مجله پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۱ شماره ۲، صفحه ۱۶۶-۱۵۵، (۱۳۹۴)

تحلیل ترکیب گونه‌های علفی زیرآشکوب در جنگلکاری با گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ و رابطه آن با عوامل خاکی

مهدی حیدری*[۱]، نقی شعبانیان[۲]، منیر زینی‌وند زاده[۳] و جواد میرزایی[۴]

۱- استادیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۲- دانشیار گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.
۳- کارشناس ارشد جنگلداری، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.
۴- استادیار گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶/۳۱

چکیده

به‌منظور تحلیل روابط ترکیب گونه‌های علفی زیرآشکوب و خاک، دو منطقه جنگل‌کاری شده با گونه‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ و یک منطقه جنگل‌کاری نشده (شاهد)، با شرایط اقلیمی و فیزیوگرافی مشابه در بخش گریزه شهرستان سنندج انتخاب شدند. برای جمع‌آوری داده‌های خاک و پوشش گیاهی از روش نمونه‌برداری منظم- تصادفی با ابعاد شبکه ۵۰ × ۷۵ متر استفاده شد. با بررسی ارتباط بین عوامل محیطی و پوشش گیاهی از طریق تحلیل تطبیقی متعارف (CCA)، سه منطقه مورد بررسی از همدیگر قابل تفکیک بودند. بیشتر قطعات نمونه متعلق به جنگلکاری با گونه‌های پهن‌برگ، مقدار ماده آلی، ازت، منیزیم، شن، سیلت و کلسیم بالایی داشته و با pH همبستگی مثبت داشتند. دسته دوم شامل نمونه‌هایی بودند که با وزن مخصوص ظاهری و رس همبستگی معنی‌داری داشتند. این گروه بیشتر مربوط به منطقه شاهد بودند که در نقطه مقابل جنگلکاری پهن‌برگ قرار داشته و مقدار ماده آلی، فسفر، ازت، منیزیم و pH آن‌ها پایین بود. در جنگلکاری پهن‌برگ گونه‌های علفی *Geranium tuberosum* و *Vicia michuuxii* در جنگلکاری سوزنی‌برگ گونه‌های *Erysium billardieri* و *Galium verum* و در منطقه شاهد گونه‌های *Bromus tectorum* و *Euphorbia denticulate* بیشترین فراوانی را داشتند.

واژه‌های کلیدی: پهن‌برگ، سوزنی‌برگ، تجزیه‌وتحلیل‌های چند متغیره، سنندج.

* نویسنده مسئول: Email: m_heydari23@yahoo.com

مقدمه

با توجه به افزایش جمعیت و افزایش نیاز به محصولات چوبی و از طرفی کاهش سطح جنگل‌ها و تخریب سریع آن، جنگلکاری با گونه‌های بومی و غیربومی امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است، اما این کار بایستی با مطالعات گسترده و با برنامه‌ریزی مدون انجام شود. دستیابی به مدیریت پایدار به شرط آگاهی از تأثیرات گونهٔ درختی کاشته شده بر تنوع گونه‌ای، ساختار و عملکرد اکوسیستم‌ها است (Gilliam, 2007). به عبارتی اثر جنگلکاری روی تمام اجزای اکوسیستم (زنده و غیرزنده) مانند خصوصیات پوشش گیاهی بایستی بررسی شود (Pourbabaei *et al*., 2005). تغییر در میکروکلیمای منطقه، پوشش کف جنگل، خصوصیات شیمیایی خاک مانند اسیدیته، ازت و دیگر عناصر خاک، آزادسازی مواد و ترکیبات سمی در حالت آللوپاتی، ویژگی‌هایی هستند که درختان اشکوب فوقانی آن‌ها را تعیین می‌کنند و از این طریق بر ترکیب گونه‌های علفی اشکوب زیرین مؤثر خواهند بود (Augusto, 2002). گزارش‌های متعدد از برخی کشورها حاکی از آن است که کاشت سوزنی‌برگان روی ترکیب پوشش گیاهی کف جنگل، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و چرخه مواد معدنی و غیره تأثیر گذاشته و اکوسیستم منطقه را در درازمدت دستخوش تغییراتی کرده و بر حاصلخیزی آن اثر می‌گذارد (Fakhari rad, 2006). به‌طور مثال Parrotta (1999) عنوان کرد که جنگلکاری با گونه‌های پهن‌برگ سبب افزایش مواد آلی می‌شود. Marvi-Mohajer (2005) نیز اشاره می‌کند که لاش برگ گونه‌های پهن‌برگ نسبت به گونه‌های سوزنی‌برگ از سرعت تجزیه بالاتری برخوردار بوده، بنابراین سبب افزایش حاصلخیزی خاک می‌شوند. در برخی پژوهش‌ها نیز مشخص‌شد که جنگلکاری بر ترکیب گونه‌های اشکوب پایین نیز تأثیرگذار است (Gara and Healey, 2003; Ito *et al*., 2004). برخی از محققین نیز اعتقاد دارند که برای جنگلکاری در یک منطقه، با گونه‌های پهن‌برگ یا سوزنی‌برگ، گونه‌ای باید انتخاب شود که علاوه بر تأمین حداکثری اهداف جنگلکاری، بیشترین سازگاری را با شرایط مختلف اقلیمی، زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی محل داشته باشد (Koneshlo, 2002). پوشش گیاهی کف جنگل تحت تأثیر خصوصیات اشکوب فوقانی قرار می‌گیرد؛ زیرا اثر گونه‌های مختلف درختی بر شرایط نوری و خاکی منطقه تحت پوشش خود متفاوت است (Barbier *et al*., 2005; Pourbabaei, *et al*., 2015). Rees and Juday (2002) بیان کردند که غنای گونه‌های گیاهی زیرآشکوب تحت تأثیر مقدار تاج پوشش گونه‌های اشکوب فوقانی قرار می‌گیرد. Inagaki و همکاران (2004) نشان دادند که معدنی شدن ازت در توده‌های پهن‌برگ بیشتر از سوزنی‌برگان بوده است. آن‌ها این کاهش را به مقدار لیگنین برگ سوزنی‌برگان مرتبط دانسته‌اند که مقدار بیشتر آن موجب کاهش سرعت معدنی شدن ازت می‌شود.

Eshaghi rad و همکاران (2014) با ارزیابی کمی جنگلکاری کاج سیاه (*Pinus nigra*) و تأثیر آن بر تنوع گونه‌ای و ویژگی‌های شیمیایی خاک اکوسیستم‌های مرتعی در ارومیه نشان دادند که غنای گونه‌ای و تنوع گونه‌ای شانون در منطقهٔ جنگلکاری به‌شدت کاهش‌یافته است. میانگین کربن آلی و نیتروژن کل در منطقهٔ شاهد بیشتر از منطقهٔ جنگلکاری بود. در این بررسی مهم‌ترین عوامل مؤثر در پراکنش گونه‌های گیاهی، نیتروژن کل، کربن آلی و فسفر قابل‌جذب معرفی شد.

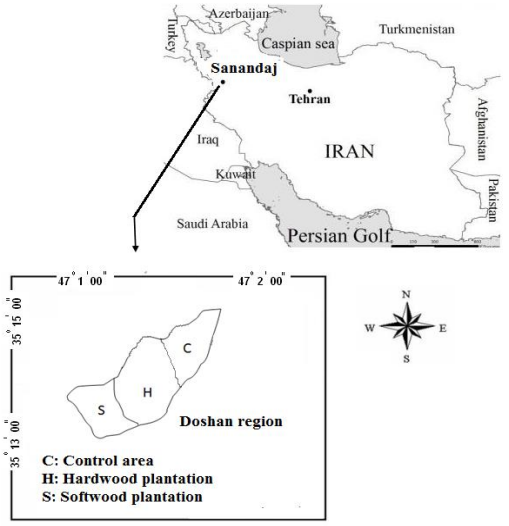
با توجه به اهمیت بالای پایداری اکوسیستم‌ها و از طرفی نیاز روزافزون به جنگلکاری با گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ، ضروری است پژوهش‌های متنوعی روی

تغییرات پوشش و ترکیب گیاهی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و نیز روابط خاک و پوشش در اراضی تحت جنگلکاری برای گونه‌های مختلف انجام گیرد. در این راستا پژوهش حاضر باهدف بررسی اثر جنگلکاری با گونه‌های مخلوط پهن‌برگ اقاقیا و زبان‌گنجشک و آمیخته سوزنی‌برگ با گونه‌های سرو نقره‌ای و سرو خمره‌ای انجام گرفت که باوجود کاربرد فراوان آن‌ها در پروژه‌های جنگلکاری، پژوهش‌های محدودی در مورد آن‌ها صورت گرفته است. نتایج این پژوهش می‌تواند نقش مهمی در برنامه‌ریزی‌های آینده برای انتخاب گونه مناسب با بیشترین پایداری برای اکوسیستم‌ها داشته باشد. همچنین تعیین ترکیب گونه‌ای در مناطق جنگلکاری شده و رابطه نوع گونه‌های مستقر شده با عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک از اهداف پژوهش حاضر است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

برای انجام این پژوهش دو منطقه جنگلکاری سوزنی‌برگ با گونه‌های سرو نقره‌ای (*Cupresus arizonica*) و سرو خمره‌ای (*Biota orientalis*) و جنگلکاری پهن‌برگ با گونه‌های زبان‌گنجشک (*Fraxinus rotundifolia*) و اقاقیا (*Robinia pseudoacacia*) و در کنار آن‌ها یک منطقه جنگلکاری نشده (مرتع) به‌عنوان منطقه شاهد در ۵ کیلومتری شهر سنندج در منطقه گریزه انتخاب شدند. منطقه مورد بررسی در سال ۱۳۵۵ با گونه‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ جنگلکاری شده است. مساحت انتخاب‌شده از جنگلکاری پهن‌برگ و سوزنی‌برگ و شاهد به ترتیب برابر با ۸/۱، ۷/۶۸ و ۷/۵۷ هکتار است. مناطق انتخاب‌شده از نظر اقلیمی و فیزیوگرافی دارای شرایط تقریباً مشابهی بودند و در ارتفاع حدود ۱۴۵۰ متری از سطح دریا قرار داشتند. بررسی‌های میدانی و مصاحبه با افراد بومی نشان داد که منطقه سابقه دامداری ندارد. طول و عرض جغرافیایی منطقه مورد بررسی به ترتیب برابر با ۴۷ درجه و ۱ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ۱۴ دقیقه شمالی است (شکل ۱).



شکل ۱ -موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی نسبت به ایران و شهرستان سنندج

Figure 1. The geographical location of study area within Iran and Sanandaj city.

روش پژوهش

در این پژوهش با توجه به همگنی توده‌های جنگلکاری شده از روش نمونه‌برداری منظم – تصادفی با ابعاد شبکه ۵۰ ×۷ ۵ متر استفاده شد. برای این منظور، در هر توده با استفاده از ۲۰ پلات ۱۰×۱۰ متر، قطر بزرگ و کوچک تاج گونه‌های درختی برداشت شد. علاوه بر این در هر قطعه‌نمونه اصلی از ۲ میکرو پلات ۱/۵ × ۱/۵ متر به‌صورت تصادفی برای برداشت پوشش علفی استفاده شد؛ بنابراین در هر توده ۴۰ میکرو پلات در نظر گرفته شد. در هر میکرو پلات تمام گونه‌های علفی برداشت و درصد پوشش آن‌ها بر اساس معیار برون بلانکه تعیین شد. برای شناسایی گونه‌های علفی از فلور ایرانیکا، عراق و ترکیه استفاده شد. همچنین در مرکز هر پلات اصلی سه نمونه خاک

به‌صورت تصادفی از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر برداشته شده و یک نمونه ترکیبی به آزمایشگاه منتقل شد (Maranon, 1999).

نمونه‌های خاک در هوای آزاد خشک شدند و پس از انتقال به آزمایشگاه، از الک‌های دو میلی‌متری عبور داده شدند. در این پژوهش بافت خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962)، وزن مخصوص ظاهری به روش سیلندر (Klute, 1986)، اسیدیته به‌وسیله دستگاه pH متر (Kalra and Maynard, 1991)، اندازه کربن آلی به روش والکلی و بلک (Black, 1979)، نیتروژن کل به روش کجلدال (Bremmer and Mulvaney, 1982)، منیزیم، پتاسیم و کلسیم قابل جذب با استفاده از روش عصاره گیری با استات آمونیوم یک مولار با اسیدیته ۷ (Moreno *et al.*, 2007) فسفر قابل‌جذب با روش (Kurtz and Bray, 1945) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. پس از برداشت داده‌ها، اطلاعات مربوط به درصد پوشش گونه‌های گیاهی ثبت شده منطقه در قطعات نمونه مختلف و اطلاعات مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک در فایل‌های جداگانه با فرمت wk1 (۱, ۲, ۳) در Excel ذخیره شد. با توجه به اینکه طول گرادیان DCA بیش از ۴ بود، از تحلیل تطبیقی متعارف (CCA) به‌منظور بررسی ارتباط بین عوامل محیطی و پوشش گیاهی استفاده شد و نتایج آن روی محورهای دو بعدی نشان داده شد. قابل ذکر است که در ماتریس خام داده‌های مربوط به گونه‌های گیاهی و متغیرهای محیطی، داده‌ها با استفاده از میانگین صفر و واریانس واحد استاندارد شدند. برای انجام این تجزیه‌وتحلیل از نرم‌افزار PC-ORD 4 استفاده شد. به‌منظور بررسی اختلاف خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق مختلف از تجزیه واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد. این تجزیه‌وتحلیل با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

نتایج

نتایج پژوهش نشان داد که در مجموع ۶۶ گونه گیاهی در مناطق مورد بررسی ثبت شد. به‌طوری‌که منطقه جنگلکاری شده با گونه‌های پهن‌برگ با ۵۳ گونه بیشترین و منطقه جنگلکاری شده با گونه‌های سوزنی‌برگ با ۲۵ گونه کمترین مقدار گونه را داشت. در این میان منطقه شاهد با ۳۲ گونه از نظر تعداد گونه در حد وسط بود (جدول ۱). در جنگلکاری پهن‌برگ گونه‌های علفی *Geranium tuberosum* و *Vicia michuuxii* در جنگلکاری سوزنی‌برگ گونه‌های *Erysium billardieri* و *Galium verum* و در منطقه شاهد گونه‌های *Bromus tectorum* و *Euphorbia denticulate* بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). گونه‌های *Alyssum bracteatum*، *Alyssum desertorum*، *Bellevalia glauca*. تنها در جنگلکاری سوزنی‌برگ و گونه‌هایی مانند *Lactuca serriola*، *Onosma microcarpum*، *Salvia atropatana*، *Hypecoum pendulum*، *Hypericum asperulum*، *Vicia michuuxii* ، *Vicia sericocarpa* فقط در توده پهن‌برگ ثبت شدند.

جدول ۱- گونه‌های گیاهی موجود در مناطق مورد بررسی

Table 1. The floristic list of study area

منطقه Region	نام علمی Scientific name	منطقه Region	نام علمی Scientific name
H, C, S	*Achillea wilhelmsii* C. Koch.	H	*Lactuca serriola* L.
H, C, S	*Alcea tholozani.*	H, S	*Lathyrus inconspicuous* L.
S	*Alyssum bracteatum* Boiss	H, S	*Lens orientalis* L.
S	*Alyssum desertorum* Stapf.	H, S, C	*Marribum vulgavae* L.
H, S	*Alyssum muralea.*	H	*Onosma microcarpum* DC.
H	*Anthemis altissima* L.	H, C	*Phlomis olivier* Benth.
H, C	*Asperula odorata* L.	H, C	*Phlomis Persica.*
H, C	*Astragalus spp.*	H	*Picnomon acarna* L.
H, C	*Astragalus brachystachys* Dc.	H, S, C	*Plantago sp*
C	*Astragalus glycyphyllus* L.	H	*Poa annua* L.
C	*Astragalusincani curvirostrist.*	H, S, C	*Poa bulbosa.*
C	*Astragalus podocarpus.*	H	*Salvia atropatana* Bung.
H, C	*Astragalus pseudoutviger.*	H	*Sangiou sorba* minor.
C	*Astragalus subsecundus.*	H, S	*Scandix stellata* Banks & Soland.
C	*Astragalus tragacautha.*	H	*Scorzonera ramossima DC.*
S	*Bellevalia glauca* Kunth.	S, C	*Sendo mouls* Willd.
H	*Bongardia chrysogonum* L. *Boiss.*	H, C	*Stipa barbata* Desf.
H, C	*Bromus tectorum* L.	H	*Taraxacum calliops* Hagel.
H	*Chaerophyllum macrospermum.*	H, C	*Tragopogon* L.
H, C, S	*Churdcnia orientalis.*	H, S	*Turginia latifolia* L.
H, C, S	*Crupina crupinastrum* Moros.Vis.	H	*Vicia michuuxii* var.michauxii.
H, C	*Carduus arabicus.*	H	*Vicia sericocurpa* FenzI.
H, C, S	*Cyndon dactylon.*	H, C	*Hordeum bulbosum* L.
H	*Descurainia sohbi* L.	H, S, C	*Hordeum glaucum* steud.
H	*Echinops cephalotes* DC.	H	*Hypecoum pendulum* L.
H	*Ecrium sp.*	H	*Hypericum asperulum* jaub.
H	*Eryngium billardieri* F.Delaroche.	H, S	*Hypericum sp.*
H, C, S	*Eryngium thyrsoideum* Boiss.	H, S	*Iris hymenospatha* B. M.
S	*Erysimum crassipes* Fich.	C	*Geranum lucidum.*
H, C	*Euphorbia denticulate* Lam.	H, S	*Geranum tuberosum* L.
H	*Euphorbia splendid.*	H, C, S	*Gladiolus italicus.*
H	*Falcaria vulgaris* Bernh.	H, C	*Gundelia tournefortii* L.
C	*Fumaria aspalea* Boiss.	H, S	*Galium vernum* L.

C: منطقه شاهد، H: جنگلکاری پهن‌برگ و S: جنگلکاری سوزنی‌برگ.

C: Control area, H: Hardwood plantation and S: Softwood plantation.

جدول ۲- گونه‌هایی با فراوانی بیشتر در مناطق مورد بررسی

Table 2. The species with more abundance in the study area

فراوانی (درصد) Abundance (percent)	گونه‌های گیاهی Plant species	مناطق Regions
47	*Geranum tubersum*	جنگلکاری پهن‌برگ
35	*Vicia michuuxii*	Hardwood plantation
33	*Astragalus brachystachys*	
57	*Erysium billardieri*	جنگلکاری سوزنی‌برگ
55	*Galium vernum*	Softwood plantation
37	*Stipa barbata*	
55	*Bromus tectorum*	منطقه شاهد
45	*Euphorbia denticulate*	Control area
35	*Gandelia tournefortii*	

نتایج تجزیه و تحلیل CCA

محور اول و دوم آنالیز CCA با مقادیر ویژه ۶ و ۳/۸ به ترتیب ۳۲ و ۱۶ درصد واریانس تغییرات ترکیب پوشش گیاهی و خصوصیات محیطی را توجیه می‌کنند. نتایج نشان داد که عناصر منیزیم، ماده آلی، ازت، رس، فسفر و pH با محور اول همبستگی مثبت دارند. درحالی‌که محور دوم با وزن مخصوص ظاهری و رس همبستگی منفی و با شن، pH، ماده آلی، سیلت، ازت، منیزیم و کلسیم همبستگی مثبت دارد (جدول ۳). با توجه به نتایج تجزیه‌وتحلیل CCA، سه منطقه مورد بررسی به‌خوبی قابل‌تفکیک هستند. گروهی از قطعات نمونه که در سمت راست محور اول و قسمت بالای محور دوم قرار دارد، با pH، ماده آلی، ازت، منیزیم، شن، سیلت و کلسیم همبستگی مثبت دارند. بیشتر این قطعات نمونه مربوط به جنگلکاری با گونه‌های پهن‌برگ می‌باشند. گروه دیگر در قسمت پایین محور دوم قرار دارد و با وزن مخصوص ظاهری و رس همبستگی مثبت داشته و مقدار عناصر غذایی خاک در این گروه پایین است. بیشتر قطعات نمونه آن مربوط به منطقه شاهد است. گروه دیگر که در انتهای سمت چپ محور اول قرار دارد، مقدار ماده آلی، فسفر، ازت، منیزیم، pH و رس آن‌ها کم است و بیشتر قطعات نمونه آن متعلق به جنگلکاری سوزنی‌برگ است (شکل ۲). بر اساس نتایج تحلیل CCA در رسته‌بندی گونه‌ها، به‌راحتی می‌توان بر اساس گرادیان‌های محیطی سرشت اکولوژیک گونه‌ها را تشخیص داد. بر این اساس گونه‌های:

Turginia latifolia, Vicia michuuxii Astragalus brachystachys, Chaerophyllum macrosperum, Cardus arqabicus, Descurainia sohbi, Falcaria vulgaris, Geranum tubersum, Hypericum pendalum, Hypericum sp., *Iris hymenospatha, Picnonon acarna, Poa annua, Poa bulbosa, Sanginiu sorba, Scandix stellata, Scorzonera ramossima, Taraxacum calliops.*

در قسمت بالای محور اول قرار داشته (بیش از ۸۰ درصد قطعات نمونه آن متعلق به جنگلکاری پهن‌برگ) و با pH، ماده آلی، ازت، منیزیم، شن، سیلت و کلسیم همبستگی بالایی دارد. درحالی‌که گونه‌های:

Astragalus subsecundus, Bromus tectorum, Cyndon dactylon, Ecrium sp., *Eryngium billardieri, Eryngium thyrsoideum, Fumaria aspalea, Gandelia tournefortii, Hordeum bulbosum, Sangio sorba, Stipa barbata.*

در قسمت پایین محور دوم قرارگرفته و با وزن مخصوص ظاهری و رس همبستگی مثبت نشان می‌دهند و این گونه‌ها در منطقه شاهد مستقر هستند؛ اما از طرفی گونه‌های:

Alyssum bracteatum, Alyssum desertorum, Bellevalia glauca, Ecrium sp., *Erysimu billardieri, Euphorbia denticulatelam, Galiumvernum, Geranium lucidum, Lathyrus inconspcuus, Phlomis persica, Sendo molus*

در انتهای سمت چپ محور اول که در آن مقدار ماده آلی، فسفر، ازت، منیزیم، pH و رس کم است، حضور دارند (شکل ۳).

اثرهای جنگلکاری بر ویژگی‌های خاک

نتایج این بررسی نشان داد که بین توده‌های سوزنی‌برگ، پهن‌برگ و شاهد از نظر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اسیدیته خاک در توده‌های پهن‌برگ بیشتر از توده شاهد و آن‌هم بیشتر از توده سوزنی‌برگ بود. مقدار فسفر محلول در خاک در توده‌های پهن‌برگ و شاهد بیشتر از سوزنی‌برگ بود درحالی‌که بین دو توده اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مقدار کلسیم و منیزیوم در توده پهن‌برگ بیشتر از سوزنی‌برگ و آن نیز بیشتر از شاهد بود. از نظر پتاسیم نیز اختلاف معنی‌داری بین توده‌ها مشاهده نشد. کمترین مقدار C/N در این تحقیق به خاک جنگلکاری پهن‌برگ اختصاص دارد. اگرچه این میزان فاقد اختلاف آماری با دو منطقه دیگر است. ازت و کربن آلی در توده

پهن‌برگ بیشتر از توده‌های شاهد و سوزنی‌برگ بود (جدول ۴).

جدول ۳- همبستگی بین متغیرهای محیطی اندازه‌گیری شده و محورهای ۱ و ۲

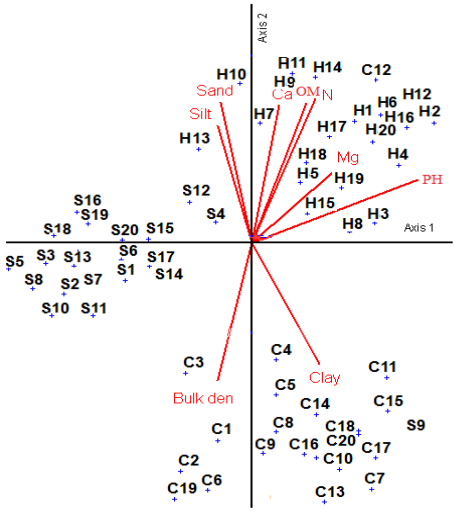
Table 3. The correlation between measured environmental variables and axis 1 and 2

محور دو Axis 2	محور یک Axis 1	متغیرها Variables	محور دو Axis 2	محور یک Axis 1	متغیرها Variables
0.415	**0.9	اسیدیته pH	**0.845	-0.193	شن Sand
**0.861	0.270	ماده آلی Organic matter	**0.708	-0.207	سیلت Silt
-0.219	0.038	هدایت الکتریکی EC	** -0.736	0.39	رس Clay
**0.88	0.351	نیتروژن N	-0.202	0.004	تخلخل Porosity
0.164	0.308	فسفر Ph	0.441	0.427	منیزیم Mg
0.081	-0.02	پتاسیم P	**0.841	0.126	کلسیم Ca
			** -0.852	-0.164	وزن مخصوص ظاهری Bulk density

*معنی‌داری در سطح ۵ درصد

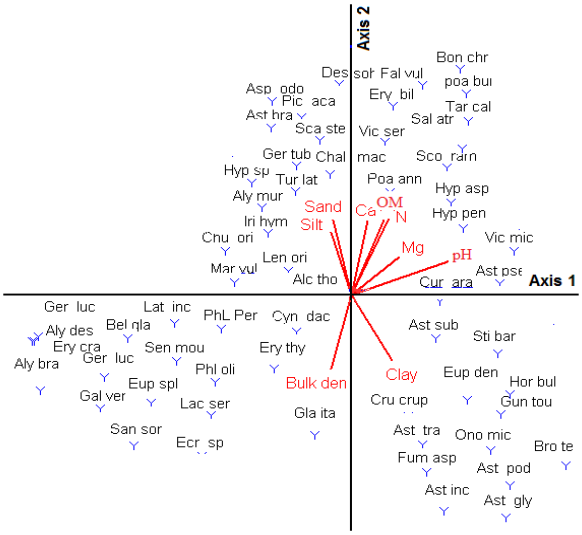
** معنی‌داری در سطح ۱ درصد

* Significant (α= 5%)
** Significant (α=1%)



شکل ۲- رسته بندی قطعات نمونه تجزیه و تحلیل CCA (Bul den: وزن مخصوص ظاهری، Clay: رس، Sand: شن، Silt: سیلت، Ca: کلسیم، pH: اسیدیته، Mg: منیزیم، N: ازت کل و OM: ماده آلی)، منطقه شاهد، H: جنگلکاری پهن‌برگ و S: جنگلکاری سوزنی‌برگ

Figure 2. CCA- ordination of the sampling plots (Bul den: Bulk density, Ca: Calcium, Mg: Magnesium, N: Nitrogen and OM: Organic matter), C: Control area, H: Hardwood plantation and S: Softwood plantation



شکل ۳- رسته بندی گونه‌های گیاهی بر اساس CCA (Bul den: وزن مخصوص ظاهری، Clay: رس، Sand: شن، Silt: سیلت، Ca: کلسیم، pH: اسیدیته، Mg: منیزیم، N: ازت کل و OM: ماده آلی)، منطقه شاهد، H: جنگلکاری پهن‌برگ و S: جنگلکاری سوزنی‌برگ.

Figure 3. CCA- ordination diagram of the plant species (Bul den: Bulk density, Ca: Calcium, Mg: Magnesium, N: Nitrogen and OM: Organic matter), C: Control area, H: Hardwood plantation and S: Softwood plantation.

جدول ۴- مقایسه میانگین خصوصیات خاک بین مناطق مورد بررسی

Table 4. Mean comparison of soil characteristics amongst study areas

شاهد Control	سوزنی‌برگ Softwood	پهن‌برگ Hardwood	متغیر Variable	شاهد Control	سوزنی‌برگ Softwood	پهن‌برگ Hardwood	متغیر Variable
شنی‌لومی	شنی‌لومی	شنی‌لومی	بافت خاک Texture	7.4 b	6.62 c	7.73 a	اسیدیته pH
63 c	63.5 b	68 a	شن (٪) Sand (%)	2.69 b	2.64 b	3.52 a	ماده آلی (٪) OM (%)
16 b	19.5 a	20 a	سیلت (٪) Silt (%)	0.1 b	0.11 b	0.189 a	ازت (٪) Nitrogen (%)
21 a	17 b	12 c	رس (٪) Clay (%)	23.70 a	24.51 a	22.28 a	C/N
1.3 a	1.3 b	1.2 b	وزن مخصوص ظاهری ($gr\ cm^{-3}$) Bulk density	10.7 a	7.92 b	11.65 a	فسفر ($gr\ kg^{-1}$) Phosphorus ($gr\ kg^{-1}$)
				4.60 a	4.63 a	4.67 a	پتاسیم ($gr\ kg^{-1}$) Potassium ($gr\ kg^{-1}$)
				3.7 c	4.5 b	7.1 a	کلسیم ($gr\ kg^{-1}$) Calcium ($gr\ kg^{-1}$)
				3.1 c	2.4 b	3.5 a	منیزیم ($gr\ kg^{-1}$) Magnesium ($gr\ kg^{-1}$)

حروف مختلف بیانگر تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن است.

Different lowercase letters represent difference significant according to Duncan test.

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که جنگلکاری با گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ اثرهای متفاوتی بر ترکیب گونه‌ای و ویژگی‌های خاک منطقه دارند. به‌طوری‌که بر اساس تجزیه‌وتحلیل چند متغیره، قطعات نمونه منطقه جنگلکاری شده با گونه‌های پهن‌برگ اقاقیا و زبان‌گنجشک، کلسیم، ازت، ماده آلی، منیزیم، شن و سیلت بالایی داشته و خاک تمایل به آهکی شدن دارد. به عبارتی مقدار عناصر غذایی در این گروه بالا بوده و وزن مخصوص ظاهری پایین است. درحالی‌که در نقطه مقابل آن، قطعات نمونه مربوط به منطقه شاهد قرار دارند که در آن وزن مخصوص ظاهری و مقدار رس بالاست. به نظر می‌رسد اقدامات اولیه برای جنگلکاری و به هم زدن خاک موجب کاهش درصد رس در توده‌های جنگلکاری نسبت به شاهد شده است. در حالت کلی مقدار عناصر غذایی و ماده آلی در مناطق جنگلکاری شده بیشتر از منطقه شاهد و وزن مخصوص ظاهری کمتر از آن بود. برخی از مطالعات نشان دادند که پوشش‌های گیاهی اعم از درختی، درختچه‌ای یا گیاهان علفی و پهن برگان یا سوزنی‌برگان بر محیط اطراف خود تأثیر گذاشته که این تأثیرات بر اساس نحوه مدیریت پوشش گیاهی و قدمت آن متفاوت است (Pourbabaei *et al.*, 2015; Zarrinkafsh, 2002). درحالی‌که Miles (1985) ادعا می‌کند که گونه‌های مختلف روی خاک اثرهای متفاوتی دارند. او عامل این تفاوت‌ها را اختلاف گونه‌های مختلف در مقدار جذب مواد معدنی، کیفیت لاشبرگ‌ها و سرعت رشد این گونه‌ها می‌داند؛ اما از طرفی Jobidon و همکاران (2004) با بررسی اثر کشت *Picea marina* در شرق کانادا اعلام کردند که با افزایش تاج پوشش این‌گونه، حاصلخیزی خاک کاهش پیدا می‌کند که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی نداشت. آن‌ها پایین بودن دمای هوا و از طرفی تراکم بالای این جنگلکاری‌ها را عامل کندی تجزیه و کاهش حاصلخیزی خاک معرفی می‌کنند. درحالی‌که در منطقه مورد بررسی در سنندج، به خاطر دمای بالای هوا، مقدار تجزیه لاشبرگ‌ها بیشتر صورت گرفته و سبب شده که مقدار حاصلخیزی این منطقه از منطقه شاهد بیشتر باشد. هر چند که تجمع عناصر غذایی در آن نسبت به منطقه جنگلکاری با گونه‌های پهن‌برگ کمتر است.

علاوه بر این Johnson (1995) نشان داد که مقدار ازت در خاک گونه پهن‌برگ *Ceanothus velutinus* بیشتر از مقدار این عنصر در خاک جنگلکاری‌های *Pinus jeffreyi* بوده است که این مسئله با فعالیت گونه تثبیت‌کننده ازت مذکور، ارتباط داشته است. از نظر مقدار فسفر قابل‌جذب نیز جنگل‌کاری پهن‌برگ نسبت به منطقه سوزنی‌برگ و منطقه شاهد با اختلاف معنی‌داری وضعیت بهتری را نشان می‌دهد. کمبود فسفر در خاک تحت پوشش سوزنی‌برگان را می‌توان به فعالیت بیولوژیکی ضعیف-تر میکروارگانیسم‌ها در لایه‌های آلی سطح خاک در مقایسه با خاک جنگل‌کاری پهن‌برگ نسبت داد (Fakhari rad, 2006). Eshaghi Rad و همکاران (2014) با ارزیابی کمی جنگلکاری کاج سیاه (*Pinus nigra*) و تأثیر آن بر تنوع گونه‌ای و ویژگی‌های شیمیایی خاک اکوسیستم‌های مرتعی در ارومیه نشان دادند که میانگین کربن آلی و نیتروژن کل در منطقهٔ شاهد بیشتر از منطقهٔ جنگلکاری بود. نتایج پژوهش حاضر همچنین نشان داد جنگلکاری بر ترکیب گونه‌های علفی نیز تأثیرگذار است. حضور درخت و ایجاد پوشش بر روی خاک شرایط نوری و ادافیکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در نتیجه بذور مدفون و در حالت خواب (بانک بذر خاک) در خاک می‌توانند در شرایط جدید ایجادشده امکان جوانه‌زنی

پیدا کنند (Heydari *et al.*, 2013). حذف موقت گونه‌های گیاهی و قرار گرفتن در بانک بذر دائم یا موقت در مطالعات مختلف تأییدشده است. خصوصیات بانک بذر خاک در جنگل‌کاری در منطقه بیجینگ چین بررسی و مشخص شد که ترکیب و تنوع بانک بذر بین جنگل طبیعی و منطقه جنگل‌کاری شده تفاوت آشکار نشان داد. این تغییر اثر آشکاری بر ترکیب پوشش گیاهی روزمینی داشت و مؤید این مطلب بود که بانک بذر نقش مهمی در تبدیل و تغییر جنگل‌کاری خالص به جنگلی شبیه جنگل مجاور طبیعی می‌تواند ایفا کند (Hu *et al.*, 2013).

با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان گفت که جنگلکاری با گونه‌های پهن‌برگ می‌تواند موجب افزایش حاصلخیزی خاک شود. همچنین تحول خاک و پوشش گیاهی در رابطه با جنگلکاری بیشتر در رابطه با خصوصیات شیمیایی بود و بنابراین در مدیریت چنین عرصه‌هایی باید تمرکز اصلی بر مدیریت این ویژگی‌ها باشد.

Reference

- Augusto, L., J. Ranger, D. Binkley & A. Rothe, 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility, *Annals of Forest Science*, 59(3): 233-254.
- Barbier, S., F. Gosselin & 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), 1-15.
- Black, C.A., 1979. Methods of soil analysis, American Society of Agronomy, 2: 771-1572.
- Bouyoucos, G.J., 1927. The hydrometer as a new method for the mechanical analysis of soils, *Soil Science*, 23(5): 343-353.
- Bray, R.H. & L.T. Kurtz, 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils, *Soil Science*, 59(1): 39-46.
- Bremmer, J.M. & C.S. Mulvaney, 1982. Nitrogen total. In: Page AL et al (eds), Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties 9, American Society of Agronomy, Inc., Madison, pp 595-624.
- Eshaghi Rad, J., P. Ghaffarnejad & A. Banedg Shafiee, 2014. Quantitative evaluation of Pinus nigra plantation and its effect on plant diversity and soil chemical properties of rangeland ecosystems (Case study: Urmia airport plantation), *Iranian Journal of Forest*, 16(4): 471-482 (In Persian).
- Fakhari rad, M. 2006. Evaluation the effect of *Pinus taeda* plantation on some forest soils properties in Guilan province. Msc thesis. Forestry department, Guilan University, Guilan, Iran, 101 p. (In Persian)
- Gilliam, F.S., 2007. The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems, *Bio Science*, 57(10): 845-858.
- Gara, R. & S. Healey, 2003. The effect of a teak (*Tectonia grandis*) plantation on the establishment of native species in an abandoned pasture in Costa Rica, *Forest Ecology and Management*, 176(1-3): 497-507.
- Heydari, M., H. Poorbabaei, O. Esmaelzade, D. Pothier & A. Salehi, 2013. Germination characteristics and diversity of soil seed banks and above-ground vegetation in disturbed and undisturbed oak forests, *Forest*
- Jobidon, P., G. Cyr & N. Thiffault, 2004. Plant species diversity and composition along an experimental gradient of northern hardwood abundance in *Picea mariana* plantations, *Forest Ecology and Management*, 198(1-3): 209-221.
- Johnson, D.W., 1995. Soil properties beneath Ceanothus and Pine stands in the Eastern Sierra Nevada, *Soil Science Society of America Journal*, 59(3): 918-924.
- Kalra, Y.P. & D.G. Maynard, 1991. Methods manual for forest soil and plant analysis. Forestry Canada. Northwest Region. Northern Forestry Centre. Edmonton, Alberta. Information Report NOR-X-319E. 116 p.
- Klute, A., 1986. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods: American Society of Agronomy, Inc., 1188 p.
- Koneshlo, H., 2002. Afforestation in arid regions, Research Institute of Forests and Rangelands Press, 516 p.

science and practice, 15(4): 286-304.
- Hu, Z., Y. Yang, P.S. Leng, D. Dou, B. Zhang & B. Hou, 2013. Characteristics of soil seed bank in plantation forest in the rocky mountain region of Beijing, China, *Journal of Forestry Research*, 24 (1): 91-97.
- Inagaki, Y., S. Miura & A. kohzo, 2004. Effects of forest type and stand age on litter fall quality and soil N dynamics in shikoka district, southern japan, *Forest ecology and management*, 202(1-3):107-117.
- Ito, S., R. Nakayama & 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(2-3): 213-235.
- Marvi Mohajer, M.R., 2005. Silviculture, Tehran University Press, Tehran, 387 p. (In Persian).
- Maranon, T., R. Ajbilou, F. Ojeda & J. Arroya, 1999. Biodiversity of woody species in oak woodland of southern Spain and northern Morocco, *Forest Ecology and management*, 115 (2-3): 147-156.
- Miles, J., 1985. The pedogenic effects of different species and vegetation types and the implications of succession, *Journal of soil science*, 36(4): 571-584.
- Moreno, G., J.J. Obrador & A. Garcia, 2007. Impact of evergreen oaks on soil fertility and crop production in intercropped dehesas, *Agriculture Ecosystems and Environment*, 119(3):270–280.
- Parrotta, J.A., 1999. Productivity, nutrient cycling, and succession in single- and mixed-species plantations of Casuarina equisetifolia, Eucalyptus robusta, and Leucaena leucocephala in Puerto Rico, *Forest Ecology and Management*, 124(1): 45–77.
- Pourbabaei, H., S. Shadram & M. Khorasani, 2005. Comparison plant diversity in Alnus subcordata with Fraxinus coriariifolia Scheele- Acer insigne plantations in Tanean region. Guilan, *Iranian Journal of Biology*, 17(4): 357- 368 (In Persian).
- Pourbabaei, H., M. Eskandari, M. Ghodskhah & M. Heydari, 2015. The interaction between diversity of herbaceous species and history of planting, Masal's plantations, Guilan Province, Iran, *Journal of Biological Diversity*, 16(1): 84-88.
- Zarrinkafsh, M., 2002. Forest soil, Publications, Research Institute of Forests and Rangelands, Number 292: 428 p. (In Persian).

Analysis of understory plant composition in hardwoods and conifers plantations and their relation to soil characteristics

M. Heydari[1*], N. Shabanian[2], M. Zeinivand Zadeh[3] and J. Mirzaei[4]

1- Assistant Professor, Forestry department, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, I.R. Iran.
2- Associate Professor, Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources, Kurdistan University, Sanandaj, I.R. Iran.
3- M.Sc. of Forestry, Kurdistan University, Sanandaj, I.R. Iran.
4- Assistant Professor, Forest science department, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, I.R. Iran.

Received: 15.03.2015 Accepted: 22.09.2015

Abstract

This study aims at analyzing the understory plant species composition in relation to soil characteristics in forest plantations. For this purpose, two plantations with coniferous (*Cupressus arizonica* and *Biota orientalis*) and broad-leaved species (*Fraxinus rotundifolia* and *Robinia pseudoacacia*) along with a nearby non-forested control area were selected in Gerizeh of Sanandaj, Kurdistan province, western Iran. Random systematic method with a network dimension of 75×50 m was used for collecting soil samples and vegetation data. Canonical Correspondence Analysis (CCA) differentiated the three sites in terms of soil and vegetation parameters. Results show that the majority of samples belonging to the hardwood plantation contained high values of OC, N, Mg, sand, silt and Ca which had a positive correlation with pH. The control area, showed significant correlation with clay and bulk density. Most samples of conifer plantation, however, had the lowest OC, P, N, Mg and pH. The most abundant understory species in the broadleaf plantation were *Geranium tuberosum* and *Vicia michuuxii*, in conifer plantation *Erysium billardieri* and *Galium vernum*, and in the control area *Bromus tectorum* and *Euphorbia denticulata*.

Keywords: Broad-leaved, Conifer, Multivariate analysis, Sanandaj.

[*] Corresponding author: Email: m_heydari23@yahoo.com