیپ‌های دیگر بود مقدار جرم مخصوص ظاهری پایین‌تر از تیپ‌های آمیخته است که با نتایج Mahmoudi et al. (2021) مطابقت داشت. بین جرم مخصوص ظاهری و درصد کربن آلی خاک رابطه متقابل وجود دارد چنانکه افزایش مقدار ماده آلی خاک جرم مخصوص ظاهری را کاهش و درصد منافذ و نفوذپذیری خاک را افزایش می‌دهد. بنابراین در افق B به دلیل کاهش مواد آلی خاک جرم مخصوص ظاهری افزایش پیدا می‌کند. این می‌تواند به دلیل این باشد که تیپ‌های مختلف اثرهای مختلفی بر ویژگی‌های شیمیایی خاک دارند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اسیدیته بین تیپ‌های جنگلی در افق A اختلاف معنی‌داری را نشان داد. Augusto et al. (2003) بیان کردند که گونه‌های مختلف درختی در تیپ‌های جنگلی در بخش سطحی خاک تأثیر بسیار زیادی بر اسیدیته خاک می‌گذارند. در این پژوهش اسیدیته در تیپ راش خالص به مراتب بالاتر از تیپ‌های آمیخته بود که با نتایج Augusto et al. (2002) که بیان کردند اسیدیته گونه‌های راش بالاتر از دیگر گونه‌های پهن برگ است مطابقت داشت. همچنین اسیدیته در همه تیپ‌ها در افق A کمتر از افق B بود که این موضوع هم به آهک در لایه‌های زیرین و هم وجود هوموس و مواد آلی در سطح خاک بر می‌گردد. این قضیه در مورد کربن آلی حالت عکس داشت، به صورتی که هر چه به سمت افق‌های زیرین خاک پیش می‌رویم مقدار کربن آلی کاهش می‌یابد که با نتایج Mohammadi Samani (2006) مطابقت داشت. مقدار کربن آلی رابطه مستقیمی با مقدار فسفر در سطح خاک دارد، بنابراین مقدار این عنصر نیز با عمیق شدن خاک کم می‌شود. بیشترین فسفر در افق A بوده و به سمت عمق خاک مقدار آن کاهش می‌یابد. Zarin Kafsh (1997) عنوان می‌کند که فسفر در خاک به دو صورت فسفر آلی و

(Salehi et al., 2005) نیز در بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در گروه‌های بوم‌شناسی درختی نشان دادند که درصد کربن آلی در افق A و حتی افق B₁ در تیپ‌هایی که گونه ممرز غالب است به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از تیپ‌هایی است که گونه راش در آنها غالب است که با نتایج این پژوهش همسو است. درجه حرارت کم زیر تاج پوشش درختان بردبار به سایه مانند راش می‌تواند مقدار تجزیه را کاهش دهد که به تجمع بیشتر مواد آلی و کاهش بیشتر مقدار تجزیه منجر می‌شود (Crawford et al., 2003). همچنین نشان داده شد که مقدار کربن آلی خاک در افق B در همه تیپ‌های درختی کاهش می‌یابد که این موضوع می‌تواند به کاهش منبع مواد آلی مانند بقایای گیاهی در این افق مربوط شود. بقایای مواد آلی سبب افزایش کربن آلی می‌شوند و چون در افق‌های سطحی بیشتر از افق‌های زیرین خاک تجمع می‌یابند، بنابراین مقدار مواد آلی در سطح خاک بیشتر است. از طرفی کربن آلی خاک به نرخ تجزیه توسط میکروارگانیسم‌ها بستگی دارد، به طوری که فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک به شدت متأثر از گونه‌های گیاهی است (Gao et al., 2014). درصد رس و شن بین تیپ‌های درختی دارای اختلاف معنی‌داری بودند، توده‌های درختی بر روی ذرات خاکدانه‌ها اثر می‌گذارند، به طوری که (Levula et al., 2003) بیان کردند که بین اجزای بافت خاک و توزیع تیپ‌های جنگلی رابطه قوی وجود دارد همچنین نتایج پژوهش آنها نشان داد که بافت خاک مسئول تغییر ترکیب گونه‌های درختی در تیپ‌های جنگلی است. در واقع رابطه بین درصد، شن و سیلت و رس در بخش معدنی خاک تحت تیپ‌های مختلف پوشش درختی با هم متفاوت هستند. نتایج نشان داد در افق B مقدار جرم مخصوص ظاهری افزایش پیدا کرده است. همچنین در تیپ آمیخته راش - شیردار (FR2) که مقدار کربن و همچنین دیگر

تخریب خواهند شد. بنابراین ترکیبی از شرایط آب-وهوایی و به‌خصوص درجه حرارت محیط و همچنین نوع گونه‌های درختی در تجزیه مواد آلی تأثیر داشت (Salehi et al., 2005)، به طوری که در ارتفاعات پایین و یا در ارتفاعات بالاتر ولی در روی شیب‌های جنوبی همگام با غالبیت گونه ممرز درصد کربن آلی در افق‌های سطحی پایین بوده و این موضوع نشان دهنده تجزیه و تخریب سریع‌تر مواد آلی در این توده‌ها نسبت به توده‌هایی است که در ارتفاعات بالاتر قرار داشته و یا غالبیت گونه راش در آنها بیشتر است. با توجه به نتایج به-دست‌آمده ترسیب کربن در هر دو افق خاک تیپ خالص راش به مراتب بیشتر از تیپ‌های آمیخته بود که می‌تواند به دلیل سرعت پایین‌تر تجزیه لاشبرگ‌های راش باشد چون در تیپ‌های آمیخته راش مقدار کربن بیشتری به چرخه کربن باز می‌گردد و در نهایت سبب کم شدن مقدار کربن در تیپ‌های آمیخته می‌شود. از طرف دیگر از آنجایی که جنگل‌های خالص راش بیشتر در حالت کلیماکس ظاهر می‌شوند پس می‌توان نتیجه گرفت مقدار ترسیب کربن در آنها بیشتر از جنگل آمیخته راش باشد که با نتایج Bادهیان et al. (2014) مطابقت داشت. به‌طور کلی تأثیر آمیختگی گونه‌ها و تیپ جنگل در مقدار ترسیب کربن در خاک بسیار مؤثر است و تفاوت در مقدار ترسیب کربن خاک تحت پوشش گونه‌های مختلف درختی نشان‌دهنده وجود برهم‌کنش میان پوشش‌های مختلف جنگلی با خاک و قدرت ایجاد شرایط گوناگون تجزیه و ذخیره مواد آلی در خاک است (Mahmoudi Taleghani et al., 2021). (Vatani et al., 2021). در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که ترسیب کربن در توده راش-بلوط بیش از توده افرا-زبان گنجشک بوده است که با نتیجه این پژوهش مطابقت دارد. در تیپ‌های مورد بررسی بالاترین درصد رس در تیپ راش خالص مشاهده شد همچنین بیشترین مقدار

معدنی موجود است و در خاک‌های غنی از مواد آلی قسمت بیشتر فسفر قابل جذب به صورت فسفر آلی و در خاک‌های جنگلی بیشترین فسفر قابل دسترس در افق‌های سطحی است. شکل آلی فسفر برای گیاهان قابل جذب نیست و گیاهان می‌توانند فسفر معدنی شده را که در اثر فعالیت میکروارگانیسم‌ها ایجاد می‌شود جذب نمایند (Kooch et al. 2012). به این ترتیب تغییر از فسفر آلی به معدنی تحت فعالیت زیستی است و در افق‌های زیرین فعالیت موجودات زنده کاهش می‌یابد که می‌تواند از دلایل کاهش فسفر قابل جذب در افق‌های زیرین باشد. همان‌طور که در مقایسه مقدار فسفر در افق A با افق B مشاهده شد با افزایش عمق مقدار فسفر قابل دسترس کاهش یافته است که می‌تواند به دلیل بالا بودن مواد آلی در سطح خاک باشد. بنابراین نتایج حاصل از این پژوهش با موضوع اخیر هم‌خوانی دارد. همچنین Mohammadi Samani et al. (2006) در تحقیقی که به بررسی ویژگی‌های شیمیایی خاک در ارتباط با چند تیپ پوشش جنگلی در زاگرس پرداخته بودند نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند. مقدار پتاسیم نیز با افزایش عمق کاهش می‌یابد که این ممکن است به علت تجزیه شدن سریع این عنصر در سطح خاک باشد.

به‌طور کلی شدت تجزیه مواد آلی در وهله نخست به فعالیت میکروارگانیسم‌ها و به تبع آن عوامل متعددی مانند شرایط آب‌وهوایی و به‌خصوص مقدار بارندگی و درجه حرارت محیط Brady and Weil (1999) و علاوه بر آن به نوع گونه‌های درختی که در یک منطقه رویش دارند نیز برمی‌گردد (Lwila et al., 2021). در پژوهشی Cornelissen. (1966) ضمن مقایسه مقدار تجزیه برگ‌های درختان مختلف مشخص کرده است که لاشبرگ‌های گونه ممرز سریع‌تر از گونه راش تجزیه و

خصوص آنها بحث شده است. بر اساس نتایج این پژوهش در تیپ‌هایی که گونه راش غالبیت بیشتری دارد از نظر شرایط خاک چندان مناسب نیستند و تیپ‌های آمیخته راش در رویشگاه‌های با شیب بیشتر و ارتفاع کمتر مستقر شده‌اند و کم‌عمق-بودن خاک و کمبود مواد مغذی از شرایط اصلی خاک‌های این رویشگاه‌ها است. بنابراین تیپ‌های مختلف در جنگل و حضور آنها نتیجه‌ای از برهم کنش عوامل زیادی است که در این تحقیق ویژگی‌های خاک مورد بررسی قرار گرفتند و خاک یکی از شرایط محیطی بسیار مهم برای پوشش گیاهی است که در این تحقیق ارتباط معنی‌دار آن با تیپ‌های درختی تأیید شد، بنابراین می‌توان از خاک به عنوان شاخصی مناسب برای تفکیک تیپ‌های جنگلی استفاده کرد. به نظر می‌رسد می‌توان با بررسی‌های گسترده‌تر در سطح تیپ‌های جنگلی، نقش دیگر عوامل زنده و غیرزنده را در تعیین و تفکیک تیپ‌های درختی مورد توجه و بررسی قرار داد.

تشکر و قدردانی

این مقاله براساس نتایج طرح رساله دکتری با عنوان "طبقه‌بندی رویشگاه‌های جنگلی بر اساس برخی مشخصه‌های خاک، انواع هوموس و ترسیب کربن، مطالعه موردی در جنگل‌های غرب گیلان، ایران" با حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور نگارش شد. بدین وسیله از صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور سپاسگزاری می‌شود.

ترسیب کربن نیز در تیپ راش خالص مشاهده شد و با افزایش عمق خاک ترسیب کربن افزایش داشت. Jimenez et al. (2011) بیان کردند که در خاک‌های با درصد رس بیشتر، به دلیل چسپندگی ذرات خاک، حجم هدر رفت کربن در طی تبادلات، کمتر خواهد شد و این موضوع سبب افزایش هر چه بیشتر ذخایر کربن آلی خاک می‌شود، در افق‌های پایین‌تر خاک درصد رس خاک بیشتر شده و این امر بیشتر بودن ترسیب کربن در افق‌های پایین را توجیه می‌کند.

با توجه به نتایج تحقیق هر پنج تیپ درختی تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا و درصد رس در افق A بودند. اما همبستگی تیپ آمیخته راش - شیردار با ویژگی‌های شیمیایی خاک مثبت بود. می‌توان کربن، فسفر و پتاسیم را از جمله مهم‌ترین عناصر مغذی دانست که به رشد جوامع گیاهی کمک زیادی می‌کنند، مقدار این عناصر در تیپ آمیخته راش - شیردار بالاتر از دیگر تیپ‌ها بود. Mataji et al. (2009) در پژوهشی در جنگل خیرود نوشهر به این نتیجه رسیدند که نیتروژن و فسفر در توسعه جوامع گیاهی شمال ایران نقش برجسته‌ای دارند، همچنین Eshaghi Rad et al. (2009) در پژوهش دیگری عنوان کردند که نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کربن آلی از مهم‌ترین عوامل توسعه جوامع گیاهی در جنگل - های شمال هستند.

بدیهی است که گوناگونی شرایط توپوگرافی در جنگل‌های شمال ایران و در سطح منطقه مورد بررسی عامل بسیاری از تغییرات تیپ‌های گیاهی و ویژگی‌های خاک است که در این مقاله در حد ضرورت در

References

Akbarlou, M.; Yar, S.; Mohammad Esmaili., Study on the relationship between soil physico-chemical properties and plant communities parameters. *Journal of Water and Soil Conservation* **2012**, *19* (2), 193-200. (In Persian).

Arab, A.; Hosseini, M.; Jalali, E., Effect of maple, accacia, American poplar and segebrush species on some soil physical and chemical properties in eastern Haraz Forestry. *Journal of Soil and Water Science* **2005**, *19* (1), 96-106. (In Persian).

- Arekhi, S.; Heydari, M.; Pourbabaei, H., Vegetation-Environmental Relationships and Ecological Species Groups of the Ilam Oak Forest Landscape, Iran. *Caspian Journal of Environmental Sciences* **2010**, *8* (2), 115-125. (In Persian).
- Augusto, L.; Ranger, J.; Binkley, D.; Routh, A., Impact of several common tree species of European temperate forest on soil fertility. *Annals of Forest Science* **2002**, *59*, 233-253.
- Augusto, L.; Dupouey, J.L.; Ranger, J., Effects of tree species on understory vegetation and environmental conditions in temperate forests. *Annals of Forest Science* **2003**, *60*, 823-831.
- Badehian, Z.; Mashayekhi, Z.; Zebardast, L.; Mobarzheh, N., Economic Valuation of Carbon Sequestration Function in the Mixed and Pure Beech Stands (Case study: Kheyroud Forests). *Environmental Researches* **2014**, *9* (9), 147-156. (In Persian).
- Bakhshande Navroud, B.; Abrari Vajargah, K.; Pilehvar, B.; Kooch, Y., Floristic study of herbaceous layer plants in hyrcanian Beech forest (case study: Beech forests in Asalem). *Journal of Plant Ecosystem Conservation* **2017**, *4* (9), 115-132. (In Persian)
- Brady, N.C.; Weil, R.R., The Nature and Properties of Soils. (12th edition), Prentice-Hall, Inc, **1999**; p 881.
- Cornelissen, J.H.C., An experimental Comparison of Leaf Decomposition Rates in a Wide Range of Temperate Plant Species and Types. *Journal of Ecology* **1996**, *40*, 573-582.
- Crawford, R.M.M.; Jeffree, C.E.; Rees, W.G., Paludification and forest retreat in northern oceanic environments. *Annals of Botany* **2003**, *91* (2), 213-226.
- Erfanzade, R.; Alemzade Gorji, A., Effect of some edaphic factors on standing vegetation and soil seed bank. *Iranian Journal of Rangeland* **2011**, *5* (4), 374-381. (In Persian)
- Eshaghi Rad, J.; Zahedi Amiri, Gh.; Marvi Mohajer, MR.; Mataj, A., Relationship between vegetation and physical and chemical properties of soil in Fagetum communities (Case study: Kheiroudkenar forest). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2009**, *17* (2), 174-187. (In Persian).
- Eshaghi Rad, J.; Alijanpour, A.; Rostami, R., Vegetation-environment relationship in the birch (*Betula pendula* Roth.) site in the mountainous riparian forests of Marmisho valley. *Iranian Journal of Forest* **2022**, *13* (5), 29-42.
- Fattahi, B.; Zare Chahouki, M.; Jafari, M.; Azarinvand, H.; Tahmasebi, P., Relation between species diversity and biomass in mountainous habitat in zagros rangelands. *Journal of Rangeland Science* **2017**, *7*, 316-325.
- Fathi, K.; Jourgholami, M.; Hosseini, S.A.; Khalighi Sigaroodi, Sh., Optimal distance among water diversion structures for mitigating runoff on the skid trails (case study: Kheyroud forest). *Iranian Journal of Forest* **2021**, *13* (3), 237-250. (In Persian).
- Fu, B.J.; Liu, S.L.; Ma, K.M.; Zhu, Y.G., Relationships between soil characteristic, topography and plant diversity in a heterogeneous broad-leaved forest near Beijing China. *Plant and Soil* **2003**, *261*, 47-54.
- Gao, Y.; He, N.; Yu, G.; Chen, W.; Wang, Q., Long-term effect of different land use types on C, N and P stoichiometry and storage in subtropical ecosystem: A case study in China. *Ecological Engineering* **2014**, *67*, 171-181.
- Gharavi Manjili, S.; Salehi, A.; Pourbabaei, H.; Espandi, F., Classification of tree and shrub covers and determination of their relation to some soil characteristics and topographic conditions in Shafaroud forests, Guilan province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2009**, *17* (3), 436-449. (In Persian).
- Habashi, H.; Hosseini, S.M.; Mohammadi, J.; Rahmani, R., Stand structure and spatial pattern of trees in mixed Hyrcanian Beech forests of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2007**, *15* (1), 55-64. (In Persian).
- Haghshenas, M.; Mohajer, M.R.M.; Attarod, P.; Pourtahmasi, K.; Feldhaus, J.; Sadeghi, S.M.M., Climate effect on tree-ring widths of *Fagus orientalis* in the Caspian forests, northern Iran. *Forest Science and Technology* **2016**, *12* (4), 176-182.
- Jafari haghghi, M., Analytical methods of soil and the important physical and chemical sampling and analysis, with emphasis on theory and application, Nedazehi publish, **2003**; p 236. (In Persian).
- Janatbabaei, M.; Gholamhosein, M.; Fegghi, J., Effect of soil and topography characteristics on distribution of plant types in the Arasbaran forests, Iran. *Forest Research and*

- Development* **2019**, 5 (4): 583-597. (In Persian).
- Javanmiri Pour, M.; Etemad, V.; Soofi Mariv, H., Some structural feature of riparian in Hyrcanian forests (Acase study: Palang-Darreh Forest, Savadkoh). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)* **2022**, 35 (1), 1-12. (In Persian).
- Jimenez, J.J.; Lal, R.; Leblanc, H.; Russo, R. O., Soil organic carbon pool under nativetree plantations in Caribben Lowlands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management* **2021**, 241, 134-144.
- Kooch, Y.; Hosseini, S.M., Response of earthworms biomass and diversity to windthrow events and soil properties in Hyrcanian forests of Iran. *Foila Oecologia* **2010**, 37 (4), 181-190. (In Persian).
- Kooch, Y.; Hosseini, S.M.; Zaccione, C.; Jalilvand, H.; Hojjati, S.M., Soil organic carbon sequestration as affected by afforestation: the Darab Kola Forest (North of Iran) case study. *Journal of Environmental Monitoring* **2012**, 14 (9), 2438-2446.
- Kooch, Y.; Moghimian, N., The effect of deforestation and land use change on ecophysiology indices of soil carbon and nitrogen. *Iranian Journal of Forest* **2015**, 7 (2), 243-256. (In Persian).
- Leps, J.; Smilauer, P., Multivariate analysis of ecological data using Canoco. *Cambridge University Press UK*, **2003**; pp 283.
- Levula, J.; Ilvesniemi, H.; Westman, C.J., Relation between soil properties and tree species composition in a scot pine- Noorway spruce stand in southern Finland. *Silva Fennica* **2003**, 37, 205-218.
- Lukac, M.; Godbold, D., Soil ecology in Northern Forests: *A Belowground view of changing world*. Cambridge University Press; Cambridge, UK, **2011**; p 93.
- Louw, J.H.; Scholes, M., Forest site classification and evaluation: a South African perspective. *Forest Ecology and Management* **2002**, 171 (1-2), 153-168.
- Lwila, A. S.; Mund, M.; Ammer, C.; Glatthorn, J., Site conditions more than species identity drive fine root biomass, morphology and spatial distribution in temperate pure and mixed forests. *Forest Ecology and Management* **2021**, 499, 119581.
- Likulunga, E.L.; Pérez, E.; Schneider, C. A. R.; Schneider, D.; Daniel, R.; Polle, A., Tree species composition and soil properties in pure and mixed beech-conifer stands drive soil fungal communities. *Forest Ecology and Management* **2021**, 502, 119709.
- Mahmoudi Taleghani, E.; Zahedi Amiri, Gh.; Adeli, E.; Sagheb-Talebi, Kh., Assessment of carbon sequestration in soil layer of managed forest. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2007**, 15 (3), 241-252. (In Persian).
- Mahmoudi, M.; Ramezani Kakroudi, E.; Banj Shafie, A.; Pato, M.; Hosseinzadeh, O., The study of soil carbon sequestration in Lavizan Forest Park, Tehran. *Forest Research and Development* **2021**, 7 (2), 327-342. (In Persian).
- Mataji, A.; Zahedi Amiri, Gh.; Asri, Y., Vegetation analysis based on plant associations and soil properties in natural forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2009**, 17 (1), 85-98. (In persain).
- Mohammadi Samani, K.; Jalilvand, H.; Salehi, A., Relatinship between some soil chemical characteristics and few tree types of Zagros forests: case study of Marivan. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2006**, 14 (2), 148-158. (In Persian)
- Moradi, H. Naginezhad, A.; Siadati, S.; Reif, A., Elevational gradient and vegetation-environmental relationships in the central Hyrcanian forests of northern Iran. *Nordic Journal of Botany* **2016**, 34, 1-14.
- Quichimbo, P.; Jeimenze, L.; Dario, V.; Tischer, A.; Gunter, S.; Mosandi, R.; Hamer, U., Forest site classification in the Southern Andean region of Ecuador: A case study of pine plantations to collect a base of soil attributes. *Journal of Forests* **2017**, 8 (473).
- Rouhi Moghaddam, E., Investigation of the relationship between LAI and soil carbon sequestration in pure and mixed planted stands of Oak (Cade Study: the lowland forests of Chamestan). *Journal of Natural Ecosystems of Iran* **2015**, 5 (4), 11-22. (In Persian).
- Salehi, A.; Zarinkafsh, M.; Zahedi Amiri, GH.; Marvi Mohajer, M. R., study of soil physicsl and chemical properties in relation to tree ecological groups in Nam-Khaneh district of Kheirood-Kenar forest. *Iranian Journal of Natural Resources* **2005**, 58 (3), 567-578. (In Persian).
- Samadi Khangah, S.; Ghorbani, A.; Moameri, M., Relationship Between Ecological Species Groups and Environmental Factors in Fandoghlu Rangelands of Ardabil, Iran. *Ecopersia* **2020**, 9 (2), 131-138.

Vatani, L.; Hosseini, S.M.; Alavi, S.J.; Raeini Sarjaz, M.; Shamsi, S.S., Soil physico-chemical properties 20 years after plantation in the Iranian northern forests (Emphasizing on carbon and nitrogen stocks in plantation with broadleaved and coniferous species). *Forest Research and Development* **2021**, *7* (1), 93-105.

Zajicova, K.; Chuman, T., Effect of land use on soil chemical properties after 190 years of forest to agricultural land conversion. *Soil and Water Research* **2019**, *14*, 121-131.

Zarin Kafsh, M., Soil science principle in relation with plant and environment, Islamic azad university, Tehran, **1997**; p 808.

Investigation of changes in soil properties in pure and mixed beech type in the western forests of Guilan

Arezou Sadeghi¹, Ali Salehi^{*2}, Hasan Pourbabaei³ and Yahya Kooch⁴

1- Ph.D. Student of Forest Ecology and Silviculture, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme eh Sara, I. R. Iran. (noel.1366@yahoo.com)

2- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme Sara, I. R. Iran. (asalehi@guilan.ac.ir)

3- Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme Sara, I. R. Iran. (h_pourbabaei@guilan.ac.ir)

4- Associate Professor, Department of Range Management, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, I. R. Iran. (yahya.kooch@modares.ac.ir)

Received: 24 June 2023

Accepted: 02 September 2023

Abstract

Background and objectives: Classification of forest sites is one of the most basic tasks for optimal forest management, which has practical and long-term concepts, such as regulating the structure of forests, increasing forest productivity, selecting fast-growing species suitable for afforestation, afforestation. The most productive methods are increasing the yield of wood to facilitate the relationship between supply and demand, revitalizing forests, increasing access to forest resources, and also fulfilling the ecological function of forests. In recent years, the use of different factors to classify habitats has become more and more widespread. This research aims to investigate the changes of the most important soil characteristics in beech habitats in Nav-e-Islam region.

Methodology: This study was carried out in the series 3 Nav Asalem and in parcels 318, 320, 336 and 350. The desired parcels are located at two heights of 1100 and 1700. Parcel 320 was considered as a control parcel. In order to investigate and determine the types of trees in the surveyed parcels, 84 square samples with dimensions of 20 x 20 meters were taken randomly with a statistical grid of 200 x 150 meters. In each sample plot, in addition to recording the characteristics of slope, aspect and height above sea level, the variables of species type, height and diameter at the breast height of all tree species were taken. Then, the tree types of the target samples were determined using two-way analysis of indicator species (TWINSPAN). To determine the location of the soil profiles, a map of the shape of the land was prepared and considering the variety of habitat features and the area of the shape of the land, 35 sample plots were determined in homogeneous units, and the profiles were dug in these units and soil samples were taken. The soils were collected from horizons A and B. After digging each profile in the desired types, the vertical section of each profile was divided into different parts based on distinguishing features such as color, texture or soil structure. The preliminary analysis of soil profiles was done in nature and then soil samples were taken from each of the separated horizons A and B and transferred to the laboratory. Then, in a dry laboratory environment, after pounding, it was passed through a 2 mm sieve and the most important characteristics of the soil were investigated. To investigate the relationship between soil characteristics and tree types, conventional comparative analysis (CCA), one-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan's test were used.

Results: Based on the results of the TWINSPAN analysis, the area is divided into five types of trees, including pure *Fagus* (F), mixed *Fagus* –*Acer velutinum* (FA), mixed *Carpinus*-*Fagus* followed *Alnus* (CF), mixed *Fagus*-*Carpinus* (FR1) and mixed *Fagus*-*Acer cappadocium* (FR2) was classified. Based on the ranking results, clay percentage, carbon deposition and height above sea level in A horizon have a significant correlation with the positive direction of the first region, and organic carbon, accessible phosphorus and exchangeable potassium and carbon deposition have a correlation with the negative direction of the second region. It showed significant. In B horizon, the percentage of sand and height above sea level showed a significant correlation with the positive direction of the first axis and the

* Corresponding author

Tel: +989111387734

percentage of clay, carbon, accessible phosphorus, exchangeable potassium and carbon deposition with the negative direction of the second factor. All five tree types were affected by altitude and clay percentage in A horizon. But (F), (FR2) and (FR1) were affected by clay percentage in B horizon and carbon deposition in both horizons and potassium in A horizon. (FR1), (FR2) and (FA) were influenced by the percentage of sand in both horizons and accessible phosphorus and exchangeable potassium in both horizons. The results of analysis of variance of physical and chemical properties of soil in tree types showed that there is a significant difference between bulk density, percentage of clay, percentage of sand, base saturation, acidity, organic carbon, accessible phosphorus, exchangeable potassium and so on. There is carbon sequestration among the tree types, no significant difference was observed between the characteristics of silt percentage and porosity percentage among the tree types. Also, the results showed that there is a significant difference between the percentage of organic carbon, exchangeable phosphorus and available potassium in two soil horizons, while there is a significant difference between the differences related to appearance, percentage of clay, percentage of silt, percentage of sand, percentage There is no saturation, porosity percentage, acidity and carbon deposition in two soil horizons.

Conclusion: The variety of topographical conditions in the forests of northern Iran and in the studied area is the cause of many changes in plant types and soil characteristics. According to the results of this research, in the types where the beech species is more dominant, the soil conditions are not very suitable, and the mixed types of beech are settled in the habitats with more slope and lower altitude, and the shallowness of the soil and Lack of nutrients is one of the main conditions of the soils of these habitats. The presence of different types in the forest is the result of the interaction of many factors, and it has been shown in this research that soil is one of the most important environmental conditions, and its significant relationship with tree types has been confirmed. Therefore, soil can be used as a suitable indicator to distinguish forest types.

Keywords: Asalem, Beech, Carbon, Soil texture, Tree ecological groups.