

بررسی تنوع زیستی گیاهی و خصوصیات خاک در جنگل کاریهای کاج سیاه و زبان گنجشک در منطقه الندان - ساری

مریم اسدیان^{۱*}، سیدمحمد حاجتی^۲، محمدرضا پورمجیدیان^۳ و اصغر فلاح^۳

* نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،

پست الکترونیک: Maryam.asadiyan23@gmail.com

^۲ استادیار، گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

^۳ دانشیار، گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱۰

چکیده

در بسیاری از مطالعات علمی به اهمیت حفظ تنوع زیستی در مدیریت پایدار جنگل اشاره ویژه‌ای شده است. مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر جنگلکاریهای کاج سیاه و زبان گنجشک بر تنوع زیستی پوشش علفی و خصوصیات خاک در جنگل الندان ساری انجام شد. درصد پوشش گونه‌های علفی و تعداد تجدید حیات گونه‌های چوبی در هر توده با استفاده از ۶ پلات ۲۰×۲۰ متری که بصورت تصادفی سیستماتیک انتخاب شده بودند، اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری از خاک با استفاده از روش استوانه (با قطر ۸ سانتی‌متری) در قسمت مرکزی هر پلات از سه عمق ۱۰-، ۰-، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری انجام شد. کربن، نیتروژن، اسیدیته، هدایت الکتریکی، درصد اجزای تشکیل دهنده بافت خاک و چگالی ظاهری برای هر نمونه خاک در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. شاخص‌های تنوع زیستی شانون - وینر و سیمپسون، شاخص‌های غنای مارگالف و منهنیک و شاخص‌های یکنواختی (Equitability, Evenness) با استفاده از نرم‌افزار PAST محاسبه شد. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص‌های تنوع زیستی، غنا و یکنواختی برای پوشش علفی و تجدید حیات گونه‌های چوبی در توده کاج سیاه در مقایسه با توده زبان گنجشک بیشتر بود ($p < .05$). همچنین تفاوت معنی‌داری در برخی از خصوصیات خاک در بین دو توده مورد بررسی مشاهده گردید ($p < .05$). یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که به‌رغم عقیده متداول در مورد نامساعد بودن شرایط بیولوژیکی در توده‌های سوزنی برگ ممکن است شرایط زیر تاج پوشش توده کاج برای حضور بعضی از گونه‌های علفی و چوبی با نیازهای اکولوژیکی مشابه در ۲۵ سال اول کاشت مناسب باشد.

واژه‌های کلیدی: تنوع زیستی، جنگلکاری، گونه‌های علفی، زادآوری، خصوصیات خاک

مقدمه

با افزایش روزافزون جمعیت دنیا و پیشرفت علم و توسعه فناوری، فشار تخریب انسان روی طبیعت بیشتر شده و سیمای طبیعت روز به روز حالت طبیعی و اولیه خود را از دست می‌دهد (Javanshir, 1993). تخریب جنگل‌ها و کاهش مساحت آنها، انقراض گونه‌های گیاهی و جانوری و در نتیجه کاهش تنوع زیستی را در دنیا به

همراه داشته‌است (Mohammad nezhad-Kiyasari et al., 2007).

تنوع گیاهی به‌عنوان مؤلفه‌ای از تنوع زیستی، در سطحی گسترده در مطالعات پوشش گیاهی و ارزیابی زیست‌محیطی به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم و سریع در تعیین وضعیت بوم‌سازگان مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله این بوم‌سازگان انواع جنگلکاری سوزنی‌برگ و پهن‌برگ می‌باشد که می‌توان با استفاده از شاخص‌های

2003). اخیراً نیاز به ارزیابی خصوصیات خاک به واسطه بحث‌های مدیریتی در زمینه پایداری عملکرد اکوسیستم های جنگلی توسعه یافته است (Fisher & Binkley, 2000). برای بررسی حاصلخیزی رویشگاه و طبقه‌بندی اکولوژیک آن آگاهی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به‌عنوان معیارهای کیفیت خاک ضروریست (Schoenholtz et al., 2000). زیرا این ویژگی اغلب در مقیاس‌های مکانی و زمانی، تفاوت معنی‌داری را نشان داده‌اند (Hale et al., 2005). تحقیق حاضر به‌منظور بررسی تنوع زیستی با در نظر گرفتن خصوصیات خاک در دو توده جنگلکاری زبان گنجشک و کاج سیاه در محدوده طرح جنگلداری سری الندان تحت مدیریت شرکت چوب و کاغذ مازندران انجام شده‌است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در پارسل‌های ۱۷ و ۲۳ سری الندان در حوزه آبخیز شماره ۷۰ قرار دارد. براساس تقسیمات جنگلداری به‌عمل‌آمده برای مجموعه سری‌های مورد عمل شرکت چوب و کاغذ مازندران، الندان سری ۶، بخش ۱ حوزه ۲ آبخیز رود تجن را تشکیل می‌دهد. سری الندان بین ۲۴' ۵۳۰ تا ۲۷' ۵۳۰ طول شرقی و ۱۰' ۳۶۰ تا ۱۳' ۳۶۰ عرض شمالی واقع شده‌است. حداقل ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۱۰۰۰ متر و حداکثر آن ۱۷۸۳ متر می‌باشد که سطحی بالغ بر ۲۰۵۱ هکتار را شامل می‌شود. توده جنگلکاری ون در پارسل ۲۳ و توده جنگلکاری کاج سیاه در پارسل ۱۷ از سری الندان واقع شده‌است. این عرصه‌ها به‌ترتیب در سطح حدود ۳ و ۹/۱ هکتار در سال‌های بین ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۰ نهالکاری شدند. لازم بذکر است که این دو توده جنگلکاری شده کاملاً در کنار هم بوده و تنها بوسیله یک جاده از یکدیگر جدا شده‌اند، به‌طوری که از نظر ویژگی‌هایی مانند ارتفاع از سطح دریا، شیب

تنوع زیستی، کیفیت حیات را در این اجتماعات گیاهی بررسی کرد.

در چنین اجتماعاتی هر چه تنوع گونه‌ای (گیاهی و جانوری) بیشتر باشد زنجیره‌های غذایی طولانی‌تر و شبکه‌های حیاتی پیچیده‌تر شده و در نتیجه محیط پایدارتر و از شرایط خودتنظیمی بیشتری برخوردار می‌شود. اکوسیستم‌هایی که تنوع زیستی (اعم از گیاهی و جانوری) بیشتری دارند پایداری اکولوژیکی و تولید بیشتری نیز دارند (Widdicombe et al., 2002). همچنین تنوع گونه-های گیاهی در جنگلکاریها به‌منظور حفاظت ذخایر ژنتیکی، بررسی روند توالی، شناسایی گونه‌های در حال تهدید و انقراض و تأثیر جنگلکاری با گونه‌های بومی و غیر بومی در پوشش گیاهی کف، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Nagaïke et al., 2003; Brosfske et al., 2001). در حقیقت مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق طرح های حفاظتی و اجرایی در عرصه‌های جنگلی و جنگلکاری‌ها نیازمند شناسایی نیازهای اکولوژیکی گونه-های جنگلی و بررسی تنوع زیستی آنهاست. با توجه به اینکه امروزه انسانها با مشکلات متعدد زیست محیطی و تهدید تنوع زیستی مواجه هستند (Kaya & Raynal, 2006) بهترین راه برای نجات تنوع زیستی و درک ارزش‌های آن، ارزیابی آن است.

ازجمله مهم‌ترین عواملی که در تعیین و ارزیابی وضعیت تنوع زیستی در یک بوم‌سازگان تأثیر بسزایی برجای می‌گذارد، خصوصیات خاک آن است. خاک به عنوان بخش مهمی از اکوسیستم‌ها شناخته شده است و نقش مهمی در توسعه پوشش گیاهی جنگلی و در نتیجه افزایش کیفیت تنوع زیستی دارد (Kooch et al., 2010). توسعه و تحول خاک و پوشش گیاهی فرایند پیچیده‌ای است که نتیجه آن تغییر و تفاوت در خصوصیات خاک است، به‌طوری که ترکیب پوشش گیاهی جنگلی و میزان رشد آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Crowley et al.,

فاصله کاشت و زمان عملیات تنک کردن در شرایط کاملاً مشابه می‌باشند (Anonymous, 2004).

دستگاه هدایت الکتریکی (Ec متر) اندازه‌گیری شد (Ghazanshahi, 1997, Jafari-Haghighi, 2003).

روش تحقیق

در تحقیق حاضر به منظور اندازه‌گیری تنوع زیستی و خصوصیات خاک از روش نمونه‌برداری تصادفی سیستماتیک استفاده شده است. بدین صورت که به منظور پرهیز از اثرهای حاشیه‌ای، قطعات نمونه (پلات) در مرکز دو توده جنگلکاری قرار داده شد و از تعداد ۶ قطعه نمونه به ابعاد ۲۰ × ۲۰ متر در هریک از توده‌ها استفاده شد (Grant & Loneragan, 2001; Hedman *et al.*, 2000). ابعاد شبکه آماربرداری ۱۰۰ × ۷۵ متر در نظر گرفته شد. سپس برای اندازه‌گیری تنوع زیستی در هریک از این قطعات، تمامی گونه‌های چوبی شمارش و درصد گونه‌های علفی نیز محاسبه شد. برای این منظور در درون هر قطعه نمونه نوع گونه‌های گیاهی شناسایی و فراوانی و چیرگی آن‌ها بر پایه معیارهای براون-بلانکه برآورد شد. لازم به یادآوری است که گیاهان منطقه به منظور شناسایی، جمع‌آوری شده و توسط فلور ایرانیکا، عراق، ترکیه و توسط کارشناسان اداره کل منابع طبیعی استان مازندران به طور دقیق شناسایی شد. نمونه‌برداری از خاک نیز در هر یک از پلات‌های یادشده از سه عمق ۰-۱۰، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک انجام شد و پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند: چگالی ظاهری به روش سیلندر(حلقه)، بافت خاک به روش هیدرومتری، درصد رطوبت به روش توزین و خشک کردن و ویژگی‌های شیمیایی خاک مانند: درصد نیتروژن کل به روش کج‌دال، درصد کربن آلی به روش والکی بلاک، کلسیم به روش جذب اتمی، پتاسیم به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم، آهنک به روش کالسیمتری، pH به روش پتانسیومتری یا استفاده از دستگاه pH متر و Ec به روش اندازه‌گیری هدایت الکتریکی با استفاده از

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای مقایسه تنوع زیستی در دو توده جنگلکاری شده، داده‌های اندازه‌گیری شده به‌ازای هر پلات و هر توده وارد نرم‌افزار PAST شد. از شاخص‌های شانون - وینر و سیمپسون برای تنوع و شاخص‌های مارگالف و منهنیک برای غنای و شاخص‌های Evenness, Equitability برای یکنواختی (Mesdaghi, 2005) استفاده شد. سپس تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه مشخصه‌های مورد نظر (میانگین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی و میانگین مشخصات خاک) در دو توده پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها (آزمون کولوموگروف-اسمیرنوف) و همگنی واریانس‌ها (آزمون لون) از طریق آزمون پارامتریک (t مستقل) و در محیط نرم‌افزار SPSS 16.0 انجام شد. همچنین به منظور بررسی رابطه ویژگی‌های خاک با شاخص‌های مختلف تنوع زیستی، پس از استاندارد سازی داده‌ها با استفاده از ماتریس همبستگی از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) در نرم‌افزار PC-ORD استفاده شد.

نتایج

بررسی وضعیت پوشش گیاهی

بررسی داده‌ها نشان داد که ۱۳ گونه علفی، ۲ گونه درختی و ۵ گونه درختچه‌ای در جنگلکاری زبان‌گنجشک وجود دارد، در حالی که در جنگلکاری کاج سیاه ۱۹ گونه علفی و ۷ گونه درختی و ۵ گونه درختچه‌ای یافت می‌شود. در مجموع تعداد گونه‌های گیاهی (غنا) در جنگلکاری‌های زبان‌گنجشک و کاج سیاه به ترتیب برابر ۲۰ و ۳۱ عدد می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- فهرست گونه‌های علفی، درختی و درختچه‌ای شناسایی شده در جنگل کاری‌های زبان گنجشک و کاج سیاه

ردیف	اسم علمی	نام فارسی	جنگلکاری زبان گنجشک	جنگلکاری کاج سیاه
۱	<i>Stellaria nemorum</i> L.	گندمک جنگلی	*	*
۲	<i>Sambucus ebulus</i> L.	آقطی	*	*
۳	<i>Atriplex hortensis</i> L.	اسفناج وحشی	*	*
۴	<i>Fragaria vesca</i> L.	توت فرنگی	*	*
۵	<i>Malva</i> sp.	پنیرک	*	*
۶	<i>Viola sylvestris</i> Lam.	بنفشه جنگلی	*	*
۷	<i>Urtica dioica</i> L.	گزنه	*	*
۸	<i>Cichorium intybus</i> L.	کاسنی	*	*
۹	<i>Mentha piperita</i> L.	نعناع فلفلی	*	*
۱۰	<i>Cirsium osseticum</i>	کنگر جنگلی	*	*
۱۱	<i>Solanum dulcamara</i> L.	تاج ریزی پیچ	*	*
۱۲	<i>Rubus</i> sp.	تمشک	*	*
۱۳	<i>Philonotis marchia</i> (Hedw) Britt.	خزه	*	*
۱۴	<i>Pteris cretica</i> L.	سرخس دو پایه	*	*
۱۵	<i>Hypericum androsaemum</i> L.	منامتی	*	*
۱۶	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	النا	*	*
۱۷	<i>Lamium album</i> L.	گزنه سفید	*	*
۱۸	<i>Primula heterochroma</i> Stapf	پامچال	*	*
۱۹	<i>Ilex aquifolium</i> L.	خاس	*	*
۲۰	<i>Pteris cretica</i>	سرخس پنجه‌ای	*	*
۲۱	<i>Rosa</i> sp.	نسترن	*	*
۲۲	<i>Ruscus hyrcanus</i>	کوله خاس	*	*
۲۳	<i>Carex</i> sp.	کارکس	*	*
۲۴	<i>Mespilus germanica</i> L.	ازگیل	*	*
۲۵	<i>Crataegus</i> sp.	ولیک	*	*
۲۶	<i>Pyrus communis</i>	گلایی وحشی	*	*
۲۷	<i>Malus orientalis</i>	سیب وحشی	*	*
۲۸	<i>Carpinus betulus</i> L.	ممرز	*	*
۲۹	<i>Acer velutinum</i>	افراپلت	*	*
۳۰	<i>Zelkova carpinifolia</i>	آزاد	*	*
۳۱	<i>Acer cappadocicum</i>	شیردار	*	*
۳۲	<i>Parrotia persica</i>	انجیلی	*	*

پوشش علفی

نتایج این بررسی حکایت از آن داشت که بین شاخص های تنوع شانون- وینر و سیمپسون، شاخص های غنای منهینیک و مارگالف و شاخص های یکنواختی برای

پوشش علفی در بین توده های جنگل کاری کاج سیاه و زبان گنجشک اختلاف معنی داری ($p < 0/05$) مشاهده شد. به طوری که مقدار عددی تمام شاخص ها در توده کاج سیاه بیشتر از توده زبان گنجشک بود (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج آنالیز شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی برای پوشش علفی در دو توده جنگلکاری کاج سیاه و زبان گنجشک ($p < 0.05$)

F	P	انحراف معیار \pm میانگین	توده	شاخص
۲/۱	۰/۰۰۰	۰/۹۶ \pm ۰/۴۹	زبان گنجشک	شانون - وینر
		۲/۲۶ \pm ۰/۲۳	کاج سیاه	
۷/۱۷	۰/۰۰۱	۰/۴۳ \pm ۰/۲۲	زبان گنجشک	سیمپسون
		۰/۸۶ \pm ۰/۰۴	کاج سیاه	
۰/۱۵	۰/۰۰۰	۰/۸۹ \pm ۰/۳۶	زبان گنجشک	منهینیک
		۲/۱۵ \pm ۲/۲۹	کاج سیاه	
۰/۰۳۸	۰/۰۰۰	۱/۴۵ \pm ۰/۵۴	زبان گنجشک	مارگالف
		۳/۴۶ \pm ۰/۵۵	کاج سیاه	
۴/۰۹۴	۰/۰۰۲	۰/۴۹ \pm ۰/۰۹	زبان گنجشک	equitability
		۰/۸۷ \pm ۰/۰۳	کاج سیاه	
۰/۹۹۱	۰/۰۰۹	۰/۴۲ \pm ۰/۰۸	زبان گنجشک	evenness
		۰/۷۱ \pm ۰/۰۵	کاج سیاه	

تجدید حیات گونه‌های چوبی

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شاخص‌های تنوع شانون- وینر و سیمپسون و شاخص‌های غنای منهینیک و مارگالف برای تجدید حیات گونه‌های چوبی در بین دو توده کاج سیاه و زبان گنجشک دارای اختلاف معنی‌داری

($p < 0.05$) با یکدیگر بودند، این در حالیست که شاخص‌های یکنواختی در دو توده مورد بررسی تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. همچنین مقدار این شاخص‌ها در توده کاج سیاه بیشتر از توده زبان گنجشک می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج آنالیز شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی برای تجدید حیات گونه‌های چوبی در دو توده جنگلکاری کاج سیاه و زبان گنجشک ($p < 0.05$)

F	P	انحراف معیار \pm میانگین	توده	شاخص
۱/۴۱۶	۰/۰۱۸	۱/۶۶ \pm ۰/۱۴	زبان گنجشک	شانون - وینر
		۱/۹۲ \pm ۰/۱۸	کاج سیاه	
۰/۹۸۸	۰/۰۵۰	۰/۷۸ \pm ۰/۱۴	زبان گنجشک	سیمپسون
		۰/۸۳ \pm ۰/۰۲	کاج سیاه	
۰/۰۶۶	۰/۰۰۲	۱/۲۳ \pm ۰/۰۲	زبان گنجشک	منهینیک
		۱/۷۱ \pm ۰/۲۱	کاج سیاه	
۱۲/۲۷	۰/۰۰۱	۱/۶۳ \pm ۰/۲۳	زبان گنجشک	مارگالف
		۲/۳۱ \pm ۰/۴۹	کاج سیاه	
۰/۱۷	۰/۵۰۸	۰/۹۵ \pm ۰/۰۲	زبان گنجشک	equitability
		۰/۹۲ \pm ۰/۰۲	کاج سیاه	
۰/۲۶۶	۰/۸۵۸	۰/۹۴ \pm ۰/۰۴	زبان گنجشک	evenness
		۰/۸۵ \pm ۰/۰۴	کاج سیاه	

مشخصه‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشته‌اند. البته در این عمق مشخصه درصد رطوبت در توده کاج سیاه و نسبت کربن به نیتروژن در توده زبان گنجشک مقدار بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۴).

رابطه ویژگی‌های خاک با شاخص‌های مختلف تنوع زیستی

نتایج تجزیه مؤلفه‌های اصلی بر روی ۳۹ متغیر محیطی اندازه‌گیری شده در منطقه مورد مطالعه نشان داد که مؤلفه‌های اصلی محور اول و دوم به ترتیب ۲۹/۹۴ و ۲۱/۴۸ درصد از تغییرات توده‌های مورد بررسی را توجیه می‌کنند. همچنین بیشترین تمرکز توده‌های جنگلکاری شده کاج سیاه و زبان گنجشک (بصورت پلات‌های مختلف) به ترتیب در سمت راست و در سمت چپ محور اول قرار گرفته‌اند (شکل‌های ۱ و ۲).

مشخصه‌های خاک در توده جنگل کاری شده زبان گنجشک و کاج سیاه

نتایج مشخصات خاک (به تفکیک عمق) در دو توده کاج سیاه و زبان گنجشک نشان داده است که در عمق ۱۰-۰ سانتی متری خاک بین بیشتر شاخص‌های ذکر شده به غیر از مشخصه‌های هدایت الکتریکی، درصد شن و کربن آلی اختلاف معنی‌داری ($p < 0.05$) وجود دارد. بیشترین مقدار نیتروژن، درصد رطوبت و درصد آهک در توده زبان گنجشک و بیشترین مقدار مشخصه نسبت کربن به نیتروژن، چگالی ظاهری، درصد رس و سیلت در توده کاج سیاه مشاهده شده است. در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی متری تنها مشخصه‌ای که در بین دو توده مورد بررسی تفاوت معنی‌داری ($p < 0.05$) را نشان داد اسیدیته خاک بود. این شاخص در توده زبان گنجشک در مقایسه با توده کاج سیاه بیشتر بود. برای عمق ۳۰ تا ۲۰ سانتی متری بجز دو مشخصه درصد رطوبت و نسبت کربن به نیتروژن، سایر

نتایج آنالیز مشخصه‌های خاک (اشتباه معیار \pm میانگین) در دو توده جنگلکاری شده زبان گنجشک و کاج سیاه

رطوبت (درصد)	چگالی ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	نیترژن آلی (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیترژن / کربن	آهک (درصد)
۱۵/۹±۰/۷۲a	۰/۹۳±۰/۰۳ b	۱۲/۰۹±۱/۶۳b	۳۳/۹۴±۲/۴۹b	۵۳/۹۸±۱/۹۶	۰/۵±۰/۰۴a	۲/۶±۰/۴۳	۵/۴۲±۱/۰۶ b	۳/۸۱±۰/۴۹a
۱۳/۱۳±۰/۸۶b	۱/۰۴±۰/۰۵ a	۲۲/۶۱±۲/۰۸a	۴۵/۲۹±۳/۰۶a	۳۲/۱۰±۲/۹۷	۰/۱۵±۰/۰۴b	۲/۷۴±۰/۲۶	۲۹/۴۲±۱/۰۵۵ a	۱/۴۸±۰/۵b
۱۲/۱۳±۰/۹۴	۱/۲۲±۰/۰۷	۳۰/۳۹±۲/۸۷	۴۳/۸۹±۲/۰۸	۲۵/۷۳±۱/۶۲	۰/۱۳±۰/۰۴	۱/۷۷±۰/۳	۱۹/۹۶±۷/۵۶	۳/۸۱±۰/۹۱
۱۲/۸۶±۰/۴	۱/۱۶±۰/۰۳	۲۹/۴۷±۳/۶۹	۴۵/۴۷±۳/۲	۲۵/۰۶±۳/۲۴	۰/۱۶±۰/۰۴	۱/۴۵±۰/۳	۱۰/۳۷±۱/۴۳	۱/۹۳±۰/۸۶
۱۰/۴۸±۱/۷۱ b	۱/۲±۰/۰۵	۳۹/۳۱±۱/۷۱	۴۰/۷۵±۱/۵۶	۱۹/۹۴±۰/۸۱	۰/۰۸±۰/۰۱	۱/۰۴±۰/۱۱	۱۳/۵۱±۱/۶۹a	۲/۵۲±۰/۱
۱۵/۰۳±۰/۸۷ a	۱/۳۱±۰/۰۴	۳۹/۵۱±۲/۳۵	۳۹/۶۷±۱/۳۲	۲۰/۸۲±۱/۶۷	۰/۱۴±۰/۰۴	۰/۷۴±۰/۱۵	۷/۲۹±۱/۳۲ b	۱/۲۸±۰/۵۸

رای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

هدف توسعه در منطقه مورد نظر، میزان کاربری هر یک از گونه‌های کشت شده و نیز جنبه‌های اکولوژیکی و جنگل-شناسی دارد (Wormald, 1992). انتخاب یک گونه مناسب، به سازگاری مناسب، توان زنده‌مانی، رشد مطلوب و همچنین اثرهای گونه در ایجاد تغییرات مثبت و منفی در خاک و سایر موجودات زنده وابسته است.

شاخص‌های غنا، تنوع زیستی و یکنواختی

در رابطه با بیشتر بودن شاخص‌های تنوع و غنا برای پوشش علفی و تجدید حیات گونه‌های چوبی در توده جنگلکاری شده کاج سیاه نسبت به توده زبان گنجشک، می‌توان به نتایج Mohammad nezhad-Kiyasari *et al.*, (2007) اشاره کرد، به طوری که افزایش فراوانی و غنای پوشش گیاهی در توده دست‌کاشت کاج را بدلیل ایجاد شرایط ویژه خاک (pH و وجود مواد خنثی شونده) در این توده بیان کرده‌اند. از آنجایی که کاشت گونه‌های سوزنی برگ قادر است موجب تغییر شرایط زیستگاه برای ظهور گیاهان بومی با خواص‌های اکولوژیکی مشابه و سازگار با شرایط اسیدی موجود در زیر تاج پوشش آنها شود (Hamphrey *et al.*, 1998)، از این رو مشاهده گونه‌های متنوع گیاهی (اسیددوست) در توده کاج قابل توجیه می‌باشد. البته در مورد نتایج حاصل از مقایسه شاخص‌های یکنواختی مبنی بر عدم معنی‌داری شاخص مورد نظر در بین توده‌های مورد مطالعه، می‌توان به نتایج Nobakht (2010) اشاره کرد که در بررسی خود در رابطه با ارزیابی توده‌های دست‌کاشت سوزنی برگ و پهن برگ در سری یک طرح جنگلداری ده‌میان به این نتیجه رسید که بین ۴ توده کاج سیاه، ون، بلوط و پیسه‌آ از نظر شاخص‌های یکنواختی اختلاف چندانی وجود ندارد.

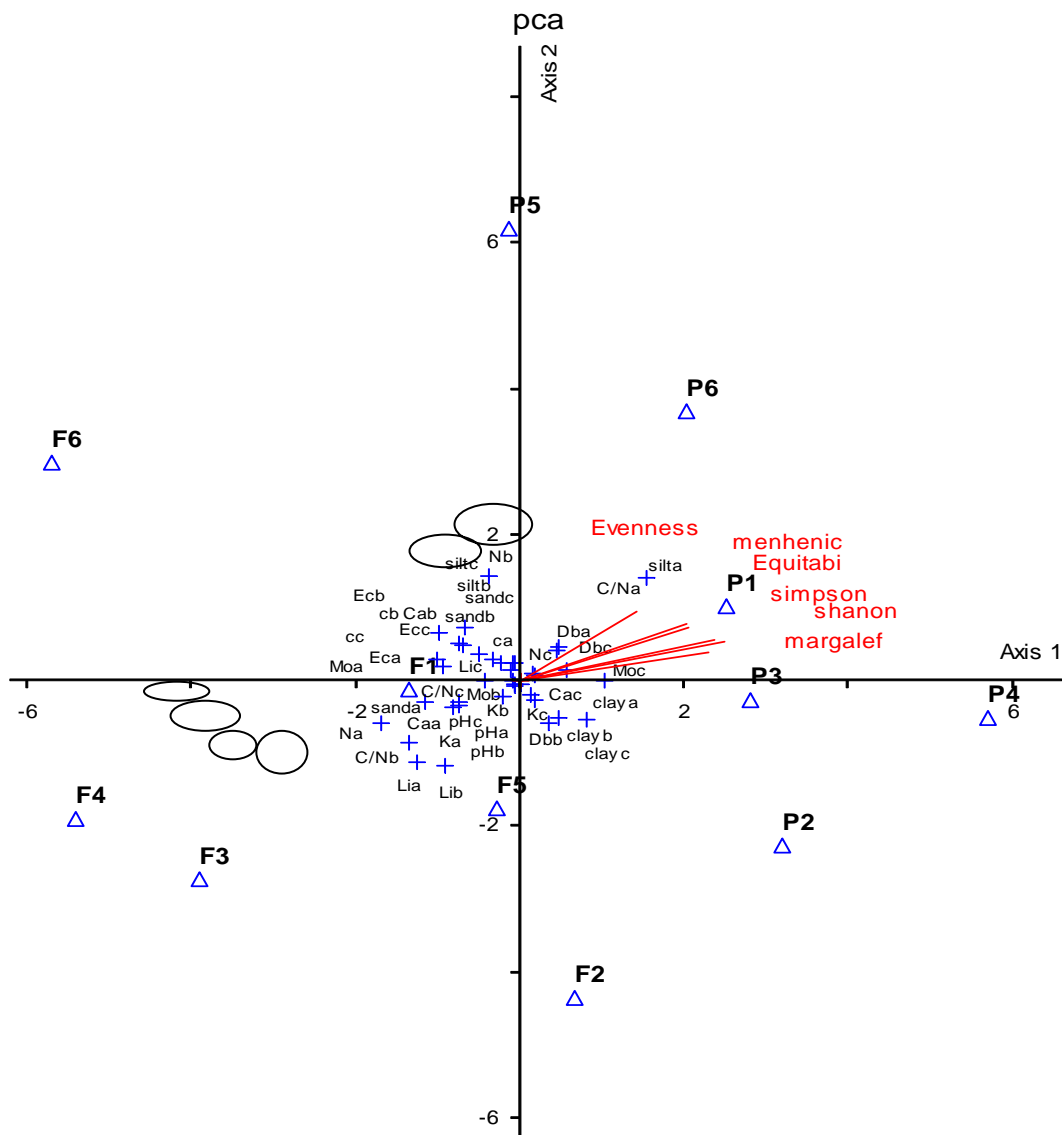
مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

در بررسی حاضر مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تفاوت قابل توجهی را در بین دو توده جنگلکاری شده نشان داده‌اند. بدین ترتیب که کمترین میزان pH

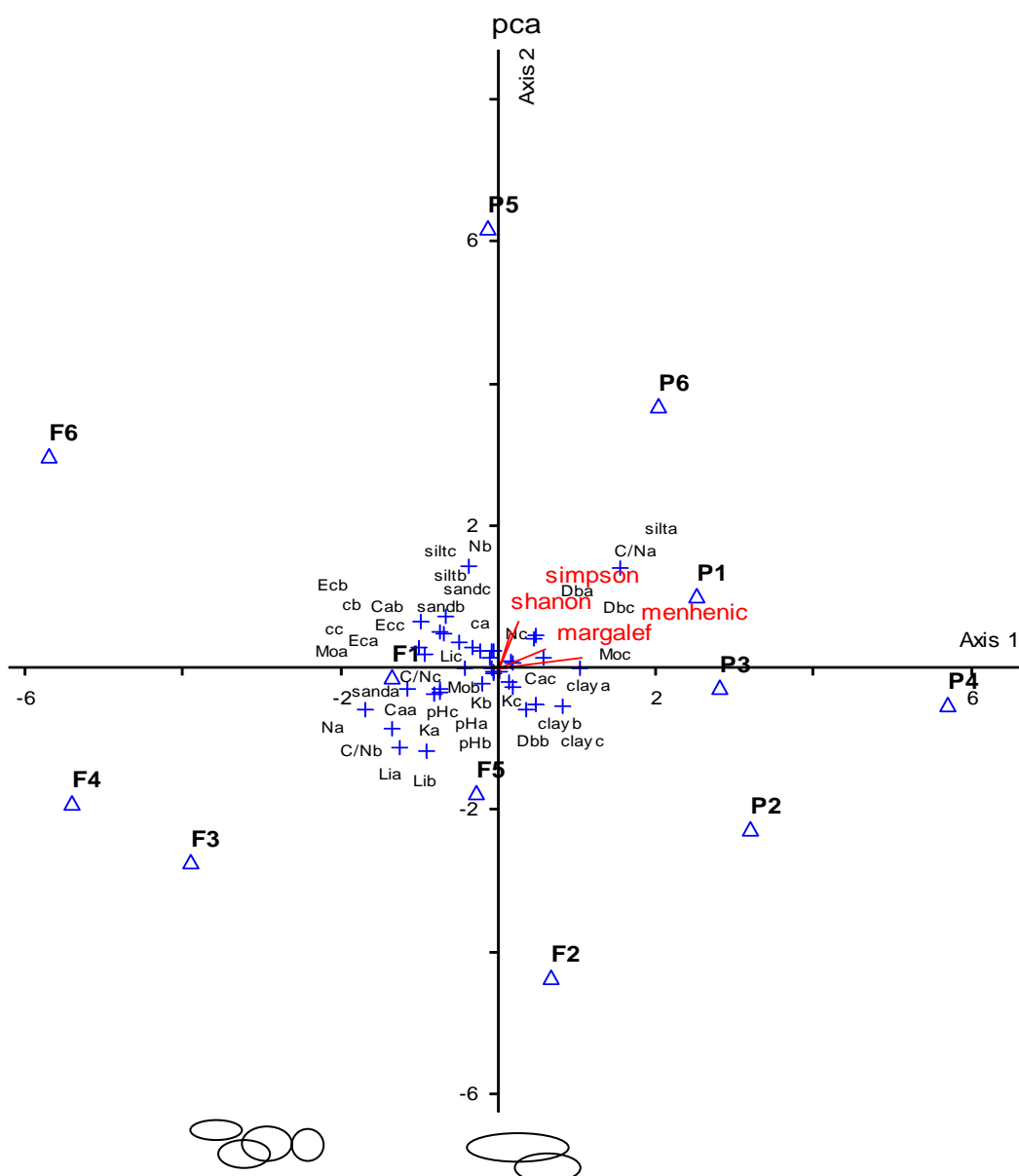
پراکنش شاخص‌های تنوع (Simpson & Shanon)، غنا (Margalef & Menhinick) و یکنواختی (Equitability, Evenness) برای پوشش علفی و تجدید حیات گونه‌های چوبی بیانگر این مطلب می‌باشد که این شاخص‌ها با سمت راست محور اول که محل تمرکز پلات‌های مربوط به توده‌ی کاج سیاه می‌باشد، بیشترین همبستگی را نشان داده‌اند. این بدین معنی است که شاخص‌های ذکر شده در توده جنگلکاری شده کاج سیاه بیشترین مقدار را نسبت به توده زبان گنجشک به خود اختصاص داده‌اند. در رابطه با مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در دو توده مورد مطالعه مشاهده می‌شود که بیشتر مشخصه‌های مورد بررسی در اطراف مرکز دو محور اول و دوم تجمع یافته‌اند، اما مشخصه نسبت کربن به نیتروژن در عمق ۱۰-۰ سانتی متری (C/N_a) و درصد سیلت در عمق ۱۰-۰ سانتی متری ($Silt_a$) که در سمت راست محور اول واقع شده‌اند و با توده کاج سیاه همبستگی مثبت داشته و همچنین مشخصه‌های درصد آهک در عمق ۱۰-۰ سانتی متری (Li_a) و در عمق ۲۰-۱۰ سانتی متری (Li_b)، نیتروژن در عمق اول (N_a) و نسبت کربن به نیتروژن در عمق دوم (C/N_b) که در سمت چپ محور اول قرار گرفته‌اند و با توده زبان گنجشک بیشترین همبستگی را نشان داده‌اند (شکل ۱ و ۲).

بحث

عرصه‌های جنگلی نقشی حیاتی در وجود و تداوم حیات بر روی کره زمین ایفا می‌کنند (Modir-rahmati, 1985). به دلیل کاهش سطح جنگل‌های شمال کشور و عدم توانایی آنها در تأمین چوب و سیاست‌های اخیر کشور در کاهش بهره‌برداری از جنگل‌های شمال و کثرت نیاز صنایع وابسته به چوب در استان مازندران، ضرورت توسعه جنگلکاری بشدت احساس می‌شود (Asadi, 2001). استقرار جنگلکاری تا حد بسیار زیادی بستگی به



شکل ۱- پراکنش متغیرهای خاک و شاخص‌های تنوع زیستی (پوشش علفی) در توده‌های مورد بررسی در تجزیه PCA (حروف P و F به ترتیب نشان‌دهنده‌ی پلات‌های واقع در توده‌های کاج سیاه و زبان گنجشک می‌باشند. کدهای a, b و c در کنار متغیرهای یادشده به ترتیب بیانگر اعماق ۱۰-، ۰، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌های خاک می‌باشند).



شکل ۲- پراکنش متغیرهای خاک و شاخص‌های تنوع زیستی (تجدید حیات گونه‌های چوبی) در توده‌های مورد بررسی در تجزیه PCA (حروف P و F به ترتیب نشان‌دهنده‌ی پلات‌های واقع در توده‌های کاج سیاه و زبان گنجشک می‌باشند. کدهای a, b و c در کنار متغیرهای یاد شده به ترتیب بیانگر اعماق ۱۰-، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی متری نمونه‌های خاک می‌باشند).

جذب نیتروژن و فعالیت میکروارگانیزم‌ها و جذب مواد غذایی توسط درختان در عمق‌های مختلف خاک می‌شود. Hagen-thorn *et al.* و Neiryck *et al.* (2000) در تحقیقی که در رابطه با تأثیر گونه‌های مختلف درختی روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اروپا انجام دادند بیان کردند که تأثیر گونه‌ها روی ویژگی-

خاک در توده دست‌کاشت کاج سیاه مشاهده شده است، که دلیل این امر را می‌توان در تجزیه‌پذیری آهسته لاشبرگ و در نتیجه اسیدی شدن خاک در زیر تاج پوشش این گونه دانست. (Agusto *et al.* (2002). بیان کردند که سوزنی برگان باعث افزایش اسیدیته خاک می‌شوند. بدیهی است که تغییرات pH خاک موجب تغییراتی در

گنجشک بوده است، که دلیل این موضوع را می‌توان به مقدار محتوی نیتروژن (زیاد بودن ورودی‌های سالیانه نیتروژن در لاشبرگ) در توده زبان‌گنجشک (2000, Neiryck et al) و همچنین کند بودن سرعت تجزیه لاشبرگ در توده کاج سیاه نسبت داد.

تحلیل رابطه ویژگی‌های خاک با شاخص‌های مختلف تنوع زیستی

تجزیه آماری انجام شده در رابطه با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ارتباط آنها با شاخص‌های مختلف تنوع زیستی (برای پوشش علفی و تجدید حیات گونه‌های چوبی) در دو توده جنگلکاری شده کاج سیاه و زبان‌گنجشک بیانگر آن است که در بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، مشخصه نسبت کربن به نیتروژن در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری همبستگی بالایی با سمت راست محور اول که محل تجمع شاخص‌های تنوع زیستی در توده کاج سیاه بوده، نشان داده است. در واقع بیشتر بودن میزان این مشخصه در زیر تاج پوشش کاج در نتیجه آهسته بودن سرعت تجزیه لاشبرگ منجر به اسیدی شدن خاک شده است. این موضوع خود منجر به حضور گونه‌های اسیدی پسند و در نتیجه افزایش شاخص‌های تنوع زیستی در این توده جنگل‌کاری شده است.

حضور و عدم حضور گونه‌های گیاهی

اگرچه در بسیاری از منابع از شاخص‌های تنوع زیستی در هر منطقه به‌عنوان کلید پایداری و سلامت محیط‌زیست طبیعی آن منطقه یاد شده است ولی نتایج بدست‌آمده از تحقیق حاضر دلیلی است بر این موضوع که نمی‌توان از این شاخص‌ها فقط و به تنهایی در یک زمان خاص به عنوان عامل اساسی در تعیین وضعیت مناسب زیستی، پایداری و بهینه بودن شرایط رویشی یاد کرد. زیرا بسیاری از گونه‌های گیاهی در عرصه‌های جنگلی در مناطقی ظاهر می‌شوند که آن مناطق از نظر شرایط اکولوژیکی و ادافیکی جابگویی خواهش‌ها و احتیاجات زیستی آن گونه‌ها باشد.

های فیزیکی و شیمیایی خاک در افق‌های سطحی خاک قابل اندازه‌گیری می‌باشد. بیشتر بودن مقدار درصد رطوبت در عمق سطحی خاک در توده زبان‌گنجشک نسبت به توده کاج سیاه، بدلیل زیاد بودن سرعت تجزیه برگ و در نتیجه افزایش میزان مواد آلی خاک می‌باشد. بدین صورت که با افزایش مقدار مواد آلی در خاک، درصد رطوبت نیز افزایش می‌یابد (2010, et al., Silveria). کربن و مواد آلی تأثیرات زیادی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند. نتایج این تحقیق نشان دهنده این است که میزان کربن موجود در خاک در توده‌های مورد مطالعه و در عمق‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. تغییرات کربن آلی در این مطالعه در لایه‌های مختلف نشان می‌دهد که میزان کربن، از لایه‌های سطحی به لایه‌های پایین‌تر روندی نزولی را دنبال کرده است. به‌طوری‌که افزایش میزان کربن آلی در لایه‌های سطحی را می‌توان به بقایای گیاهی که موجب اصلاح خواص فیزیکی و بیولوژیکی خاک می‌شود، نسبت داد. در رابطه با تغییرات نیتروژن در عمق‌های مختلف در تحقیق حاضر باید بیان کرد که میزان این عنصر از لایه‌های سطحی به لایه‌های پایین‌تر روندی کاهنده دارد و این تغییرات کاملاً مرتبط با تغییرات مواد آلی است. Varamesh et al. (2009) نیز در مطالعه خود در مورد تأثیر جنگل‌کاری در میزان ترسیب کربن خاک در پارک چیتگر تهران به این نتیجه رسیدند که میزان نیتروژن در توده‌های مختلف سوزنی برگ (کاج تهران) و پهن برگ (اقاقیا) و در عمق‌های مختلف متفاوت بوده است. (1993, Cannel & Dewar). نیز بررسی تغییرات نسبت کربن به نیتروژن را به‌عنوان شاخص تجزیه لاشبرگ بررسی کردند که خود معیار مناسبی برای حاصلخیزی خاک‌های جنگلی است و از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. در مطالعه حاضر نسبت کربن به نیتروژن در هر دو عمق یاد شده در توده کاج سیاه بیشتر از توده زبان

شده و اثری از آن در توده کاج سیاه نمی‌باشد گونه آقطی است. این گونه از جمله گونه‌هایی است که Marvi-Mohajer (2005) از آن به‌عنوان گونه‌ای ازت دوست که در خاک‌های با مقدار زیادی ازت حضور پیدا می‌کند، نام برده است. طبق نتایج این تحقیق خاک توده ون در مقایسه با کاج سیاه از مقدار نیتروژن بیشتری برخوردار بوده است. از یافته‌های این تحقیق می‌توان چنین استنباط کرد که برای بیان پایداری و سلامت محیط‌زیست یک منطقه، در نظر گرفتن شاخص‌های تنوع زیستی (به تنهایی) کافی نیست، بلکه در کنار محاسبه شاخص‌های تنوع باید در رابطه با سرشت گونه و شرایط زیستی و خواص‌های اکولوژیکی گونه‌ها نیز اطلاع جامعی وجود داشته باشد تا بتوان بیان درستی از شرایط عرصه مورد بررسی ارائه داد. در نهایت با توجه به نتایج بدست‌آمده از این بررسی به‌منظور بالا بردن کیفیت تولید و تنوع در عرصه‌هایی با شرایط توده-های مورد بررسی در تحقیق حاضر، پیشنهاد می‌شود که در برنامه‌های جنگلکاری بجای کاشت خالص آنها، این دو گونه در کنار هم بصورت آمیخته کاشته شوند تا شرایط مناسبی در زیر تاج پوشش آنها برای حضور گونه-های متنوع گیاهی ایجاد شود. به عبارت دیگر با جنگلکاری آمیخته می‌توان با اطمینان بیشتر نسبت به پایداری، افزایش غنا و تنوع گونه‌ای در چنین عرصه‌هایی امید داشت.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از کارکنان آزمایشگاه آب و خاک و گیاه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به دلیل آنالیزهای شیمیایی خاک تشکر می‌شود. همچنین از زحمات آقای دکتر یحیی کوچ در زمینه آموزش نرم افزارهای آماری و آقای مهندس میثم مجربی کارشناس اداره کل منابع طبیعی ساری به‌علت کمک‌های فراوانشان در عرصه قدردانی می‌شود.

بدین معنی که یک گونه‌ی علفی یا تجدید حیات چوبی وقتی که شرایط مناسب برای رشد و نمو (رطوبت، نور، حرارت و شرایط ویژه خاک) در یک محل خاص برایش فراهم نشود، امکان استقرار و رویش آن گونه در آن محل وجود نخواهد داشت.

در مطالعه حاضر توده‌ی کاج سیاه برخلاف انتظار متداول، بیشترین مقدار شاخص‌های تنوع زیستی را در مقایسه با توده زبان گنجشک به خود اختصاص داده است. بالا بودن این شاخص‌ها در توده کاج سیاه به فراوانی حضور گونه‌هایی وابسته است که خواص‌های اکولوژیکی و ادافیکی آنها تنها در توده کاج سیاه فراهم شده است و در نتیجه بسیاری از گونه‌های حضور یافته در توده کاج سیاه عملاً در توده زبان گنجشک دیده نشده‌اند. به‌عنوان مثال در توده کاج سیاه گونه‌های علفی مانند خزه، گزنه سفید، پامچال، خاس، کارکس و کوله خاس دیده شده است که Marvi Mohajer (2005) و (1979) Ellenberg این گونه‌ها را در محدوده گونه‌های معرف خاک‌های اسیدی قرار داده‌اند. از طرفی در نتایج آزمایش خاک این عرصه‌ها نیز مشاهده شد که توده کاج سیاه از نظر مشخصه اسیدیته خاک در همین دامنه قرار گرفته است. همچنین در رابطه با بیشتر بودن میزان شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای برای تجدید حیات گونه‌های چوبی در این توده نیز می‌توان به حضور گونه‌های اسیدی پسندی مانند انجیلی (Kooch *et al.*, 2009) اشاره کرد، که تنها در توده کاج سیاه مشاهده شده‌است.

(Barbier *et al.* 2008). در مطالعه مروری خود در رابطه با اثر گونه‌های درختی بر تنوع گونه‌های علفی و ساز و کارهای مؤثر بر آن در جنگل‌های بوره‌آل نیز به این نتیجه رسیدند که حضور گونه‌های اسیدی پسند (Acidophilous) در زیر تاج پوشش گونه‌های سوزنی برگ موجب افزایش تنوع زیستی در این توده‌ها می‌شود. همچنین از جمله گونه‌هایی که منحصراً در توده ون دیده

منابع مورد استفاده

References

- Augusto, L., Jacques, R., Binkely, D. and Roth, A., 2002. Impacts of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Ann. For. Sci.*, 59: 233-253.
- Anonymous, 2004. Book review of Tajan forestry plan, Alandan 6 district. *The Forests and Rangelands*, 298 p.
- Asadi, F., 2001. Evaluation of genetic diversity and structure within and between plant communities of different species of poplar. PhD thesis, Tarbiat Modares University, 145p.
- Barbier, S., Gosseline, F. and Balandier, P., 2008. Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved – A critical review for temperate and boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 254: 1-15.
- Brosfske, K.D., Chen, J. and Crow, T.R., 2001. Understory vegetation and site factors implications for a managed Wisconsin landscape. *Forest Ecology and Management*, 146: 75-87.
- Cannel, M.G.R. and Dewar, R.C., 1993. The carbon sinks provided by plantation forests and their products in Britain. *Institute of Terrestrial Ecology, Scotland*, 124 p.
- Crowley, W., Harrison, S.S.C., Coroi, M. and Sacre, V.M., 2003. An ecological assessment of the plant communities at Port Ban nature reserve in South-Western Ireland. *Biology and Environment: Proceeding of the Royal Irish Academy*, 103(2): 69-82.
- Ellenberg, H., 1979. *Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas (Indicator Values of Vascular Plants in Central Europe)*. Scripta GEOBOTANICA. Heft 9, 2. Auflage Göttingen, 122 p.
- Fisher, R.F. and Binkley, D., 2000. *Ecology and management of forest Soils*. 3rd Edn. John Wiley and Sons, INC, 487 p.
- Ghazanshahi, J., 1997. *Plant and Soil Analysis*. Homa, 311 p.
- Grant, C.D. and Loneragan, W.A., 2001. The effects of burning on the understory composition of rehabilitated bauxite mines in Western Australia: community changes vegetation succession. *Forest Ecology and Management*, 145: 255-277.
- Hagen-Thorn, A., Callesen, I., Armolaitis, K. and Nihlgard, B., 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecology and Management*, 195: 373-384.
- Hale, C.M., Frelich, L.E., Reich, P.B. and Pastor, J., 2005. Effects of European Earthworm invasion on soil characteristics in Northern Hardwood forests of Minnesota, USA. *Ecosystems*, 8: 911-927.
- Hampshire, J., Holl, K. and Broome, A., 1998. Birch in spruce plantations: management for biodiversity. *Forestry Commission Technical Paper 26*. Forestry Commission, Edinburgh (United Kingdom), 75 p.
- Hedman, C.W., Grace, S.L. and Ling, S.E., 2000. Vegetation composition and structure of southern coastal plain pine forests: An ecological comparison. *Forest Ecology and Management*, 134: 233-247.
- Jafari-Haghigh, M., 2003. *Methods of Soil Analysis*. Nedaye Zoha, 195 p.
- Javanshir, K., 1993. *Forest Ecology*. Gilan University, 70 p.
- Kaya, Z. and Raynal, J., 2006. Biodiversity and conservation of Turkish forest. *Biological Conservation*, 97: 131 - 141.
- Kooch, Y., Jalilvand, H., Bahmanyar, M.A. and Pormajidian, M.R., 2009. Differentiation of ecosystem units of Caspian lowland forests and its relation with eristics. *Journal of the Iranian Natural Res*, 62(1): 93-107.
- Kooch, Y., Hosseini, S.M., Jalilvand, H. and Fallah, A., 2010. Biodiversity of environmental units in relation to soil properties in beech forest ecosystem. *Journal of Environmental Sciences*, 8(1): 135-150.
- Marvi-Mohajer, M., 2005. *Silviculture*. Tehran University, 387 p.
- Mohammad nezhad-Kiyasari, SH., Akbarzade, M. and Jafari, B., 1997. Biodiversity of Plant cover in coniferous plantations. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 42(2): 611-625.
- Nagaike, T., Hayashi, A., Abe, M. and Arai, N., 2003. Differences in plant species diversity in *Larix kaempferi* plantations of different ages in central Japan. *Forest Ecology and Management*, 183: 177-193.
- Neiryck, J., Mitcheva, S., Sioen, G. and Lust, N., 2000. Impact of *Tilia platyphylus* Scop. *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L. on earthworm biomass and physicochemical properties of loamy topsoil. *Forest Ecology and Management*, 133: 277-286.
- Nobakht, A., 2010. Assessment of plantation stands of some coniferous and hardwood tree species. (Case study: district 1, Dehman Forestry Project, the Farim Forests). M.Sc.Thesis of Forestry, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, 166 p.
- Schoenholtz, S. H., VanMiegroet, H. and Burger, J.A., 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: Challenges and properties. *For. Ecol. Manage.*, 138(2): 335 – 356.
- Silveria, M.L., Comerford, N.B., Reddy, K.R., Prenger, J. and DeBusk, W.F., 2010. Influence of military land uses on soil carbon dynamics in forest ecosystems of Georgia, USA. *Ecological Indicators* (10): 905 - 909.
- Varamesh, S., Hosseini, S.M., Abdi, N. and Akbariniya, M., 2010. The plantation effects on increasing carbon sequestration and improved some soil characteristics. *Iranian Journal of Forest*, 5(3): 13-25.
- Widdicombe, C.E., Archer, S.D., Burkill, P.H. and Widdicombe, S., 2002. Diversity and structure of the microplankton community during a coccolithophore bloom in the stratified northern North Sea. *Deep Sea Research*, 49: 2887-2930.
- Wormald, T.J., 1992. Mixed and pure forest plantation in the tropics and subtropics. *FAO no 103*, 66 p.

Biodiversity and soil properties in Pine (*Pinus nigra* Arnold.) and Ash (*Fraxinus excelsior* L.) plantations (Case study: Alandan Forest, Sari)

M. Asadiyan^{1*}, S.M. Hojjati², M.R. Pormajidian³ and A. Fallah³

1* Corresponding Author, MSc. student, Sari Agricultural and Natural Resources University, Sari, Iran
E-Mail: Maryam.asadiyan23@gmail.com

2 Assistant Professor, Sari Agricultural and Natural Resources University, Sari, Iran

3 Associate Professor, Sari Agricultural and Natural Resources University, Sari, Iran

Abstract

The significance of biodiversity maintenance in sustainable forest management has been indicated at many scientific studies. The present study was conducted to investigate the impact of Pine (*Pinus nigra* Arnold.) and Ash (*Fraxinus excelsior* L.) plantations on diversity of herbaceous vegetation cover and soil properties in Alandan site of Sari Forest area of the Iranian Caspian Forests. herbaceous vegetation cover percentage and natural regeneration number of woody species were measured, using six plots (20×20 m.) at each stand, which have been selected by random systemic statistical method. Soil sampling was made at center of each plot up to 30 cm depth at 10 cm intervals, using coring method (8 cm diameter). Soil tested properties consisted of: C, N, pH, EC, particle density and bulk density. Biodiversity indices (Shannon, Simpson), richness indices (Menhinick, Margalef) and uniformity indices (Equitability, Evenness) were estimated, using PAST software. The results showed that the biodiversity richness and evenness indices for herbaceous species cover and woody species regeneration at pine stand were greater than at the ash stand ($p < 0.05$). There were significant differences in some of the soil properties between the both investigated stands ($p < 0.05$). Despite the common believe about unfavorable biological conditions in coniferous stands, findings of this investigation suggested that the conditions under the pine canopy might be suitable for presence of some herbaceous and woody species with similar ecological needs, 25 years after plantation.

Keyword: Biodiversity, plantation, herbaceous, woody species, regeneration, soil properties