

بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جنگل کاری‌های توسکای بیلاقی (*Alnus subcordata*) شهرستان تنکابن

- ◀ **محمد هادی معتمدی**؛ کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
- ◀ **محمد رضا پورمجیدیان**؛ دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ایران
- ◀ **حمید جلیلود**؛ دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ایران
- ◀ **سیدمحمد حجتی**؛ استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ایران
- ◀ **محمدنقی عادل***؛ دانشجوی دکتری علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۱۱)

چکیده

خاک جنگل از عوامل اصلی در بوم‌سامانه جنگلی است که در کنار سایر عوامل بوم‌شناختی الگوی پراکنش پوشش گیاهی را تعیین می‌کند. عرصه‌های طبیعی از جمله جنگل‌ها به دلایل مختلف در سال‌های گذشته مورد بهره‌برداری شدید قرار گرفته‌اند که این امر باعث کاهش حاصلخیزی خاک و عدم استمرار تولید شده است. هدف از این پژوهش ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جنگل کاری توسکای بیلاقی در جنگل‌های شهرستان تنکابن است. بدین منظور ابتدا منطقه جنگل کاری شده با گونه توسکای بیلاقی خالص شناسایی شد. قطر برابرسینه و ارتفاع درختان توسکا و همچنین زادآوری در هر قطعه نمونه اندازه‌گیری شد. ضمن جداسازی لاشبرگ از سطح خاک، از دو عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متری نمونه برداری انجام شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و ویژگی‌های آن مانند شن، رس، سیلت، درصد رطوبت اشباع، رطوبت نسبی، کربن آلی، هدایت الکتریکی، اسیدیته، کربنات کلسیم، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، ازت و درصد ماده آلی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که رطوبت در جهت شرقی بیشتر از جهت غربی است. همچنین بین قطر برابرسینه، ارتفاع و زادآوری با رطوبت، ازت، فسفر و ماده آلی همبستگی مثبت و با درصد رس، درصد شن، هدایت الکتریکی، اسیدیته و کربنات کلسیم همبستگی منفی وجود داشت. از گونه توسکا می‌توان، در مکان‌هایی که دارای شرایط خاکی مشابه با منطقه مورد مطالعه هستند به‌عنوان یک گونه بومی برای جنگل کاری استفاده کرد که هم از نظر اقتصادی و هم از نظر زیست-محیطی مناسب جنگل‌های شمال کشور است.

کلمات کلیدی: حاصلخیزی خاک، پراکنش، جهت، توسکای بیلاقی، تنکابن.

مقدمه

جغرافیایی که در اثر تغییرات شرایط دامنه پیش آمده و باعث شده است که دامنه وسیع تری از تغییرات خاکی و زنده در این جنگل‌ها به وجود آید (Salehi, 2004). با مطالعه پوشش گیاهی و عوامل محیطی همچون فیزیوگرافی و خاک می‌توان به پایداری جوامع گیاهی و همبستگی این عوامل با پوشش گیاهی پی برد که این مسئله از نظر توسعه و احیای جوامع جنگلی بسیار مهم و کاربردی است. عوامل فیزیوگرافی که بر میزان رطوبت خاک، شیمی خاک و سایر مشخصه‌های آن تأثیر دارند، نقش مهمی در استقرار و پراکنش گونه‌های گیاهی دارند (Nouri et al., 2011; Basiri, 2003). ریشه‌های توسکا سطحی بوده است و سرعت رشد و توسعه اندام‌های آن در خاک‌های عمیق، سبک و سرشار از هوموس و عناصر غذایی خیلی سریع و چشمگیر است. به علت جذب آب زیاد و در نتیجه سنگینی اندام‌های هوایی آن در شیب‌های تند با خاک‌های لغزشی کمتر دیده می‌شود. ارتفاع گونه توسکای ییلاقی از چهل متر تجاوز می‌کند، این گونه برای حفظ بوم‌سامانه مناطق ماندابی و زهکشی خاک گونه‌ای ارزشمند است (Zare & Habashi, 2000).

Naseri (۱۹۸۷) به بررسی اثر توپوگرافی و اقلیم در پیدایش خاک‌های منطقه گرگان پرداخت و به این نتیجه رسید که شرایط جهت دامنه و تأثیر طبیعی باران، در تحول و تکامل خاک تأثیر مثبت دارد. Chiti و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی تأثیر جنگل‌کاری خالص و آمیخته بلوط با توسکای ییلاقی در ایتالیا اعلام کردند که مقدار کربن آلی در لایه اولیه خاک تا عمق ۱۵ سانتی‌متر در مناطق جنگل‌کاری آمیخته بیشتر از توده خالص دست-کاشت است. Forrester (۲۰۰۶) جنگل‌کاری خالص و آمیخته اکالیپتوس و آکاسیا را در استرالیا مطالعه کرد. نتایج نشان داد که میزان زی‌توده در جنگل‌کاری آمیخته در هر دو توده بعد از گذشت ۱۱ سال افزایش یافته و میزان کربن در جنگل‌کاری آمیخته دچار تغییرات مثبت شده و نیز میزان بیوماس در جنگل‌کاری آمیخته از توده

خاک جنگل یکی از عوامل اصلی در بوم‌سامانه جنگلی محسوب می‌شود که در کنار سایر عوامل مانند آب‌وهوا، عوامل زنده و فیزیوگرافی یکی از عوامل اصلی پراکنش پوشش گیاهی در این مجموعه است. برای استقرار گونه‌های گیاهی، رشد و نمو، تکثیر و پراکنش آن‌ها نه تنها خاک بلکه عوامل دیگر از جمله آب‌وهوا و عوامل توپوگرافی (جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا و شیب) نقش تعیین‌کننده دارند و در واقع بقاء و پایداری بوم‌سامانه جنگلی، در گرو برهم‌کنش این عوامل است. در جنگل بازتاب این اثرها مختلف و در سیمای ظاهری جنگل نمود پیدا می‌کند (Salehi, 2004). جنگل‌های شمال کشور که به جنگل‌های هیرکانی مشهور هستند، متعلق به دوران سوم زمین‌شناسی هستند. این جنگل‌ها با تنوع بالای گونه‌های درختی، درختچه‌ای و علفی خود از مهم‌ترین بوم‌سامانه جنگلی کشور محسوب می‌شوند. یکی از این گونه‌های درختی توسکای ییلاقی (*Regel Alnus cordifolia Ten Var subcordata*) است که از نظر اقتصادی دارای اهمیت فراوان است (Saeid, 1995). توسکا از لحاظ حجمی ۹ درصد ترکیب گونه‌ای جنگل‌های شمال ایران را تشکیل می‌دهد (Saeid, 1995). توسکا همانند گونه صنوبر از رویش قابل توجهی برخوردار است و از طرف دیگر با دارا بودن خاصیت تثبیت ازت، دارای توان تولید نیتروژن زیاد به‌منظور جبران کاهش نیتروژن خاک در اثر استفاده‌های کوتاه‌مدت و مکرر از عرصه است. این گونه سرعت تجزیه لاشبرگ بالایی دارد، از این رو به‌طور طبیعی نقش مهمی در اصلاح خاک و بهبود شرایط رویشگاه ایفا نموده و بر رشد سایر گونه‌ها نیز مؤثر است (Habibi Kaseb, 1992). وجود خاک‌های مختلف با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی متفاوت در نقاط مختلف جنگل‌های شمال، حاکی از شرایط متنوعی است که در نقاط مختلف این جنگل‌ها حکم‌فرما است. دلایل زیادی برای شکل‌گیری این تنوع ذکر شده از جمله شرایط توپوگرافی، جهات

موجود در خاک در طول اولین دوره نهال‌کاری تأثیر داشت به طوری که مقدار آن از ۰/۱۱ به ۰/۱۴ درصد افزایش نشان داد.

عرصه‌های طبیعی از جمله جنگل‌های شمال کشور در سال‌های گذشته به دلایل مختلف مورد بهره‌برداری شدید قرار گرفته‌اند که این امر باعث کاهش توان حاصلخیزی خاک و عدم استمرار تولید شده است. بنابراین، کاشت گونه‌های تقویت‌کننده خاک رویشگاه در این مناطق از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. از جمله این گونه‌ها، درختان توسکا هستند، که با قدرت تثبیت ازت نقش به‌سزایی در اصلاح خاک و افزایش پتانسیل تولید جنگل خواهند داشت (Salehi, 2004). توسکای ییلاقی با توجه به انعطاف‌پذیری و سازگاری کامل با شرایط بوم‌شناختی شمال می‌تواند در تولید چوب نقش مؤثری ایفاء کند. همزیستی با اکتینومیست‌های تثبیت‌کننده ازت از ویژگی‌های مهم این گونه بوده که آن را به‌عنوان حاصلخیزکننده خاک تبدیل کرده است (Zare & Habashi, 2000). هدف از این پژوهش بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جنگل‌کاری‌های توسکای ییلاقی شهرستان تنکابن در استان مازندران در دو جهت غربی و شرقی بود.

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه در استان مازندران (نوشهر) و زیر نظر اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان تنکابن در دو جهت جغرافیایی غربی و شرقی به ترتیب در موقعیت $33^{\circ} 64'$ تا $33^{\circ} 65'$ طول جغرافیایی شرقی و عرض $48^{\circ} 52'$ تا $48^{\circ} 67'$ شمالی و بین عرض جغرافیایی $26^{\circ} 57'$ تا $45^{\circ} 58'$ شمالی و طول جغرافیایی $59^{\circ} 61'$ تا $45^{\circ} 63'$ شرقی قرار دارند. عرصه جنگل‌کاری‌های مورد مطالعه در سال ۱۳۷۰ با گونه توسکای ییلاقی نهال‌کاری صورت گرفته است. بیشترین میزان بارندگی ماهانه در سطح منطقه مربوط به ماه مهر با ۱۹۴/۱ میلی‌متر، و کم‌ترین

خالص بیشتر بود. Philip و Francesco (۲۰۰۸) با مطالعه رقابت توسکای قرمز (*Alnus rubra*) و توسکای (*Betula papyrifera*) نشان دادند که تراکم توسکای قرمز به‌طور مثبت با نیتروژن کل قابل دسترس موجود در خاک همبستگی دارد، و در مورد تراکم توس این مسئله صادق نبود. Ana و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر عملیات زراعی بر شرایط رویشگاه و الگوهای پراکنش گونه‌ها در جنگل‌کاری‌های توسکای قشلاقی را که در مجاورت جنگل کهن‌سال در جنوب غرب لهستان بود مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که میزان نیتروژن و فسفر موجود همیشه در خاک‌های جنگلی کهن‌سال بیشتر از خاک‌های جنگل‌کاری بوده و با گذر زمان مقدار آن‌ها افزایش می‌یابد. Tatjana و همکاران (۲۰۱۱) به مطالعه در مورد احیاء مناطق مخروبه با گونه‌های توسکای سیاه (*Alnus glutinosa*) و توس نقره‌ای (*Betula pendula*) و کاج اسکاتلندی (*Pinus sylvestris*) در استونی پرداخته و نتیجه گرفتند تمام گونه‌های مورد مطالعه دچار فقر فسفر و نیتروژن بودند. همچنین گونه‌های خزان‌کننده دچار فقر پتاسیم نیز بودند. در اولین سال پس از کشت، توسکای سیاه بهترین انطباق را در مقابل شرایط سخت خاک پس از استخراج معدن داشت. Kevin و همکاران (۲۰۱۱) در ناحیه جنوب بریتیش کلمبیا به بررسی واکنش رشد توسکا قرمز (*Alnus rubra*) به اثر کود دهی با فسفر پس از نهال‌کاری پرداختند و اعلام کردند که افزایش فسفر هنگام کشت، به میزان قابل توجهی باعث افزایش ارتفاع (۱۵-۱۱ درصد)، قطر (۲۶ درصد) و حجم ساقه (۶۴-۶۲ درصد) در طول سه سال شد و بیشینه میزان رشد به دلیل کوددهی، به مقدار ۳۰ گرم برای هر درخت اتفاق افتاد. Veiko و همکاران (۲۰۱۱) ضمن پژوهش در توده جنگل‌کاری با گونه توسکای خاکستری (*Alnus incana*) در استونی نشان دادند که جنگل‌کاری در مناطق جنگلی رها شده با استفاده از توسکای خاکستری، به میزان قابل توجهی بر وضعیت نیتروژن

یک از چهار جهت جغرافیایی قطعات نمونه به مساحت ۵ مترمربع در نظر گرفته شد.

نمونه برداری خاک

در هر قطعه نمونه، از ۵ نقطه به طور تصادفی نمونه‌های خاک پس از کنار زدن لاشبرگ از سطح خاک از دو عمق ۰-۱۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متری برداشت شد. این نمونه‌ها پس از مخلوط کردن به‌عنوان یک نمونه ترکیبی به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های خاک تهیه شده از هر عمق پس از ارسال به آزمایشگاه، ابتدا در محیط آزمایشگاه (دما و رطوبت محیط آزمایشگاه) خشک شد و پس از کوبیده شدن از الک دو میلی‌متری استاندارد (به‌استثنای مقداری از خاک‌های تهیه‌شده برای تعیین جرم مخصوص) عبور داده شدند و بدین ترتیب هر یک از نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌ها آماده شدند. در آزمایشگاه، مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی این نمونه‌ها شامل بافت خاک به روش هیدرومتری بایکاس، وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه، درصد رطوبت اشباع به روش تهیه گل اشباع اندازه‌گیری شد (Jafari Haghighi, 2003). اسیدیته خاک با استفاده از دستگاه pH الکتریکی با مخلوط خاک و آب مقطر و به نسبت ۱ به ۲/۵ (Ali Ehyayi & Behbahani zade, 1993). نیتروژن کل به روش کجلدال (Bremner & Mulvaney, 1982)، کربن آلی به روش والکلی- بلک (Alison, 1965)، کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری (Ali Ehyayi & Behbahani zade, 1993)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (Moreno et al., 2007)، پتاسیم قابل جذب با عصاره‌گیری با استات آمونیوم یک مولار (Soil Survey Staff, 1984) اندازه‌گیری شد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

ابتدا داده‌ها وارد نرم‌افزار اکسل شده و سپس به نرم‌افزار SPSS (۱۸) منتقل شد. در اولین مرحله نرمال بودن

میزان بارندگی ماهانه مربوط به ماه اردیبهشت، با ۴۴/۸ میلی‌متر است. بیشترین میزان بارندگی در فصل پاییز با ۴۷۳ میلی‌متر و کم‌ترین میزان بارندگی در فصل بهار برابر ۱۳۷/۳ میلی‌متر بود. در مجموع میزان متوسط بارندگی سالیانه ۱۱۳۱ میلی‌متر برآورد شد. میانگین دمای حوزه ۱۴/۷ درجه سلسیوس، کم‌ترین دما ۱۰/۷۴ درجه سلسیوس و بیش‌ترین دما ۲۴/۸۴ درجه سلسیوس است.

روش پژوهش

پس از بازدید و بررسی جنگل مورد مطالعه، مناطقی که با گونه توسکای ییلاقی به‌طور خالص جنگل‌کاری شده بود شناسایی و انتخاب شدند. دو منطقه (دامنه غربی و دامنه شرقی) مورد بررسی قرار گرفت. این دو منطقه در فاصله ۸۰۰ متری از یکدیگر قرار داشتند و از نظر شیب، ارتفاع از سطح دریا و مواد مادری، شرایط مشابهی داشتند. تعداد ۳۰ قطعه نمونه در هر دامنه و در مجموع تعداد ۶۰ قطعه نمونه برداشت شد. روش نمونه‌برداری تصادفی سیستماتیک با شبکه آماربرداری ۵۰ × ۱۰۰ متر و شکل قطعات نمونه دایره‌ای با مساحت ۵۰۰ مترمربع در نظر گرفته شد. به‌منظور پیاده کردن شبکه آماری در عرصه، ابتدا به‌طور تصادفی در هر یک از دامنه‌های غربی و شرقی، قطعه نمونه اول مشخص شده و مختصات جغرافیایی آن با استفاده از دستگاه GPS ثبت و در نقشه منطقه محل آن تعیین شد. در ادامه با استفاده از نرم‌افزار GIS، قطعات نمونه شبکه آماربرداری در نقشه تعیین شد. با توجه به مختصات جغرافیایی مرکز هر قطعه نمونه، در طبیعت این قطعات مشخص و داده‌های مورد نظر برداشت و در فرم‌های آماربرداری ثبت شد. برای پیاده کردن قطعات نمونه دایره‌ای، مرکز قطعه نمونه به طول ۱۲/۶۲ متر را در طبیعت مشخص و قطر برابر سینه و ارتفاع درختان درون آن اندازه‌گیری شد. برای بررسی زادآوری در مرکز هر قطعه نمونه و هر

شیمیایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین بین لایه‌های مختلف خاک (بین عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰) نیز اختلاف معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد (جدول ۲).

نتایج همبستگی پیرسون در جهت شرقی نشان داد که قطر برابر سینه با رطوبت و ازت همبستگی مثبت و با اسیدیته و هدایت الکتریکی همبستگی منفی دارد. از طرفی ارتفاع توسکا در جهت شرقی با رطوبت همبستگی مثبت داشت. زادآوری در جهت شرقی با رطوبت، فسفر و ازت همبستگی مثبت و با رس و اسیدیته همبستگی منفی نشان داد. در مورد سایر عوامل خاک ارتباط معنی‌داری در جهت شرقی مشاهده نشد. در جهت غربی قطر برابر سینه با رطوبت، درصد مواد خنثی شونده، ازت و درصد ماده آلی همبستگی مثبت و با شن و هدایت الکتریکی همبستگی منفی داشت. در این جهت میانگین ارتفاع توسکا با رطوبت نسبی همبستگی مثبت و با درصد شن، درصد رس، هدایت الکتریکی و اسیدیته همبستگی منفی داشت. در جهت غربی زادآوری با رطوبت نسبی، درصد مواد خنثی شونده و درصد مواد آلی همبستگی مثبت و با درصد شن، درصد رس، اسیدیته و هدایت الکتریکی همبستگی منفی داشت. در مورد سایر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ارتباط معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد (جدول ۳).

داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد و سپس با استفاده از آزمون تی غیر جفتی (Independent sample t tests) بین متغیرهای مورد نظر مقایسه صورت گرفت. برای بررسی همبستگی بین متغیرهای اندازه‌گیری شده و عوامل خاک از همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج

بین دو منطقه از نظر ارتفاع درختان توسکا و زادآوری اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد مشاهده شد، به طوری که هر دو عامل در جهت شرقی بیشتر از جهت غربی بود. از نظر قطر برابر سینه اختلاف معنی‌داری بین دو منطقه مشاهده نشد (جدول ۱). مقایسه بین ویژگی‌های فیزیکی خاک در جهت شرقی و غربی نشان داد که این دو جهت از نظر رطوبت، دارای اختلاف معنی‌داری هستند به طوری که در جهت شرقی رطوبت بیشتر از جهت غربی است ولی در مورد سایر ویژگی‌های فیزیکی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مورد ویژگی‌های شیمیایی خاک بین دو جهت شرقی و غربی از نظر pH، شوری، مواد خنثی شونده، ازت و ماده آلی اختلاف معنی‌داری وجود داشت به طوری که pH، ازت و ماده آلی در جهت شرقی و شوری و مواد خنثی شونده (TNV) در جهت غربی بیشتر بود. در مورد سایر عوامل

جدول ۱- مشخصات اندازه‌گیری شده در مناطق مورد مطالعه بر اساس آزمون تی غیر جفتی

متغیر	جهت غربی	جهت شرقی
قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	۱۸/۴۸ ^a	۱۸/۷۶ ^a
ارتفاع (متر)	۱۹/۰۵ ^b	۲۳/۱۶ ^a
زادآوری (n/ha)	۲۴۶۶/۷ ^b	۳۹۸۰ ^a

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در مناطق مورد مطالعه بر اساس آزمون تی غیر جفتی

ویژگی‌های خاک	لایه‌های خاک	جهت غربی	جهت شرقی
	۰-۱۰	۲۹/۳۶ ^a	۲۹/۴ ^a
شن (درصد)	۱۰-۲۰	۳۰/۴۲ ^a	۲۷/۲۸ ^a
	۰-۱۰	۱۵/۴۳ ^a	۱۳/۲۹ ^a
رس (درصد)	۱۰-۲۰	۱۶/۷۱ ^a	۱۳ ^a
	۰-۱۰	۴۸/۲۸ ^a	۴۶/۴۳ ^a
سیلت (درصد)	۱۰-۲۰	۴۷/۸۵ ^a	۵۱/۷۱ ^a
	۰-۱۰	۷۷/۹۴ ^a	۷۴/۵۱ ^a
رطوبت اشباع (SP%)	۱۰-۲۰	۶۲/۹۵ ^a	۶۴/۷۸ ^a
وزن مخصوص ظاهری (g/cm ³)	۰-۱۰	۱/۲۱ ^a	۱/۲۷ ^a
	۱۰-۲۰	۱/۳۲ ^a	۱/۳۵ ^a
رطوبت نسبی (درصد)	۰-۱۰	۴۵/۲ ^b	۵۴/۳۷ ^a
	۱۰-۲۰	۳۲/۴۵ ^a	۳۵/۰۱ ^a
درصد کربن آلی (OC%)	۰-۱۰	۴/۴۱ ^a	۴/۴۵ ^a
	۱۰-۲۰	۲/۱۳ ^a	۱/۵۶ ^a
اسیدیته (pH)	۰-۱۰	۵/۹۴ ^a	۵/۰۱ ^b
	۱۰-۲۰	۵/۸۶ ^a	۴/۰۳ ^b
هدایت الکتریکی (EC%)	۰-۱۰	۰/۴ ^b	۰/۵۹ ^a
	۱۰-۲۰	۰/۲۴ ^b	۰/۴ ^a
درصد مواد خنثی شونده (TNV%)	۰-۱۰	۵/۰۳ ^b	۶/۸۷ ^a
	۱۰-۲۰	۵/۵۳ ^b	۸ ^a
فسفر قابل جذب (mg/kg)	۰-۱۰	۱۰/۶۸ ^a	۱۶/۵۷ ^a
	۱۰-۲۰	۱۱/۱۷ ^a	۱۶/۰۷ ^a
پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	۰-۱۰	۱۹۰ ^a	۲۲۵/۱۴ ^a
	۱۰-۲۰	۹۴/۷۱ ^a	۱۱۵/۷۱
کلسیم قابل جذب (mg/kg)	۰-۱۰	۹۰۳/۴۲ ^a	۹۵۱/۴۲ ^a
	۱۰-۲۰	۶۷۲ ^a	۶۹۴/۲۹ ^a
منیزیم قابل جذب (mg/kg)	۰-۱۰	۱۵۷/۴۲ ^a	۱۵۱ ^a
	۱۰-۲۰	۱۵۵/۷۱ ^a	۱۲۸/۵۷ ^a
ازت (درصد)	۰-۱۰	۰/۵۹ ^a	۰/۴۳ ^b
	۱۰-۲۰	۰/۳۱ ^a	۰/۱۵ ^b
	۰-۱۰	۷/۶۱ ^a	۵/۶۷ ^b
ماده آلی (OM%)	۱۰-۲۰	۳/۶۷ ^a	۲/۳ ^b

جدول ۳- همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های توسکا و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جهت شرقی و غربی					
ویژگی‌های خاک	قطر برابر سینه		ارتفاع		زادآوری
	شرقی	غربی	شرقی	غربی	غربی
درصد شن	۰/۲۵۵ ^{ns}	-۰/۶۱۹*	۰/۳۵۸ ^{ns}	-۰/۶۷۴*	-۰/۵۷۶*
درصد رس	-۰/۰۳ ^{ns}	-۰/۰۵ ^{ns}	۰/۲۹۸ ^{ns}	-۰/۵۹۱*	-۰/۱۸۴ ^{ns}
درصد سیلت	-۰/۴ ^{ns}	۰/۱۵۶ ^{ns}	-۰/۲۳۸ ^{ns}	-۰/۲۶۷ ^{ns}	۰/۱۹۰ ^{ns}
درصد اشباع (SP%)	۰/۳۸۹ ^{ns}	۰/۴۸۴ ^{ns}	۰/۱۸۸ ^{ns}	-۰/۱۹۹ ^{ns}	-۰/۴۵۸ ^{ns}
وزن مخصوص ظاهری (g/m ³)	-۰/۴۷۰ ^{ns}	-۰/۱۸۷ ^{ns}	-۰/۱۲۵ ^{ns}	۰/۳۸۰ ^{ns}	-۰/۱۰۹ ^{ns}
رطوبت نسبی (درصد)	۰/۷۷۰*	۰/۸۴۰**	۰/۲۸۸ ^{ns}	۰/۶۱۷*	۰/۶۴۷*
درصد کربن آلی (OC%)	۰/۱۰۶ ^{ns}	۰/۴۹۲ ^{ns}	۰/۴۱۶ ^{ns}	-۰/۱۹۱ ^{ns}	۰/۴۷۳ ^{ns}
اسیدیته (pH)	-۰/۶۴۹*	-۰/۱۲۳ ^{ns}	-۰/۱۱۹ ^{ns}	-۰/۶۳۷*	-۰/۸۸۳**
هدایت الکتریکی (EC%)	-۰/۶۹۱*	-۰/۷۷۲**	۰/۳۲۴ ^{ns}	-۰/۵۹۶*	-۰/۶۱۳*
درصد مواد خنثی شونده (TNV)	-۰/۱۷۸ ^{ns}	۰/۹۱۴**	-۰/۰۴۶ ^{ns}	-۰/۳۷۵ ^{ns}	۰/۷۱۰*
فسفر قابل جذب (ppm)	-۰/۱۵۲ ^{ns}	-۰/۲۱۱ ^{ns}	-۰/۰۱ ^{ns}	-۰/۳۱۰ ^{ns}	-۰/۱۱۲ ^{ns}
پتاسیم قابل جذب (ppm)	۰/۲۳۹ ^{ns}	۰/۲۷۸ ^{ns}	۰/۲۲۸ ^{ns}	-۰/۱۵۶ ^{ns}	۰/۲۶۳ ^{ns}
کلسیم قابل جذب (ppm)	۰/۴۶۸ ^{ns}	۰/۳۹۲ ^{ns}	۰/۴۷۶ ^{ns}	-۰/۱۶۵ ^{ns}	۰/۴۹۱ ^{ns}
منیزیم قابل جذب (ppm)	۰/۴۲۶ ^{ns}	۰/۴۵۱ ^{ns}	۰/۳۲۲ ^{ns}	-۰/۱۴۱ ^{ns}	۰/۱۹۷ ^{ns}
درصد ازت (درصد)	۰/۸۵۷**	۰/۸۴۵**	۰/۲۱۵ ^{ns}	-۰/۲۰۵ ^{ns}	-۰/۴۰۵ ^{ns}
درصد ماده آلی (OM)	۰/۲۲ ^{ns}	۰/۶۷۵*	۰/۱۵۸ ^{ns}	-۰/۱۹۲ ^{ns}	۰/۵۶۱*

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ارتفاع درختان و زادآوری به‌طور معنی‌داری در جهت شرقی بیشتر از جهت غربی است. مهم‌ترین عامل ایجاد چنین تفاوت معنی‌داری را می‌توان رطوبت دانست. رطوبت اختلاف معنی‌داری بین دو منطقه داشت به‌طوری که جهت شرقی رطوبت بیشتری داشت. از طرفی گونه توسکا نیز گونه نپسندی است که با رطوبت بیشتر رویشگاه رشد بیشتری نشان می‌دهد (Zare & Habashi, 2000). Doroudi و همکاران (۲۰۱۰) در بینالود نیشابور مشاهده کردند که بیشترین مقدار زادآوری در جهت شرقی و کمترین مقدار آن در جهت غربی است. Mahdavi و همکاران (۲۰۱۰)، Mirzayi و همکاران (۲۰۰۷)، Sohrabi و Akbari nia (۲۰۰۵) و Shabani و همکاران (۲۰۱۰) اختلاف بین جهت‌های مختلف جغرافیایی را عامل رطوبت عنوان کردند. نتایج حاصل از همبستگی پیرسون نشان داد که برخی از عوامل خاکی تأثیر مثبت و برخی دیگر تأثیر منفی بر قطر برابرسینه، میانگین ارتفاع و زادآوری دارند. در جهت شرقی عامل رس با زادآوری گونه توسکای بیلاقی و در جهت غربی عامل شن با زادآوری، قطر برابرسینه و ارتفاع همبستگی منفی داشت. در واقع این دو عامل بر رشد گونه توسکا تأثیر منفی می‌گذارند. شن با افزایش نفوذپذیری و از دست رفتن آب و رس با فشردگی سطحی و جلوگیری از نفوذ آب سبب تأثیر منفی بر ذخیره آب در محدوده پراکنش گیاهان می‌شود. Mahdavi و همکاران (۲۰۱۰) و Mirzayi و همکاران (۲۰۰۷) شن و رس را یکی از عوامل محدودکننده رشد گیاهان معرفی کردند. عامل رطوبت هم در جهت شرقی و هم در جهت غربی با زادآوری، قطر و ارتفاع همبستگی مثبت داشت که نشان می‌دهد تأثیر زیادی بر رشد گونه توسکا داشته است. توجه به نیاز رطوبتی توسکا و رطوبت پسند بودن این گونه صحت نتایج ما را نشان می‌دهد. در هر بوم‌سامانه‌ای آب نقش مهمی در تغذیه گیاهان و

موجودات زنده، تشکیل، تکامل و حاصلخیزی خاک دارد و در پژوهش‌های زیادی مشخص شده است که میزان رطوبت خاک نقش مهمی در پراکنش گونه‌های گیاهی دارد (Smith & Smith, 1999). Zare Chahouki و همکاران (۲۰۱۲) و Pan (۲۰۰۱) در مطالعه‌های خود به این نتیجه رسیدند که رطوبت در دسترس از عوامل اصلی در استقرار و رشد گیاهان است. Shafroth و همکاران (۲۰۰۰) نیز با بررسی زادآوری طبیعی گونه‌های چوبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، رطوبت را از مهم‌ترین عوامل در استقرار زادآوری این گونه‌ها ذکر کرده و بیان می‌کنند که در این مناطق موفقیت در استقرار زادآوری به توانایی ریشه نهال به دستیابی به رطوبت خاک بستگی دارد.

اسیدیته در جهت شرقی با قطر و زادآوری و در جهت غربی با ارتفاع و زادآوری همبستگی منفی داشت و به نظر می‌رسد مانع رشد بیشتر گونه توسکا در منطقه مورد مطالعه می‌شود. Armour و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که اسیدیته بر میزان دسترسی گیاهان به مواد غذایی تأثیر منفی دارد. اسیدیته خاک یکی از ویژگی‌های مهم در قابلیت تولید رویشگاه است (Jobbagy & Jackson, 2003). ازت یکی از مهم‌ترین عناصر مورد نیاز گیاهان است که در منطقه مورد مطالعه نیز به مقدار مناسب موجود بود. این عنصر غذایی در جهت شرقی با زادآوری و قطر برابرسینه و در جهت غربی نیز با قطر برابر سینه همبستگی مثبت داشت که می‌تواند بر استقرار توسکا تأثیر مثبت داشته باشد. فسفر، عنصر مهم دیگر در منطقه است که در جهت شرقی با زادآوری همبستگی مثبت داشت. ماده آلی نیز با زادآوری و قطر در جهت غربی همبستگی مثبت داشت. در واقع ماده آلی که بسیاری از مواد غذایی و میکروارگانسیم‌ها در آن قرار دارد می‌تواند بسیاری از عناصر غذایی توسکا را تأمین کند. ازت تحت تأثیر آبشویی و فرآیندهای زیست‌شناختی قرار می‌گیرد و ماده اصلی رشد گیاه و فون و فلور خاک است (Rouhi

است. Kouch و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی در جنگل‌های مازندران به این نتیجه رسیدند که نیتروژن، فسفر و ماده آلی از عوامل اصلی و مؤثر در پراکنش گونه‌های گیاهی هستند. در جهت غربی مشاهده شد که هدایت الکتریکی و شوری با زادآوری، قطر برابر سینه و ارتفاع همبستگی منفی داشت که اثرهای بدی بر خاک منطقه می‌گذارد و مانع رشد گونه‌ها و پوشش زیرین در منطقه می‌شود. Jafari و همکاران (۲۰۰۲)، Abbadi و El-Sheikh (۲۰۰۲) و همچنین El-Ghani (۱۹۹۸) در مطالعه‌های خود مشاهده کردند که هدایت الکتریکی یک عامل منفی بر پراکنش گیاهان است. مواد خنثی شونده در جهت غربی با زادآوری و قطر برابر سینه و در جهت شرقی با قطر برابر سینه همبستگی مثبت داشتند که نشان می‌دهد با نزدیک شدن خاک منطقه به شرایط خنثی شرایط برای رشد گونه‌ها مساعد می‌شود. همان‌طور که خاک منطقه مورد مطالعه دارای شرایط خنثی است و می‌تواند جذب عناصر غذایی را برای گیاهان راحت‌تر کند. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که کاشت گونه توسکای ییلاقی عملکرد موفقی در منطقه دارد و می‌تواند هم از نظر زیست‌محیطی و هم از نظر اقتصادی مدنظر قرار گیرد. این مسئله نشان از سازگاری خوب این گونه با منطقه و شرایط خاکی منطقه دارد. با توجه به سریع‌الرشد بودن این گونه و سازگاری با شرایط جنگل‌های شمال پیشنهاد می‌شود در مناطقی که دارای شرایط خاکی مشابه هستند و عناصر غذایی مورد نیاز این گونه در آن یافت می‌شود با انجام مطالعه‌های لازم زمینه کاشت این گونه بومی را فراهم و از ورود گونه‌های نامناسب خارجی که شرایط سازگاری با جنگل‌های شمال را ندارند و تنها باعث افزایش هزینه‌ها می‌شوند جلوگیری شود.

Moghaddam *et al.*, 2011 و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه‌های خود روی توده‌های کاج جنوب فنلاند نتیجه گرفتند که با افزایش مقدار ازت خاک، میزان تولید افزایش می‌یابد و در نتیجه ذخیره کربن نیز در درازمدت زیاد شده است. فسفر نقش مهمی در تنفس، سنتز آنزیم، فراوانی گل و میوه، رویش چوب و مقاومت درخت در مقابل یخبندان و عوامل بیماری‌زا دارد (Ali Arab *et al.*, 2005). بیشترین مقدار نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن، ماده آلی در ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک جنگل‌کاری آمیخته بوده است (Sayyad *et al.*, 2007). با توجه به اینکه مواد آلی خاک از مهم‌ترین منابع غذایی برای جانداران خاک است، کاهش نسبی مقدار مواد آلی و تغییر کیفیت لاشبرگ‌ها ممکن است از عوامل کاهش جمعیت میکروارگانیسمی و در نتیجه کاهش مقدار تنفس آن‌ها باشد (Bakhshi pour *et al.*, 2012). Mokhtari و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده کرد گونه توسکا باعث افزایش نیتروژن (به‌ویژه در عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر) و ماده آلی در خاک می‌شود. Razavi (۲۰۱۰) نشان داد که عناصر نیتروژن و فسفر به مقدار زیاد مورد نیاز گیاهان هستند و می‌توانند معرف حاصلخیزی خاک باشند. نقش بیوشیمیایی مواد آلی در خاک در ایجاد بستر مناسب برای فعالیت‌های میکروارگانیسم‌ها و افزایش تعداد و تنوع فعالیت آن‌ها، افزایش عناصر غذایی و ترکیبات آلی در خاک است که به نوبه خود ظرفیت جذب و نگهداری عناصر غذایی را در خاک افزایش می‌دهد. اثر فیزیکی مواد آلی در خاک افزایش کلئیدهای آلی، سطح ویژه، ظرفیت تبدالی، ظرفیت نگهداری آب و بهبود شرایط فیزیکی خاک است (Mahdavi *et al.*, 2010)، آن‌ها در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که زادآوری با مواد آلی خاک، نیتروژن و فسفر همبستگی مثبت داشته

منابع

1. Abbadi, A.M. and El-Sheikh, G.A., 2002. Vegetation analysis of Failaka Island (Kuwait). *Journal of Arid Environments*, 50: 153-165.
2. Ali Arab, A.R., Hoseini, S.M. and Jalali, Gh., 2005. Effects of maple, locust, poplar and cedar on some physical and chemical properties of soil in the plantation in Eastern Haraz. *Iranian journal of Water and Soil Research*, 19(1): 1-11.
3. Ali Ehyaei, M. and Behbehani Zade, A.A., 1993. *Methods of soil chemical analysis*. Soil and Water Research Institute of Agricultural Extension and Education. Vol. 893, 128p.
4. Allison, L.E., 1965. Organic carbon, In Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., Clark, F.E. (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy, Madison, 1367p.
5. Anna, O., 2009. The impact of former agriculture on habitat conditions and distribution patterns of ancient wood land plant species in recent black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) Woods in south-western Poland. *Forest Ecology and Management*,
6. Anonymous, 2006. *Organization of Forests, Rangelands and watershed, Forestry planning of 2000 and 3000 area of Tonekabon*, 357p.
7. Armour, J., Cogle, L., Rasiah, V., Russel, J., 2004. *Sustaining wet tropics, A regional plan for natural resource management*. Rain Forest CRC Ltd, 115p.
8. Bakhshipour, R., Ramezanpour, H. and Lashkarboluki, E., 2012. Studying the effect of *Pinus taeda* and *Populus* sp plantation on some forest soils properties (Case study: Fidareh of Lahidjan). *Iranian Journal of Forest*, 4(4): 321-332.
9. Basiri, R., 2003. *Ecological Studies on Quercus libani Oliv. Site using environmental factors analysis in Marivan*, M.Sc. Thesis. Natural Resource Faculty, Tarbiat modarres University, Iran, 123p.
10. Bremner, J.M. and Mulvaney, 1982. Nitrogen total, in: page, A.L., Miller, R.H., Keeney, R.R. (Eds), *Methods of Soil Analysis, Part 2. Second ed.* American Society of Agronomy, Madison, WI, 595-624p.
11. Chiti, T.A., Cerini, Puglisi, A., Sansei, A. and Capperucci, C., 2006. Effects of associating a fixer species to monotypic oah plantations of the quantity and quality of organic matter in mine soils. *Loeoderma Journal*, 61: 35-43.
12. Doroudi, H., Akbari nia, M., Jalali, S.Gh. and Khosrojerdi, E., 2010. Effect of some physiographic factors of Sumac habitats on ecological characteristics of sumac in Binalood Mountains. *Iranian journal of Biology*, 23(2): 287-298.
13. El-Ghani, M.M.A., 1998. Environmental correlates of species distribution in arid desert ecosystems of eastern Egypt, *Arid Environment*, 38: 297-313.
14. Forrester, D., 2006. Carbon allocation in a mined –species Plantation of *Eucalyptus globules* and *Acacia mearnsii*. *Forest ecology and Management*, 233: 275-284.
15. Francesco, C. and Philip, G.C., 2008. Effects of red alder and paper birch competition on Juvenile growth of three conifer species in southwestern British Columbia. *Forest Ecology and Management*, 256: 1795-1803.
16. Habibi kaseb, H., 1992. *Forest Pedology*, Tehran University Press, 424p.
17. Jafari Haghighi, M., 2003. *Soil analysis, sampling and important physical and chemical analysis method with emphasis on theory and application basics*, Nedaye zoha press, 240p.
18. Jafari, M., Zare Chahouki, M.A., Azarnivand, H., Baghestani Meibodi, N. and Zahedi Amiri, Gh., 2002. Relationships between Poshtkough rangeland vegetative of Yazd province

- and soil physical and chemical characteristics using multivariate analysis methods. Iranian journal of Natural Resources, 55(3): 419-433.
19. Jobbagy, E.G. and Jackson, R.B., 2003. Patterns and mechanisms of soil acidification in the conversion of grasslands to forests. Biogeochemistry, 64: 205-229.
 20. Kevin, R.B., Paul, J.C. and Roderick, W.N., 2011. Growth foliar nutrition and d 13 C responses of red alder (*Alnus rubra*) to phosphorus additions soon after Planting on moist sites. Forest Ecology and Management, 262: 791-802.
 21. Kouch, Y., Jalilvand, H., Bahmanyar, M.A. and Pormajidian, M.R., 2007. Ecological distribution of indicator species and effective edaphical factors on the Northern Iran lowland forests. Journal of Applied Science, 7: 1475-1483.
 22. Mahdavi, A., Eshaghi Rad, J. and Banj Shafiei, A., 2010. Natural regeneration of oak and other wood species in relation to environmental factors (physiographic and soil). Case Study: Conservated area of Kabir Kouh, Ilam. Iranian journal of Natural Ecosystems, 1(1): 35-45.
 23. Mahdavi, A., Heydari, M. and Eshaghi Rad, J., 2010. Investigation on biodiversity and richness of plant species in relation to physiography and physico-chemical properties of soil in Kabirkoh protected area. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(3): 426-436.
 24. Mirzaei, J., Akbari nia, M. and Hoseini, S.M., 2007. Comparison of natural regenerated woody species in relation to physiographic and soil factors in Zagros forests (Case study: Arghavan reservoir in north of Ilam province. Iranian journal of Pajouhesh & Sazandegi, 77: 16-23.
 25. Mokhtari, J., Ebrahimi, E., Zabihi, K., Sayyad, E., 2008. Comparative study of soil properties, quantitative and qualitative characteristics of mixed and pure afforestation of Poplar and Alder in Chamestan (Mazandaran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16(2): 197- 210.
 26. Moreno, G., Obrador, J.J. and Garcia, A., 2007. Impact of evergreen oaks on soil fertility and crop production in intercropped dehesas. Agriculture, Ecosystems and Environment, 119: 270-280.
 27. Naseri, M.Y., 1989. Effect of climate and topography on soil genesis in Gorgan area. M.Sc. Thesis. Agriculture Faculty, Tehran University, 125p.
 28. Nouri, Gh., Zahrayi, R. and Nouri, S., 2011. Effect of some climatic and topographic factors on forest cover distribution of Ilam using GIS. Iranian journal of Forest and Rangeland, 92(4): 72-80.
 29. Pan, X.L., 2001. Multivariate analysis and environmental interpretation of desert bank forest plant communities in Tarim basin, Xinjiang, Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 21: 247-251.
 30. Pussinen, A., Karjalainen, T., Mäkipää, R., Valsta, L., Kellomäki, S., 2002. Forest carbon sequestration and harvest, in scots pine stand under different climate and nitrogen deposition scenarios. Forest Ecology and management, 158(1-3): 103-115.
 31. Razavi, S.A., 2010. Comparison of soil characteristics and biodiversity in plantations of bald cypress and Caucasian Alder (Case Study: Kludeh-Mazandaran Province). Iranian Journal of Wood & Forest Science and Technology, 17(2): 41-56.
 32. Rouhi Moghaddam, A., Hoseini, S.M., Ebrahimi, E., Rahmani, A., Tabari, M. and Mahdavi, R., 2011. Study of some soil properties in *Quercus castaneifolia* pure and mixed Plantation. Iranian journal of Soil Research, 25(1): 39-48.
 33. Saeid, A., 1995. Fundamentals of Practical- Economics in Forest Management. Tehran University Press, 341p.

34. Salehi, A., 2004. Changes in physical and chemical properties of soil in relation to tree species composition and topographic factors in Kheyrood Kenar forest. Ph.D. thesis. Natural Resources Faculty, Tehran University, Karaj, 158p.
35. Sayyad, E., Akbari nia, M. and Gholami, S., 2007. Comparing Soil properties of *Populus euramericana* pure and mixed plantation with *Alnus subcordata*. Iranian journal of Environmental Studies, 33(41): 77-84.
36. Shabani, S., Akbari nia, M., Jalali, S.Gh. and Ali Arab, A.R., 2010. The effect of physiographic factors on plant species diversity in forest gaps (Case Study: Lalis forest, Chalous). Iranian journal of Biology, 23(3): 418-429.
37. Shafroth, P.B., Stromberg, J.C. and Patten, D. T., 2000. Woody riparian vegetation response to different alluvial water table regimes, West N. Am, Naturalist, 60: 66-76.
38. Smith, L.R. and Smith, M.T., 1999. Elements of ecology. 4th.
39. Sohrabi, H. and Akbari nia, M., 2005. Study of species diversity in relation to physiographic factors in Dehsorkh forest, Javanroud. Iranian journal of Forest and poplar, 13(3): 279-294.
40. Soil Survey Staff, 1984. Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey. Soil Survey Investigations Rep. No. 1. USDA-SCS Agricultural Handbook, 436p.
41. Tatjana, K., Katrin, R., Ivika, O., Helja. S. H., Malle, M., Krista, L., 2010 .Survival of black alder (*Alnus Glutinosa* L.) silver birch (*Betula pendula* Roth.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings in a reclaimed Oil shale mining area. Ecological Engineering, 36: 495-502.
42. Varamesh, S., Hosseini, S.M., Abdi, N. and Akbarinia, M., 2010. Increment of soil carbon sequestration due to forestation and its relation with some physical and chemical factors of soil. Iranian Journal of Forest, 2(1): 25-35.
43. Veiko, U., Krista, L., Ulo, M., Ivika, O., Jurgen, A., Martin, M., Helga-sisko, H. and Jurgustin, A., 2011. Long-term effects on the nitrogen budget of a short -rotation grey alder (*Alnus incana* (L.) moench) forest on abandoned agricultural land. Ecological Engineering, 37: 920-930.
44. Zare Chahouki, M.A., Zarei, A. and Jafari, M., 2012. Effective environmental factors on distribution of plant species (Case study: Donbalid rangelands of Taleghan). Iranian journal of Watershed Research (Pajouhesh & Sazandegi), 94: 65-73.
45. Zare, H. and Habashi, H., 2000. Alder, ecological species of north forests. Iranian journal of Forest and Rangeland, 48: 56-65.

The survey of physical and chemical properties of soils in Alder (*Alnus subcordata*) forests plantations in Tonekabon city

- **M.H. Motamedi;** Postgraduate of Forestry, Natural Resource Faculty, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
- **M.R. Pourmajidian;** Associate Professor, Natural Resource Faculty, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
- **H. Jalilvand;** Associate Professor, Natural Resource Faculty, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
- **S.M. Hojjati;** Assistant Professor, Natural Resource Faculty, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
- **M.N. Adel*;** Ph.D. Candidate of Forest Sciences, Forestry Dept., Natural Resources Faculty, Guilan University, Iran

(Received: 09- Dec- 2013 Accepted: 01- Jun- 2014)

Abstract

Forest soil is one of the main factors in forest ecosystem that with other ecological components determines vegetation distribution pattern. Natural areas such as forests have been severely harvest for various reasons in the past years which it has been made soil fertility reduction and production discontinuity. The aim of this investigation was to evaluate the physical and chemical properties of soils in Alder (*Alnus subcordata*) plantation in Tonekabon forests/North of Iran. For this purpose, at first, forested areas by pure stands of alder were identified. DBH and height of alder trees and their regeneration in each plot was measured. After gathering litter from the soil surface, soil samples were taken from 0-10 and 10-20 cm depths. The soil samples were transferred to laboratory and some important soil properties were identified. The results showed that the moisture in east aspect is more than west aspect. Also, there was a positive correlation between diameter at breast height, height and regeneration with moisture, Nitrogen, Phosphorus and organic matter and a negative correlation with clay, sand, electrical conductivity, pH and neutral material. Alder species can be used as a native species for plantation in similar soil conditions that it is economically and environmentally appropriate for northern forests.

Keywords: Soil Fertility, Distribution, Aspect, Alder (*Alnus subcordata*), Tonekabon.