Archive of SID

ارزیابی کمی جنگلکاری کاج سیاه (*Pinus nigra*) و تأثیر آن بر تنوع گونه‌ای و ویژگی‌های شیمیایی خاک اکوسیستم‌های مرتعی (پژوهش موردی: جنگلکاری فرودگاه ارومیه)

جواد اسحاقی راد[1*]، پریسا غفارنژاد[2] و عباس بانج‌شفیعی[3]

[1] دانشیار گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه ارومیه
[2] کارشناس ارشد جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه ارومیه
[3] استادیار گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۱)

چکیده

در این تحقیق عرصهٔ جنگلکاری‌شده با گونهٔ کاج سیاه (*Pinus nigra*) به مساحت ۱۰ هکتار واقع در محوطهٔ فرودگاه ارومیه مورد پژوهش قرار گرفت. برای بررسی کمی، ۱۶ قطعه نمونهٔ دایره‌ای به مساحت ۳۰۰ مترمربع به روش منظم تصادفی با ابعاد شبکه ۵۰ × ۵۰ متر پیاده شد. نوع و درصد پوشش گونه‌های علفی در پلات‌های مربعی با مساحت ۱۰۰ مترمربع، در داخل همان قطعات نمونه ثبت شد. به‌صورت یک‌درمیان از بین قطعات نمونه از عمق‌های ۱۰-۰ و ۳۰-۱۰سانتی‌متر (خاک معدنی) نمونهٔ خاک برداشته و مشخصه‌های خاکی شامل اسیدیتهٔ خاک، نیتروژن کل، کربن آلی و فسفر قابل‌جذب اندازه‌گیری شد. یک منطقهٔ مرتعی مجاور تودهٔ جنگلکاری مذکور (منطقهٔ شاهد) انتخاب و سه قطعه نمونه با فواصل ۵۰ متر بر روی یک ترانسکت پیاده شد و پوشش علفی و خاک هر قطعه نمونه همانند منطقهٔ جنگلکاری بررسی شد. از تقسیم میانگین قطر و ارتفاع درختان بر سن توده تا زمان پژوهش (۴۰ سال)، میانگین رویش قطری و ارتفاعی سالیانه محاسبه شد. شاخص‌های غنای‌گونه‌ای و تنوع گونه‌ای هر قطعه نمونه محاسبه شد. از روش آماری t برای آزمون اختلاف بین میانگین شاخص‌ها و خاک در دو منطقه استفاده شد. آنالیز رسته‌بندی مقیاس‌بندی چندبعدی غیرمتریک برای بررسی روند تغییرات پوشش‌گیاهی و ویژگی‌های شیمیایی خاک ناشی از جنگلکاری به‌کار گرفته شد. نتایج نشان داد میانگین رویش قطری و ارتفاعی به‌ترتیب ۰/۴۶ سانتی‌متر و ۰/۲۹ متر بود. غنای‌گونه‌ای و تنوع گونه‌ای شانون در منطقهٔ جنگلکاری به‌شدت کاهش‌یافته است. میانگین کربن آلی و نیتروژن کل در منطقهٔ شاهد بیشتر از منطقهٔ جنگلکاری بود. مهم‌ترین عوامل مؤثر در پراکنش گونه‌های گیاهی، مشخصه نور، نیتروژن کل، کربن آلی و فسفر قابل جذب است. به‌طور کلی توصیه می‌شود این گونه در مناطق وسیع و در مناطقی که ضروری است ترکیب و تنوع گونه‌ای منطقه حفظ شود، کاشته نشود.

واژه‌های کلیدی: جنگلکاری، شاخص تنوع گونه‌ای شانون، شاخص غنای گونه‌ای، کاج سیاه، کربن آلی، نیتروژن کل.

* نویسندهٔ مسئول شماره تماس: ۰۴۴۳۲۷۷۰۴۸۹ ایمیل: j.eshagh@urmia.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و هدف

جنگلکاری در دهه‌های اخیر رشد فزاینده‌ای در سراسرجهان افزایش یافته است و پیش‌بینی می‌شود به دلیل افزایش تقاضای چوب این روند ادامه یابد (Hartley, 2002). ازاین‌رو از اوایل قرن بیستم کاشت انبوه درختان کاج و دیگر گونه‌های تندرشد برای تولید چوب صنعتی شدت گرفته است (Marcos *et al*., 2007). در ایران نیز با سرانهٔ کم جنگل ۰/۱۷ هکتار (علیجانپور و همکاران، ۱۳۸۸) به‌منظور افزایش سرانهٔ فضای سبز، طرح‌های ایجاد جنگل دست‌کاشت یا احیای جنگل‌های مخروبه، جنگلکاری با گونه‌های غیربومی اجرا شده است و از این نظر گونه‌های سوزنی‌برگ غیربومی متعددی وارد ایران شده که گاه موفقیت و سازگاری مناسبی از جنگلکاری با کاج الدار (*Pinus eldarica*) در تهران (حسینی و همکاران، ۱۳۸۶) و با گونهٔ نوئل (*Picea abies*) در استان گیلان (سیاهی‌پور و همکاران، ۱۳۸۰) گزارش شده است. بااین‌حال، باید علاوه‌بر انتخاب گونه‌هایی با توان تولید و زنده‌مانی مطلوب، اثر جنگلکاری بر خاک و دیگر موجودات زنده مانند گیاهان زیراشکوب لحاظ شود (معماریان و همکاران، ۱۳۸۶). تضمین مدیریت پایدار منوط به آگاهی از تأثیرات گونهٔ درختی کاشته‌شده بر تنوع گونه‌ای، ساختار و عملکرد اکوسیستم است (Gilliam, 2007). به‌طور کلی فرض بر این است که جنگلکاری تأثیر منفی بر خاک و تنوع گونه‌ای گیاهان دارد (Peterken, 1996) که از دلایل اصلی این موضوع، کاهش ناهمگنی مکانی و تنوع ساختار عمودی (Kint, 2005)، تأثیر بر ویژگی‌های خاک از طریق خصوصیات شیمیایی لاشبرگ و تغییر شاخص سطح برگ که مقدار نور رسیده به پوشش کف جنگل را تعیین می‌کند (Estevan *et al*., 2007; Barbier *et al*., 2008) است. البته Barbier *et al*., (2008) بیان داشتند که این فرضیه نمی‌تواند همیشه درست باشد و عمومیت بخشیدن تأثیر گونه‌های درختی بر تنوع گونه‌های زیراشکوب بسیار مشکل است. ثابت شده است که اگر مقدار لاشبرگ‌های در حال تجزیه در یک منطقه جنگلکاری‌شده بیشتر از مقدار آن در منطقهٔ مرتعی باشد، خاک منطقهٔ جنگلکاری دارای منابع غذایی بیشتری خواهد بود (Nemeth, 2006). Chirino *et al*. (2006) خاطرنشان کردند که کاشت کاج حلب (*Pinus halepensis*) در مناطق مدیترانه‌ای موجب کاهش غنای گونه‌ای پوشش زیراشکوب می‌شود. Andres and Ojeda (2002) اظهار داشتند پوشش و غنای گونه‌های چوبی در درختچه‌زارهای بدون پوشش درختی بیشتر از زیراشکوب جنگلکاری کاج است. Hartley (2002) نیز عنوان کرد که جنگلکاری با کاج (گونهٔ غیر بومی) موجب کاهش تنوع گونه‌ای گیاهان بومی می‌شود. پژوهشی دیگر نشان داده است که با وجود دامنهٔ تحمل زیاد گونهٔ کاج سیاه (*Pinus nigra*) به شرایط محیطی مختلف، کاشت این گونه می‌تواند موجب کاهش محتوای رطوبت خاک، تغییر تکامل خاک، کاهش شدت نور و همچنین کاهش تنوع گونه‌ای گونه‌های زیراشکوب شود (Leege and Murphy, 2000) همچنین ثابت شده است که نرخ تجزیه، محتوای نیتروژن و پتاسیم لاشبرگ‌های این گونه بسیار کمتر از پهن‌برگان مانند راش است (Kavvadias *et al*., 2001). یکی از گونه‌های‌سوزنی‌برگ غیربومی که در مناطق رویشی مختلف ایران کاشته شده است، گونهٔ کاج سیاه است که به‌طور طبیعی در جنوب اروپا، شمال آفریقا و بخش کوچکی از آسیا در عرض جغرافیایی ۴۸-۳۵ درجهٔ شمالی به‌صورت ناپیوسته پراکنش دارد (Leege and Murphy, 2000) و در میان کاج‌ها دارای گسترده‌ترین پراکنش در مناطق مدیترانه‌ای است (Martin-Benito *et al*., 2001). نتایج تحقیق فتاحی (۱۳۷۳) نشان داد جنگلکاری سی سالهٔ کاج سیاه در استان کردستان با متوسط رویش قطری ۰/۳۲ سانتی‌متر سازگاری مناسبی با شرایط منطقه

www.SID.ir

Archive of SID

داشته است. اسدیان و همکاران (۱۳۹۱) اظهار داشتند pH و نیتروژن کل در جنگلکاری کاج سیاه، کمتر از جنگلکاری زبان‌گنجشک در منطقه الندان ساری است. کاج سیاه در سال ۱۳۵۰ در اکوسیستم‌های مرتعی شمال غرب کشور، اولین بار در محوطهٔ فرودگاه ارومیه کاشته شد، بااین‌حال هیچ پژوهشی درخصوص حد موفقیت و سازگاری این گونه در کنار آثار مثبت و منفی کاشت آن بر گیاهان علفی و ویژگی‌های خاک منطقهٔ کاشت صورت نگرفته است. بنابراین هدف این تحقیق بررسی حد موفقیت رویشی کاج سیاه و نیز تأثیر آن بر ترکیب، غنا و تنوع گونه‌ای زیراشکوب و شیمیایی خاک است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

این پژوهش در منطقهٔ جنگلکاری‌شده با کاج سیاه محوطهٔ فرودگاه ارومیه به مساحت ۱۰ هکتار واقع در ۱۲ کیلومتری شمال شهر ارومیه (طول جغرافیایی: ۴۵ درجه،۳ دقیقه و ۸ ثانیهٔ شرقی؛ عرض جغرافیایی ۳۷ درجه، ۳۹ دقیقه و ۳۸ ثانیه شمالی)، انجام گرفت. میانگین بارندگی سالیانه ۳۴۱ میلی‌متر، میانگین بیشینهٔ دمای سالیانه ۱۷/۳درجه سانتی‌گراد، میانگین حداقل دمای سالیانه ۱/۸- درجهٔ سانتی‌گراد و متوسط دمای سالیانه ۱۱/۲ درجهٔ سانتی‌گراد است. منطقه مسطح و ارتفاع آن از سطح دریا، ۱۳۲۷ متر است.

شیوه اجرای پژوهش

منطقهٔ جنگلکاری کاج سیاه، به روش منظم تصادفی با ابعاد شبکهٔ ۵۰×۵۰ متر، در ۱۶ قطعه نمونه دایره‌ای به مساحت ۳۰۰ مترمربع با توجه به قرار گرفتن حداقل ۱۰ تا ۱۵ اصله درخت در هر قطعه نمونه (زبیری، ۱۳۸۱)، نمونه‌برداری شد. برای حذف اثرهای حاشیه‌ای، از قطعات نمونه‌ای که در حاشیهٔ منطقهٔ جنگلکاری واقع شدند نمونه‌برداری نشد. در هر قطعه نمونه، مشخصه‌های قطر برابرسینهٔ تمام درختان (بیشتر از ۵ سانتی‌متر) و ارتفاع نزدیک‌ترین و قطورترین درخت، اندازه‌گیری و مشخصه‌های توده شامل تعداد و سطح مقطع برابرسینه در هکتار محاسبه شد. سپس برای بررسی پوشش علفی در مرکز همین قطعات نمونه، پلات‌های مربعی با مساحت ۱۰۰ مترمربع (که به روش سطح حداقل تعیین شد) پیاده و نوع گونه‌ها تعیین شد. همچنین با استفاده از جدول برون بلانکه، فراوانی و چیرگی گونه‌ها ثبت شد. به‌صورت یک درمیان از بین قطعات نمونه از سه نقطه از هر پلات از عمق‌های ۱۰-۰ و ۳۰-۱۰سانتی‌متر (خاک معدنی) نمونه خاک برداشته شد (Hofstede *et al.*, 2002) و با آمیخته کردن سه نمونه، یک نمونهٔ ترکیبی برای هر عمق تهیه شد. اسیدیتهٔ خاک به‌وسیلهٔ دستگاه pH متر، نیتروژن کل به روش کجلدال، کربن آلی به روش والکی‌بلاک، فسفر قابل‌جذب به روش بی‌کربنات‌سدیم در pH=۸/۲ به روش اولسون (جعفری حقیقی، ۱۳۸۲) تعیین شد. یک منطقهٔ مرتعی به‌عنوان منطقهٔ شاهد در منطقه جنگلکاری‌نشدهٔ (منطقه بدون پوشش درختی و درختچه‌ای بود) مجاور تودهٔ جنگلکاری مذکور انتخاب و سه قطعه نمونه به مساحت ۱۰۰ مترمربع بر روی یک ترانسکت، با فواصل ۵۰ متر پیاده شد و پوشش گیاهی و خاک هر قطعه نمونه همانند تودهٔ جنگلکاری بررسی شد. در تحقیق حاضر با توجه به همبستگی مشخصه‌های تعداد درختان و سطح مقطع برابرسینه با نور رسیده به کف جنگل (Marozas *et al.*, 2013)، این متغیرهای کمّی در هر پلات، برای ارزیابی تأثیر نور بر پوشش کف جنگل در نظر گرفته شد.

www.SID.ir

Archive of SID

از تقسیم میانگین قطر و ارتفاع درختان بر سن توده تا زمان پژوهش (۴۰ سال)، میانگین رویش قطری و ارتفاعی سالیانه محاسبه شد (Leege and Murphy, 2000). برای محاسبهٔ شاخص‌های تنوع گونه‌ای در هر پلات از شاخص‌های شانون و سیمپسون و تعداد کل گونه‌ها در هر پلات استفاده شد. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای و خصوصیات خاک در هر منطقه محاسبه و برای آزمون معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین شاخص‌ها و خاک در دو منطقه، از آزمون آماری t مستقل استفاده شد. در بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی و ویژگی‌های شیمیایی خاک ناشی از جنگلکاری، از آنالیز رسته‌بندی مقیاس‌بندی چندبعدی استفاده شد. این روش نوعی از آنالیز گرادیان غیرمستقیم است که رسته‌بندی واحدهای نمونه بر حسب رتبهٔ تفاوت ترکیب گونه‌ای آنها صورت می‌گیرد و رتبه‌بندی فواصل بین واحدهای نمونه به این روش خاصیت غیر-متریک می‌دهد و برخلاف دیگر روش‌های این گروه، فرضیه‌های نرمال بودن داده‌ها، روابط خطی یا غیر-خطی بین داده‌ها و استفاده از ضریب فاصلهٔ خاص را ندارد و تعداد محورهای رسته‌بندی از قبل تعیین می-شود (McCune & Grace, 2002). برای مقایسه‌های آماری از نرم‌افزار SPPS نسخهٔ ۱۸ و برای محاسبهٔ شاخص‌های تنوع گونه‌ای و آنالیز رسته‌بندی از نرم-افزار PC-ORD نسخهٔ ۵ استفاده شد.

نتایج

نتایج بررسی کمی

نتایج بررسی کمی توده‌های جنگلکاری کاج سیاه منطقهٔ پژوهش در جدول ۱ درج شده است. میانگین رویش قطری و ارتفاعی سالیانهٔ تودهٔ چهل‌ساله به‌ترتیب ۰/۴۶ سانتی‌متر و ۰/۲۹متر است. همچنین شکل ۱ نمودار تعداد در طبقات قطری پلات‌ها را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود این منحنی به‌صورت توزیع نرمال بوده و نمایانگر تودهٔ همسال است.

نتایج بررسی فلورستیک

نتایج بررسی فلورستیک منطقهٔ پژوهش در جدول ۲ آورده شده است. بیشترین گونه‌های ثبت‌شده در دو منطقهٔ جنگل‌کاری و شاهد، متعلق به خانواده‌های Compositae و Gramineae است.

از مجموع ۳۹ گونهٔ شناسایی‌شده در مناطق بررسی شده، ۱۶ گونه در منطقه جنگل‌کاری و ۳۴ گونه در منطقهٔ شاهد، شناسایی شد. گونه‌های *Cirsium arvense (L.)*، *Anchusa italica Retz.*، *Scop*، *Achillea millefolium L.*، *Cerpis sancta*، *Hordeum glaucum Steud.*، *(L.) Babcock*، *Tragopogon parviflorum*، *Lolium rigidum*، *Gaudin.*، *Melilotus officinalis (L.) Desr. Lotus*، *corniculatus L.T*، *Agroptilo repens*، *Sophora*، *alopecuroides L.*، *Consolida orientalis (Gay)*، *Schrod.* و *Daucus carota L.* از مهم‌ترین گونه‌هایی‌اند که در منطقهٔ جنگلکاری‌شده مشاهده نشده‌اند.

جدول ۱- شاخص آماری میانگین و انحراف معیار تعداد، قطر و سطح مقطع برابرسینه و ارتفاع در هکتار جنگلکاری کاج سیاه منطقهٔ پژوهش

متغیر مورد بررسی	میانگین	انحراف معیار
تعداد (اصله)	۷۱۲/۵	۱۶۶/۲
قطر برابرسینه (سانتیمتر)	۱۸/۳	۲/۴
ارتفاع (متر)	۱۱/۷	۲/۴
سطح مقطع برابرسینه (متر مربع)	۲۱/۲	۱۳/۳

www.SID.ir

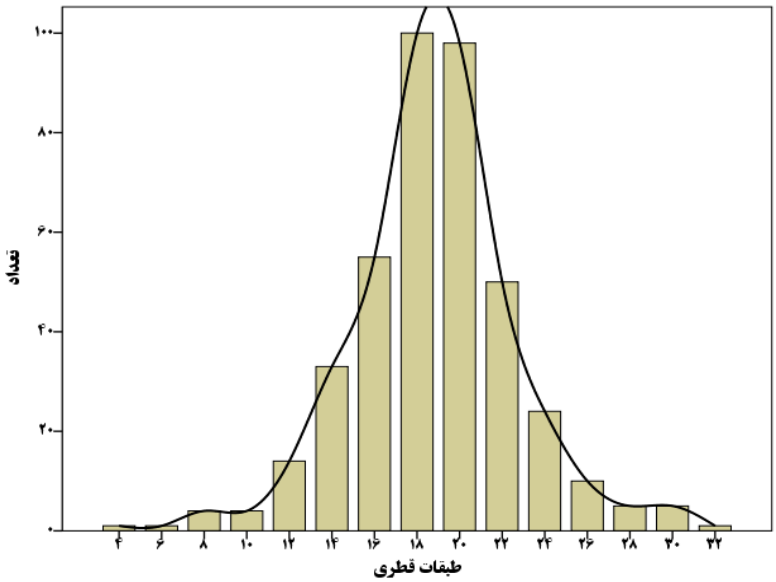
Archive of SID

جدول۲- فهرست گونه‌ها و خانواده‌های گیاهی شناسایی‌شده و فراوانی گونه‌ها در منطقهٔ جنگلکاری و شاهد

	نام علمی	نام فارسی	نام خانواده	فراوانی نسبی در جنگلکاری	فراوانی نسبی در منطقهٔ شاهد
۱	*Anchusa italica* Retz.	گاوزبان تلخ	Boraginaceae	۰	۱۰۰
۲	*Chenopodium album* L.	سلمه تره	Chenopodiaceae	۰	۳۳/۳
۳	*Atriplex verrucifera* M. B.	سلمکی باتلاقی	Chenopodiaceae	۰	۳۳/۳
٤	*Lactuca serriola* L.	کاهوی خاردار	Compositae	۱۰۰	۶۶/۶
۵	*Artemisia vulgaris* L.	درمنهٔ معمولی	Compositae	۳۷/۵	۱۰۰
٦	*Carduus seminudus* M.B.	تاتاری خزری	Compositae	۳۷/۵	۱۰۰
۷	*Taraxacum syriacum* Boiss.	گل قاصد سوری	Compositae	۵۶/۲۵	۱۰۰
۸	*Achillea biebersteinii* Afan.	بومادران زرد	Compositae	۷۵	۰
۹	*Centaurea cyanus* L.	گل گندم آبی	Compositae	۱۸/۷۵	۶۶/۶
۱۰	*Achillea millefolium* L.	بومادران هزاربرگ	Compositae	۰	۱۰۰
۱۱	*Cirsium arvense* (L.) Scop.	کنگر صحرایی	Compositae	۰	۱۰۰
۱۲	*Cerpis sancta* (L.) Babcock	ریش قوش	Compositae	۰	۱۰۰
۱۳	*Echinops orientalis* Trautv.	شکرتیغال شرقی	Compositae	۰	۳۳/۳
۱٤	*Tragopogon parviflorum*	شنگ ارومیه‌ای	Compositae	۰	۱۰۰
۱۵	*Convolvulus arvensis* L.	پیچک صحرایی	Convolvulaceae	۰	۳۳/۳
۱٦	*Cardaria draba* (L.) Desv.	اُزمک	Cruciferae	۱۸/۷۵	۱۰۰
۱۷	*Euphorbia aleppica* L.	فرفیون حلبی	Euphorbiaceae	۰	۳۳/۳
۱۸	*Hordeum glaucum* Steud.	جوی هرز	Gramineae	۰	۱۰۰
۱۹	*Lolium rigidum* Gaudin.	چچم سخت	Gramineae	۰	۱۰۰
۲۰	*Bromus japanicus* Thunb.	جارو علفی ژاپنی	Gramineae	۰	۳۳/۳
۲۱	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	مرغ	Gramineae	۰	۳۳/۳
۲۲	*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.	نی	Gramineae	۱۰۰	۱۰۰
۲۳	*Agroptilo repens* (L.) P. Beauv.	چمن گندمی رونده	Gramineae	۰	۱۰۰
۲٤	*Muscari neglectum* Guss.	سرمه کلاغ	Liliaceae	۳۷/۵	۰
۲۵	*Allium rotundum* L.	پیاز سرگرد	Liliaceae	۰	۳۳/۳
۲٦	*Alcea kurdica* (Schltdl.) Alef.	ختمی	Malvaceae	۱۲/۵	۰
۲۷	*Papaver rhoeas* L.	شقایق	Papaveraceae	۶/۲۵	۰
۲۸	*Medicago sativa* L.	یونجه	Papilionaceae	۸۷/۵	۶۶/۶
۲۹	*Melilotus officinalis* (L.) Desr.	شنبلیله، یونجه زرد	Papilionaceae	۰	۱۰۰
۳۰	*Glycyrrhiza glabra* L.	شیرین‌بیان	Papilionaceae	۰	۶۶/۶
۳۱	*Lotus corniculatus* L.	یونجهٔ زرد	Papilionaceae	۰	۱۰۰
۳۲	*Sophora alopecuroides* L.	تلخ‌بیان	Papilionaceae	۰	۱۰۰
۳۳	*Consolida orientalis* (Gay) Schrod.	زبان درقفای شرقی	Ranunculaceae	۰	۱۰۰
۳٤	*Potentilla reptans* L.	پنجه برگ	Rosaceae	۱۲/۵	۱۰۰
۳۵	*Sanguisorba minor* Scop.	توت روباهی	Rosaceae	۵۶/۲۵	۶۶/۶
۳٦	*Galium spurinum* L.	شیرپنیر	Rubiaceae	۵۶/۲۵	۰
۳۷	*Diarthron vesiculosum* (Fisch. & C. A. Mey. ex (Kar. & Kir.) C. A. Mey.	دوبندی	Thymelaeaceae	۰	۱۰۰
۳۸	*Falcaria vulgaris* Bernh.	غازیاغی	Umbelliferae	۶/۲۵	۳۳/۳
۳۹	*Daucus carota* L.	هویج خودرو	Umbelliferae	۰	۱۰۰

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- نمودار تعداد در طبقات قطری جنگلکاری کاج سیاه منطقهٔ پژوهش

شاخص‌های تنوع گونه‌ای

میانگین شاخص غنای گونه‌ای (تعداد گونه‌ها در قطعهٔ نمونه) و میانگین شاخص تنوع گونه‌ای شانون در منطقهٔ شاهد بیشتر از منطقهٔ جنگلکاری، و اختلاف میانگین این شاخص‌ها در دو منطقه از نظر آماری معنی‌دار بود. ولی میانگین شاخص‌های یکنواختی شانون و تنوع گونه‌ای سیمپسون در دو منطقه مشابه بود و اختلاف معنی‌داری بین میانگین این شاخص‌ها در دو منطقه مشاهده نشد (جدول ۳).

نتایج آنالیز خاک

نتایج آنالیز خاک نشان داد مقدار pH و فسفر قابل جذب در هر دو عمق در منطقهٔ جنگلکاری‌شده با کاج سیاه کاهش یافت، ولی اختلاف معنی‌داری با منطقهٔ شاهد نداشت. میانگین کربن آلی و میانگین نیتروژن-کل در دو عمق در منطقهٔ شاهد بیشتر از منطقهٔ جنگلکاری بود و اختلاف میانگین این شاخص‌ها در دو منطقه از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۴).

نتایج ارتباط بین پوشش گیاهی و متغیرهای محیطی

شکل۲ آنالیز NMS برای قطعات نمونهٔ برداشت‌شده در منطقهٔ جنگلکاری و شاهد را ارائه می‌دهد. قطعات نمونهٔ منطقهٔ جنگلکاری در قسمت راست نمودار و قطعات نمونهٔ منطقهٔ شاهد در قسمت چپ نمودار قرار گرفته‌اند. براساس همبستگی بین متغیرهای مختلف و محورهای اول و دوم (جدول۵) مهم‌ترین عوامل مؤثر در پراکنش پلات‌ها، سطح مقطع برابرسینه و تعداد درختان در پلات، نیتروژن کل، کربن آلی و فسفر قابل‌جذب در دو عمق خاک است. همچنین جهت بردارها نشان می‌دهد با افزایش سطح مقطع و تعداد در هکتار (یا به‌طور غیرمستقیم نور رسیده به کف جنگل) از مقدار نیتروژن، کربن آلی و فسفر افق‌های سطحی خاک بیشترکاسته شده است. برای مثال تعداد درختان و سطح مقطع در قطعه نمونهٔ ۳۰(P30) به‌ترتیب ۶ اصله و ۱۰۸۵سانتی‌متر-مربع است و این قطعه نمونه در نمودار نزدیک منطقه شاهد قرار گرفته است، درحالی‌که قطعه نمونهٔ ۳ (P3) با داشتن ۳۱ اصله و سطح مقطع ۹۳۸۶ سانتی‌متر مربع در انتهای سمت راست نمودار و در مقابل قطعات نمونهٔ منطقهٔ شاهد قرار گرفته است.

www.SID.ir

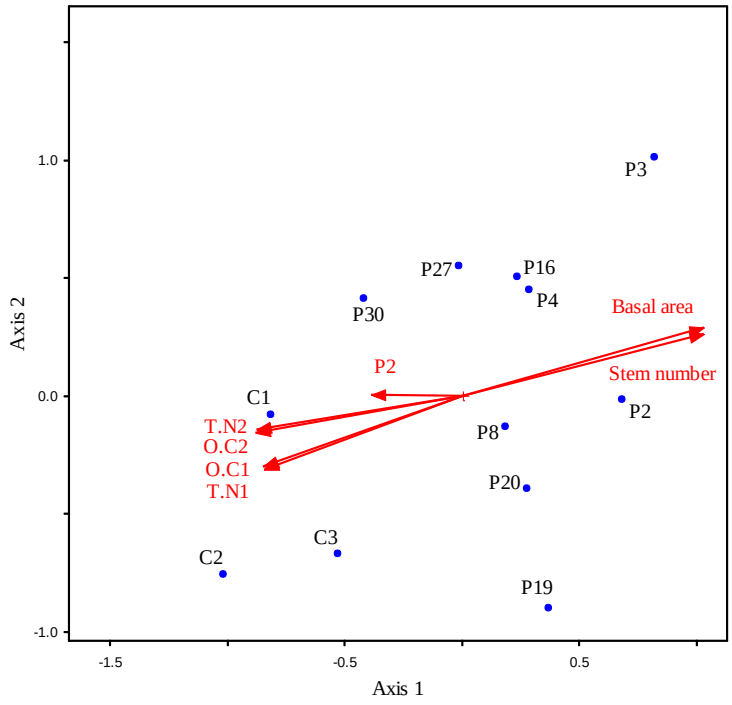
Archive of SID

جدول۳- میانگین (± انحراف معیار) شاخص‌های تنوع گونه‌ای در دو منطقهٔ پژوهش به همراه نتایج آزمون t مستقل

شاخص‌ها	منطقه جنگلکاری شده	منطقه شاهد	آماره t	مقدار P
غنای گونه‌ای	۶/۹±۲/۶	۲۶/۳±۲/۵	-۱۲/۰۹	۰/۰۰۱
یکنواختی شانون	۰/۵۳±۰/۲۲	۰/۶۲±۰/۱۱	-۰/۶۶	۰/۵۱
تنوع گونه‌ای شانون	۱/۰۲±۰/۵۳	۲/۰۴±۰/۴۲	-۳/۰۹	۰/۰۰۶
تنوع گونه‌ای سیمپسون	۰/۵۰±۰/۲۴	۰/۷۵±۰/۱۰	-۱/۷۱	۰/۱۰

جدول۴- میانگین (± انحراف معیار) مشخصه‌های شیمیایی خاک در دو منطقهٔ مورد پژوهش به همراه نتایج آزمون t مستقل

متغیر	عمق (سانتی‌متر)	منطقهٔ جنگلکاری‌شده	منطقهٔ شاهد	آمارهٔ t	مقدار P
اسیدیته	۰-۱۰	۷/۵±۰/۱۵	۷/۸±۰/۳	-۱/۹۸	۰/۰۷۴
	۱۰-۳۰	۷/۵±۰/۱۴	۷/۸±۰/۱۵	-۱/۹۳	۰/۰۸
کربن آلی	۰-۱۰	۱/۴±۰/۵۸	۲/۶±۰/۳۹	-۳/۲	۰/۰۰۸
	۱۰-۳۰	۱/۰۴±۰/۴۵	۲/۵±۰/۵۵	-۴/۵۷	۰/۰۰۱
نیتروژن کل	۰-۱۰	۰/۱۴±۰/۰۵	۰/۲۶±۰/۰۳	-۳/۰۶	۰/۰۱۱
	۱۰-۳۰	۰/۱۰±۰/۰۴	۰/۲۵±۰/۰۶	-۴/۴۹	۰/۰۰۱۱
فسفر قابل جذب	۰-۱۰	۶/۷±۳/۸	۱۱/۴۹±۳/۰۳	-۰/۸۹	۰/۳۹۱
	۱۰-۳۰	۶/۳±۳/۹	۹/۰۷±۴/۰۲	-۰/۷۷	۰/۴۵



شکل۲- آنالیز NMS قطعات نمونهٔ برداشت‌شده در منطقهٔ جنگلکاری (P) و شاهد (C)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- همبستگی مشخصه‌های محیطی با محورهای یک و دو آنالیز NMS

مشخصه‌های محیطی	عمق (سانتی‌متر)	محور یک	محور دو
اسیدیته	۰-۱۰	-۰/۱۸۲	۰/۲۶۷
	۱۰-۳۰	-۰/۲۶۵	۰/۳۷۷
کربن آلی	۰-۱۰	-۰/۶۶۹**	-۰/۴۶۲*
	۱۰-۳۰	-۰/۶۷۸**	-۰/۳۱۸
نیتروژن کل	۰-۱۰	-۰/۶۶۸**	-۰/۳۶۳
	۱۰-۳۰	-۰/۶۷۳**	-۰/۳۰۳
فسفر قابل جذب	۰-۱۰	-۰/۰۰۷	-۰/۱۴۰
	۱۰-۳۰	-۰/۳۸۵	-۰/۱۱۷
سطح مقطع برابرسینه	-	۰/۷۷۷**	۰/۳۱۲
تعداد درخت	-	۰/۷۹۷**	۰/۳۴۷

*: سطح معنی‌داری ۵ درصد؛ **: سطح معنی‌داری ۱ درصد

بحث

براساس بررسی‌های کمی صورت‌گرفته در تودهٔ جنگلکاری کاج سیاه منطقهٔ مورد پژوهش، میانگین رویش قطری و ارتفاعی به ترتیب ۰/۴۶ سانتی‌متر و ۰/۲۹متر به‌دست آمد، درحالی که متوسط رویش قطری و ارتفاعی جنگلکاری سی سالهٔ این گونه در استان کردستان به‌ترتیب ۰/۳۲ سانتی‌متر و ۰/۱۱ متر است (فتاحی، ۱۳۷۳). همچنین این متغیرها در جنگلکاری سی‌وپنج ساله کاج سیاه در آمریکا به‌ترتیب ۰/۵۹ سانتی‌متر و ۰/۴۴ متر و در جنگل‌های طبیعی کاج سیاه ترکیه به‌ترتیب ۰/۳سانتی‌متر و ۰/۲ متر گزارش شد (Leege and Murphy, 2000). بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که توده کاج سیاه در منطقهٔ پژوهش از رویش و سازگاری مناسبی برخوردار است. بررسی فلورستیک دو منطقه نشان داد (جدول۲) که تعداد گونه‌های گیاهی در منطقهٔ جنگلکاری تا حد چشمگیری کمتر از منطقهٔ شاهد است و در اثر کاشت کاج سیاه ۲۳ گونه علفی از منطقهٔ پژوهش حذف شده‌اند، گرچه پنج گونهٔ گیاهی شامل *Achillea biebersteinii* Afan، *Alcea kurdica* (Schltdl.) Alef.، *Muscari neglectum* Guss و *Papaver rhoeas* L.، *Galium spurinum* L. در منطقهٔ جنگلکاری ثبت شده که در منطقهٔ شاهد مشاهده نشده‌اند. حضور این گونه‌ها می‌تواند به دلیل تحمل زیاد به سایهٔ درختان کاج یا رقابت زیاد این گونه‌ها با ریشهٔ کاج برای جذب رطوبت و مواد غذایی خاک باشد (Bregje *et al.*, 2003). همچنین شاخص‌غنای گونه‌ای و تنوع گونه‌ای شانون در منطقهٔ جنگلکاری به شدت کاهش یافته است. در همین زمینه، قلیچ‌نیا (۱۳۸۲) در مقایسه تنوع گونه‌ای دو منطقهٔ جنگلکاری سوزنی‌برگ و پهن‌برگ، مشخص کرد که تنوع فلور کف در جنگل پهن‌برگ طبیعی، بیشتر از فلور کف جنگل دست‌کاشت نوئل است و Chirino *et al.* (2006) نتیجه گرفتند کاشت کاج حلب در جنوب شرقی اسپانیا پس از گذشت ۳۰ سال موجب کاهش غنای گونه‌ای پوشش زیراشکوب شده است. Ito *et al.* (2004) نیز جنگلکاری سوزنی‌برگ کریپتومریا را موجب کاهش تنوع گونه‌ای گیاهی می‌دانند. بااین‌حال محمد نژاد کیاسری و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که مقدار شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای در منطقهٔ جنگلکاری کاج سیاه (تقریباً ده‌ساله) و منطقهٔ باز همجوار مشابه است. همچنین اسدیان و همکاران (۱۳۹۱) اظهار داشتند سطح تنوع

www.SID.ir

Archive of SID

گونه‌ای در جنگلکاری کاج سیاه (بین ۲۰ تا ۲۵ ساله) بالاتر از جنگلکاری زبان‌گنجشک در منطقهٔ النـدان ساری است. علت تفاوت نتایج ممکن است تفاوت در سن جنگلکاری‌ها و به‌تبع آن مقدار سطح تاج‌پوشش و لاشبرگ تولیدشده باشد، چراکه با افزایش سن، تأثیر جنگلکاری غیربومی پررنگ‌تر می‌شود. آنالیز NMS نشان داد دو منطقه از نظر ترکیب گونه‌ای کاملاً متفاوت‌اند (شکل ۲) و مشخصه‌های سطح مقطع برابرسینه و تعداد درختان در پلات (مشخصهٔ نور به‌طور غیرمستقیم)، نیتروژن کل، کربن آلی و فسفر قابل جذب در دو عمق خاک مهم‌ترین مشخصه‌های تغییرات در پوشش گیاهی دو منطقه است. بنابراین دلایل اصلی کاهش غنا و تنوع گونه‌ای در منطقهٔ جنگلکاری را می‌توان کاهش نور دریافتی به اشکوب علفی در اثر بسته بودن تاج پوشش کاج سیاه و تغییرات شیمیایی خاک دانست. جنگلکاری کاج با ایجاد رقابت شدید ناشی از رشد زیاد، قابلیت جذب مؤثر نیتروژن خاک و تغییر شدید در محتوای مواد آلی و چرخهٔ غذایی خاک، به حذف گونه‌های بومی منطقه منجر می‌شود (Bregje *et al.*, 2003). ثابت شده است که سایهٔ درختان مشخصهٔ مؤثری در کاهش گونه‌های نورپسند زیراشکوب هنگام بسته شدن تاج پوشش است (Marcos *et al.*, 2007). در ضمن نیاز بهینهٔ نوری گیاهان زیراشکوب متفاوت است و با توجه به مقدار عبوریافته از تاج‌پوشش تغییر می‌کند (Marozas *et al.*, 2013). تجمع لاشبرگ در کف منطقهٔ جنگلکاری ناشی از تجزیه‌پذیری کند لاشبرگ به‌علت وجود بازدارنده‌های شیمیایی، نبود میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کنندهٔ سوزن کاج‌ها و خشکی آب‌وهوا است (Virzo de Santo *et al.*, 1993).

Alexander and Cresser (1995) اظهار داشتند تجمع لاشبرگ و اسیدی‌شدن خاک ناشی از تجزیهٔ لاشبرگ‌ها تأثیر منفی بر ترکیب گونه‌ای گیاهان دارد. مقدار کربن آلی و نیتروژن کل در منطقهٔ پژوهش در منطقهٔ جنگلکاری کاج سیاه (جدول ۴) ۸۵ درصد کمتر از منطقهٔ شاهد است، ولی اسیدیتهٔ خاک تغییر معنی‌داری نداشته است. درحالی‌که محمدنژاد کیاسری و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند مقدار pH، کربن آلی، فسفر قابل جذب و ازت کل در منطقهٔ جنگلکاری کاج سیاه منطقهٔ پایین‌بند نکا (تقریباً ده‌ساله) و منطقهٔ باز (بدون پوشش درختی) همجوار مشابه است. Anton *et al.* (2008) نیز با بررسی تأثیر کاشت کاج سیاه در مراتع مجارستان به این نتیجه رسیدند که جنگلکاری شصت سالهٔ کاج سیاه موجب کاهش pH، آمونیوم و کاتیون‌های تبادلی شده است، گرچه کاشت این گونه راهکار مؤثری برای کاهش غلظت فلزهای سنگین از افق‌های سطحی خاک است (Csontos *et al.*, 2012). بنابراین با مقایسهٔ نتایج این تحقیق با یافته‌های مطالعات یادشده می‌توان استنباط کرد که تأثیر جنگلکاری کاج سیاه بر خصوصیات شیمیایی خاک با افزایش سن شدیدتر شده و با تجزیهٔ بیشتر لاشبرگ‌ها، کاهش pH چشمگیرتر خواهد شد، چرا که تجزیهٔ سوزن‌های این گونه بسیار کم است (Cseresnyes *et al.*, 2006).

به‌طور کلی جنگلکاری کاج سیاه در منطقهٔ پژوهش موجب تغییر زیاد ترکیب گونه‌ای و شرایط حاصلخیزی خاک در اکوسیستم های مرتعی منطقه شده، به‌طوری‌که که سطح غنای گونه‌ای،کربن آلی و نیتروژن خاک منطقه به‌شدت کاهش یافته است. بنابراین توصیه می‌شود این گونه به‌منظور حفظ خاک و تنوع گونه‌ای گیاهان منطقه تا زمانی که دانش جامعی از تأثیرات آن بر کل اکوسیستم به‌دست نیامده است، کاشته نشود.

منابع

اسدیان، مریم، سیدمحمد حجتی، محمدرضا پورمجیدیان و اصغر فلاح ، ۱۳۹۱. بررسی تنوع زیستی گیاهی و خصوصیات خاک در جنگل‌کاری‌های کاج سیاه و زبان گنجشک در منطقه النـدان-ساری، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۰ (۲): ۲۹۹-۳۱۲.

www.SID.ir

Archive of SID

حسینی، سیدعطاالله، محمدرضا پورمجیدیان، اصغر فلاح و مهدیس محمودیان، ۱۳۸۶. بررسی موفقیت کاج الدار برای ایجاد فضای سبز در تهران (پارک جنگلی قوچک)، محیط شناسی، ۳۳(۴۲): ۷۵-۸۲.

جعفری حقیقی، مجتبی، ۱۳۸۲. نمونه‌برداری و تجزیه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی، انتشارات ندای ضحی، ۲۳۸ ص.

زبیری، محمود، ۱۳۸۱. زیست سنجی(بیومتری) جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۲۸ص.

سیاهی‌پور بالاده، ذوق‌علی، تیمور رستمی شاهراجی، کامبیز طاهری و خسرو ثاقب‌طالبی، ۱۳۸۰. بررسی میزان موفقیت پیسهآ آبیس در جنگل‌کاری‌های استان گیلان، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۰(۱): ۱-۱۳.

علیجانپور، احمد، جواد اسحاقی‌راد و عباس بانج‌شفیعی، ۱۳۸۸. بررسی و مقایسه تنوع گونه‌ای تجدید حیات توده‌های جنگلی دو منطقهٔ حفاظت‌شده و غیرحفاظتی ارسباران، مجلهٔ جنگل ایران، ۱(۳): ۲۰۹- ۲۱۷.

فتاحی، محمد، ۱۳۷۳. بررسی سوزنی‌برگان غیربومی سازگار در کردستان، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۵۴ ص.

قلیچ‌نیا، حسن، ۱۳۸۲. مقایسهٔ تنوع گونه‌ای و فراوانی فلور کف جنگل در مناطق جنگل‌کاری سوزنی‌برگان و جنگل طبیعی پهن‌برگ در لاجیم مازندران، پژوهش و سازندگی، ۱۶(۱): ۳۷-۴۲.

محمدنژاد کیاسری، شیرزاد، محمد اکبرزاده و بهنوش جعفری، ۱۳۸۶. بررسی تنوع زیستی پوشش‌گیاهی در جنگلکاری‌های دست کاشت سوزنی‌برگ، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱(۴۲): ۶۱۱-۶۲۵.

معماریان، فرشید، مسعود طبری، سید محمد حسینی، و عباس بانج‌شفیعی، ۱۳۸۶. مقایسه تنوع زیستی توده آمیخته سوزنی‌برگ با توده آمیخته پهن‌برگ در منطقه کلاردشت، محیط‌شناسی، ۳۳(۴۲): ۱۰۳-۱۰۸.

Alexander, C.E., and M.S. Cresser, 1995. An assessment of the possible impact of expansion of native woodland on the chemistry of Scottish freshwaters, *Forest Ecology and Management*, 73: 1-27.

Andres, C., and F. Ojeda, 2002. Effects of afforestation with pines on woody plant diversity of Mediterranean heathlands in southern Spain, *Biodiversity Conservation*, 11 (9): 1511–1520.

Anton, A., P. Csontos, J. Tamás, and T. Kalapos, 2008: Effects of *Pinus nigra* plantations on the soils on dolomite grasslands, *Cereal Research Communication*, 36: 715-718.

Barbier, S., F. Gosselin, and P. Balandier, 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.

Bregje, K., V. Wesenbeeck, T. Mourik, J. Duivenvoorden, and A., Cleef, 2003. Strong effects of a plantation with *Pinus patula* on Andean subparamo vegetation: a case study from Colombia, *Biological Conservation*, 114: 207–218.

Cseresnyes, I., P. Csontos, and E. Bozsing, 2006. Stand age influence on litter mass of *Pinus nigra* plantations on dolomite hills in Hungary, C*anadian Journal of Botany*, 84(3): 363-370.

Chirino, E., A. Bonet, J. Bollot, and J.R., Sanchez, 2006. Effects of 30-year-old Aleppo pine plantation on run off, soil erosion and plant diversity in semi-arid landscape in south eastern Spain, *Catena*, 65: 19-29.

Csontos, P., A. Halbritter, J. Tamás, T. Szili-Kovács, T. Kalapos, N., Uzinger, and A., Anton, 2012. Afforestation of dolomite grasslands with nonnative *Pinus nigra* in Hungary and its effect on soil trace elements, *Applied Ecology and Environmental Research*, 10(4): 405-415.

Estevan, H., F. Lloret, J. Vayreda, and J. Terradas, 2007. Determinants of woody species richness in Scots pine and beech forests: climate, forest match size and forest structure, *Acta Oecologica*, 31: 325-331.

Gilliam, F.S., 2007. The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems, *BioScience*, 57: 845-858

www.SID.ir

Archive of SID

Hartley, M.J., 2002. Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests, *Forest Ecology and Management*, 155: 81– 95.

Hofstede, R., J. Groenendijk, R. Coppus, J. Fehse, and J. Sevink, 2002. Impact of pine plantations on soils and vegetation in the Ecuadorian high Andes, *Mountain Research and Development*, 22(2):159-167.

Ito, S., R. Nakayama, and G.P. Buckley, 2004. Effects of previous land-use on plant species diversity in semi-natural and plantation forests in a warm-temperate region in southeastern Kyushu, Japan, *Forest Ecology and Management*, 196: 213-235.

Kavvadias, V.A., D. Alifragis, A. Tsiontsis, G. Brofas, and G. Stamatelos, 2001. Litterfall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystems in northern Greece, *Forest Ecology and Management*, 144: 113-127.

Kint, V., 2005. Structural development in ageing temperate Scots pine stands, *Forest Ecology and Management*, 214: 237–250.

Leege, L.M., and P.G. Murphy, 2000. Growth of the non-native Pinus nigra in four habitd on the sand dunes of lake Michigan, *Forest Ecology and Management*, 126: 191-200.

McCune, B., and G. Grace, 2002. Analysis of ecological communities, MJM software design, 300p.

Marcos, J.A., E. Marcos, A. Taboada, and R. Tarrega, 2007. Comparison of community structure and soil characteristics in different aged Pinus sylvestris plantations and a natural pine forest, *Forest Ecology and Management*, 247: 35–42.

Marozas, V., A. Augustaitis, K. Armolaitis, A. Kliucius, and M. Pilkauskas, 2013. Effects of planted European beech on the understory in Scots pine forests of Lithuania, *Biogeosciences and Forestry*, 7: 12-18.

Martin-Benito, D., V. Kint, M. del Rio, B. Muys, and I. Canellas, 2001. Growth responses of West-Mediterranean *Pinus nigra* to climate change are modulated by competition and productivity: Past trends and future perspectives, *Forest Ecology and Management*, 262:1030-1040.

Nemeth, T., 2006. Nitrogen in the soil-plant system: nitrogen balances, *Cereal Research Comunications*, 34(1): 61-64.

Peterken, G.F., 1996. Natural woodland, ecology and conservation in northern temperate regions, Cambridge university press, Cambridge, 522pp.

Virzo de santo, A., B. Berg, F.A. Rutigliano, A. Allani, and A. Fioretto, 1993. Factors regulating early-stage decomposition of needle litters in five coniferous forests, *Soil Biological Biochemistry*, 25: 1423-1433.

www.SID.ir

Archive of SID

Quantitative evaluation of *Pinus nigra* plantation and its effect on plant diversity and soil chemical properties of rangeland ecosystems (Case study: Urmia airport plantation)

J. Eshaghi Rad[1*], P. Ghaffarnejad[2], and A. Banedg Shafiee[3]

[1]Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Urmia university, I. R. Iran.
[2]M.Sc. Student of Foretry, Faculty of Natural Resources, Urmia university, I. R. Iran.
[3]Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Urmia University, I. R. Iran.

(Received: 11 March 2014, Accepted: 2 March 2015)

Abstract

In this study, *Pinus nigra* forest plantation with an area about 10 hectares, located in Urmia airport was investigated. Sixteen 300 m^2 circular sample plots were set up with systematic random method in 50×50 m grids network. One 100 m^2 subplots, within the same plot, were established to record plant species and its cover. Soil samples in two depths (0-10 and 10-30cm) were taken in every other samples and soil factors including pH, soil organic carbon, total nitrogen, absorbable phosphorous were measured. Also a rangeland adjacent to plantation area was selected and three plots with 50 m distance spacing were laid out along a transect. Herbaceous species and soil factors were assessed in each plot similar to plantation area. The mean of diameter and height annual increment was calculated via dividing the diameter and height means by stand age till study time (40 years). Species richness and diversity indices were calculated in each plot. T-student test was used to test for significant differences between the means of indices and soil factors of two areas. Non-metric multidimensional scaling was applied to assess the rate of changes on the vegetation and soil chemical properties due to the plantation. Results showed that the mean diameter and height increment were 0.46 cm and 0.29 m, respectively. Species richness and Shannon diversity indices considerably decreased in the plantation area. The average of soil organic carbon, total nitrogen in the control area were more than those of the plantation area. Light, soil organic carbon, total nitrogen and absorbable phosphorous were the most important factors influencing the distribution of plant species. Generally, it is suggested that this species would not be planted in the wide regions and in the region in which it's necessary to conserve plant composition and diversity.

Keywords: Organic carbon, *Pinus nigra*, Plantation, Shannon species diversity index, Species richness index, Total nitrogen.

[*]Corresponding author Tel: +984432770489 Email: j.eshagh@urmia.ac.ir
www.SID.ir