

تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر خشکیدگی درختان سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonica* L.) (مطالعه موردی: جنگل کاری شرق اصفهان)

۱- شادی گرجستانی‌زاده، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشگاه شهرکرد

sh_gorgestanizade@yahoo.com

۲- علی سلطانی، استادیار جنگل‌داری، عضو هیأت علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه شهرکرد

۳- حسین شریعتی نجف‌آبادی، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشگاه شهرکرد

دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۱۹

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۱۲

چکیده

خشکیدگی درختان سرونقره‌ای در جنگل کاری‌های شرق اصفهان در سال‌های اخیر در حال افزایش است. علت اصلی این خشکیدگی کمبود آب و خشکسالی‌های اخیر قلمداد می‌شود. با این حال عدم یکنواختی نرخ خشکیدگی در نواحی مختلف احتمال دخالت سایر عوامل را قوت می‌دهد. در این تحقیق تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر نرخ خشکیدگی درختان سرو نقره‌ای بررسی می‌شود. منطقه جنگل کاری مورد مطالعه را می‌توان بر اساس تنش‌های محیطی مرتبط به چهار ناحیه جداگانه تفکیک کرد: (۱) مجاورت با مراکز جمعیتی؛ (۲) مجاورت با راه‌های ارتباطی؛ (۳) بیشترین فاصله از مناطق با توان بالای تنش‌زایی و (۴) مجاورت با منطقه صنعتی. در هر پلات تمام درختان شامل درختان سالم، در حال خشکیدن، خشکیده و حتی درختان اخیراً قطع شده شمارش شد. همچنین از هر پلات نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری برداشت و مورد تجزیه قرار گرفت. بافت خاک، اسیدیته، هدایت الکتریکی، غلظت سدیم در عصاره اشباع، غلظت کلسیم، نسبت جذب سدیم، ظرفیت تبادل کاتیون، درصد نیتروژن کل و فسفر و پتاسیم قابل جذب از پارامترهای مورد اندازه‌گیری بودند. با در نظر گرفتن نرخ خشکیدگی ظاهری، نتایج طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی نشان داد که خشکیدگی درختان در خاک‌های با مقادیر شوری و هدایت الکتریکی بیشتر افزایش می‌یابد. نتایج همچنین گویای اثرگذاری ساختمان خاک بر تنش خشکی بود. خاک‌های تشکیل شده از تمام اندازه ذرات (بافت خاک) مقاومت بیشتری نسبت به خشکی نشان دادند. نتایج همچنین نشان داد که استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی باعث کاهش مقاومت درختان سرونقره‌ای به تنش خشکی می‌شود.

واژگان کلیدی: جنگل کاری؛ سرو نقره‌ای؛ خشکی؛ خصوصیات خاک؛ اصفهان.

مقدمه

اکولوژیکی اکوسیستم‌های جنگل کاری شده برای افزایش میزان موفقیت، به حداقل رساندن خسارت و بهینه نمودن مدیریت خاک، آب و منابع انرژی ضروری است [۱۱]. هر چند در شرایط آب و هوایی نظیر ایران، علت اصلی شکست طرح‌های جنگل کاری کم‌آبی است، ولی مشخص شده است که سایر عوامل محیطی نیز می‌توانند سرعت دهنده و یا به تاخیر اندازنده این مهم باشند. دو عامل سطح مقاومت گونه درختی و شرایط فیزیکی و شیمیایی از جمله مهم‌ترین این عوامل هستند [۳۳]. عوامل خاکی نقش سرنوشت‌ساز در اثرگذاری شوری دارند. در مناطق خشک و شور، مشکل سازگاری گونه‌های درختی دو

جنگل کاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک روشی مناسب برای استقرار بادشکن سبز، کاهش آلودگی و افزایش ارزش‌های منظرگاهی است [۲۱]. درفلات مرکزی ایران بخش‌های وسیعی از اراضی اطراف شهرهای بزرگ زیر کشت انواع درختان جنگلی بومی و غیر بومی قرار گرفته است [۶]. این درختان به طور متوالی آبیاری می‌شوند، ولی کاهش منابع آبی و دوره‌های خشکسالی طولانی اخیر باعث شده است تا شاهد خشک شدن تدریجی برخی از این جنگل کاری‌ها باشیم [۲۳]. از سوی دیگر، به دلیل این که فشار بر روی منابع طبیعی به دلیل افزایش جمعیت در حال زیاد شدن است، درک ویژگی‌های

چندان می‌شود، زیرا بخش عمده‌ای از انرژی دریافتی گونه‌ها باید صرف مقابله با شرایط سخت و عدم جذب آب، به دلیل بالا بودن شوری آب و خاک گردد. بنابراین، نباید انتظار داشت که میزان رشد و تولید در این مناطق بالا باشد [۱۸]. به عنوان مثال، خاک‌های درشت دانه قدرت نگهداری آب پایین دارند، ولی در شرایط شوری آب آبیاری، ممکن است ماسه‌ای بودن مزیتی در برابر اثرگذاری شرایط خشکی محسوب شود [۱۶].

همچنین غنای مواد مغذی خاک ممکن است بدون وجود سطح کافی مواد هیدرولیز کننده (مهم‌ترین آن‌ها مقدار آب و خاک) تنها مانعی در جهت جذب آب بیشتر توسط گیاهان باشد [۴].

سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonica*) از مدت‌ها قبل به عنوان گونه درختی غیر بومی مقاوم به گرد و غبار و آفت، بخش بزرگی از جنگل‌کاری‌های شهری ایران را به خود اختصاص داده است [۲۰ و ۳۶]. این گونه از نظر شرایط اقلیمی معتدل گرم، معتدل سرد، خنک و نیمه خنک تا سرمای 30°C مقاومت می‌کند و در تحمل سرما در بین گونه‌های سرو سرآمد است [۱۵]. از همین رو، در مناطق خشک و نیمه خشک جهان کاربرد وسیعی پیدا کرده است. در مناطق خشک و نیمه خشک با آبیاری بر سرعت رشد آن افزوده می‌شود [۲۳]. با وجود مقاومت بالای این درخت به فاصله زمانی زیاد آبیاری، مشکل خشکسالی گریبان‌گیر جنگل‌کاری‌های این گونه نیز شده است [۱]. جنگل‌های سرونقره‌ای در زیستگاه طبیعی، بر روی خاک‌های سیلت - لومی قهوه‌ای مشتق از سنگ آهک قرار دارد [۳۷]. همچنین در خاک‌های شنی، نابارور، خشک و اسیدی با زهکشی مناسب (به استثناء خاک رسی) رشد می‌کند [۱۴].

در سال‌های اخیر خشکیدگی درختان سرونقره‌ای بعد از یک دهه از کشت در جنگل‌کاری شرق اصفهان توجه کارشناسان را به خود جلب کرده است. در شرایط خشکسالی که نیاز به آب بیشتر می‌شود، آبیاری‌های معمول کافی نبوده و باعث آثار زیستی مخرب بر درختان می‌شود. بر اساس راهنمای شماره ۲۰۵ موسسه تحقیقات خاک و آب در صورتی که مقدار هدایت الکتریکی آب (EC) از ۴ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر باشد، تجمع املاح و

جذب بالای سدیم و کلر باعث توسعه خاک‌های قلیایی می‌شود. به این دلیل استفاده از چنین آب‌هایی محدودیت ایجاد می‌کند. همچنین خاک‌هایی که میانگین درصد رطوبت در گل اشباع (SP) ۱۰-۲ دارند خاک‌های آهکی و بسیار حساس شناخته می‌شوند. همچنین اگر اسیدیته خاک در محدوده $7/5$ تا $8/5$ باشد، خاک در طبقه خاک‌های آهکی و شور قرار دارد. جذب تعداد زیادی از عناصر معدنی در خاک‌های آهکی به کندی انجام می‌گیرد. در این خاک‌ها به علت وجود آهک و یون کلسیم فراوان، جذب عناصر کم مصرف با مشکلات فراوان انجام می‌شود.

در تحقیقی مهم‌ترین عامل خشکیدگی درختان سرو نقره‌ای را نامناسب بودن خاک و شوری آب معرفی شده است [۳۴]. سرونقره‌ای به خاک سبک و با زهکشی مناسب نیاز دارد. از اثر شوری آب و خاک و تجمع املاح و جذب آن توسط درختان، اختلالات تغذیه‌ای و در آخر اختلالات فیزیولوژیکی بوجود آمده و درختان به تدریج ضعیف و پس از مدتی خشک شده‌اند. علت بروز مرگ و میر درختان جنگلی به ویژه کاج تهران در جنگل‌کاری فرودگاه شیراز [۳۵]، افزایش شوری خاک و صدمه رسیدن به ریشه درختان در اثر تجمع نمک در اطراف ریشه، نامناسب بودن وضعیت آبیاری و زهکشی ذکر شده است. در تحقیقی علت پژمردگی کاج الدار در پارک چیتگر تهران، کمبود آبیاری و ضعف مواد غذایی خاک بیان شده است [۳۳]. انجام هرس بر روی درختان تقریباً پژمرده، انجام آبیاری منظم درختان و اصلاح وضعیت خاک از طریق افزودن کود و خاک برگ می‌تواند در بهبود وضعیت توده موثر واقع شود. در پارک چیتگر تهران، مهم‌ترین عامل در درجه‌بندی شادابی درختان را وضعیت بافت و مواد آلی خاک بیان شده است [۲۷]. برای بهبود شرایط درختان، برخی اعمال مدیریتی اصلاح خاک و توده جنگلی پیشنهاد شده است.

در یک بررسی جهت اصلاح و بهبود خاک‌های فسفاته با استفاده از درخت سرو نقره‌ای نشان داده شد که این گونه در خاک‌های شنی - رسی، بالاترین درصد زنده‌مانی (حدود ۷۰٪) را دارا بوده و حداقل زنده‌مانی (حدود ۲۰٪) را در خاک‌های رسی دارا است [۱۲]. مقدار عناصر غذایی خاک در مراحل اولیه رشد توده به علت جذب کم به‌وسیله

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در منطقه جنگل کاری جنوب شرقی شهر اصفهان، بین عرض‌های جغرافیایی $36^{\circ}07'$ تا $36^{\circ}13'$ شمالی و طول جغرافیایی $57^{\circ}21'$ تا $57^{\circ}29'$ شرقی و ارتفاع متوسط ۱۵۵۰ متر از سطح دریا اجرا شد. وسعت منطقه نزدیک به ۸۰۰ هکتار و تقریباً بدون شیب (۷ - ۰ درصد) است. تعداد ۴۰۰ هزار اصله انواع سوزنی برگان و پهن برگان در سال ۱۳۷۴ توسط سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرستان اصفهان، به صورت بخشی از کمربند سبز شهر به روش آمیخته در منطقه کشت شد. درصد زیادی این درختان را گونه سرونقره‌ای (*Cupressus arizonica*) تشکیل می‌دهد. منشا نهال‌های این گونه یکی بوده و از نهالستان سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تامین شده‌اند. اقلیم منطقه براساس روش دومارتن و آمبرژه به ترتیب خشک و خشک سرد تعیین شد [۳]. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۱۱۴/۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه 15°C است. حداکثر دمای ثبت شده در تیرماه برابر ۴۲ و حداقل دما در دی ماه برابر 17°C - است. میزان تبخیر و تعرق در این منطقه برابر ۱۷۲۳ میلی‌متر در سال و جهت باد غالب از غرب به شرق است.

آب مورد نیاز در حال حاضر با استفاده از یک حلقه چاه حفر شده در منطقه و پساب تصفیه شده از تصفیه‌خانه آب جنوب اصفهان با دبی مجموع ۸۹ لیتر بر ثانیه تأمین و با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای آبیاری می‌شود، ثابت بودن فشار و حجم آب خارج شده از کلیه نازل‌های موجود، توسط اندازه‌گیری آب خروجی نازل‌ها در زمان مشخص انجام شد که در تمامی پلات‌ها این میزان یکسان بود. هرچند در سال‌های اخیر به علت خشک‌سالی و خشک شدن رودخانه زاینده رود، مقدار آب به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است [۲].

قبل از درخت کاری، خاک منطقه به علت قرار گرفتن در اراضی حصار شده‌ی سایت انرژی اتمی یک دست بوده و سپس عملیات خاک‌ورزی یکسانی در تمام منطقه صورت گرفته‌است. بر اساس گزارش مجری طرح جنگل کاری [۲]، کوددهی سرک به این جنگل‌کاری‌ها صورت گرفته است. کوددهی به صورت گودالی و تنها در

گیاهان، معدنی شدن عناصر و تجمع کم در زی توده (بیومس) گیاهی، زیاد است [۸].

با ادامه رشد درختان، به علت جریان عناصر غذایی به توده چوبی و کاهش معدنی شدن، قابلیت جذب عناصر غذایی کاهش پیدا می‌کند [۲۸].

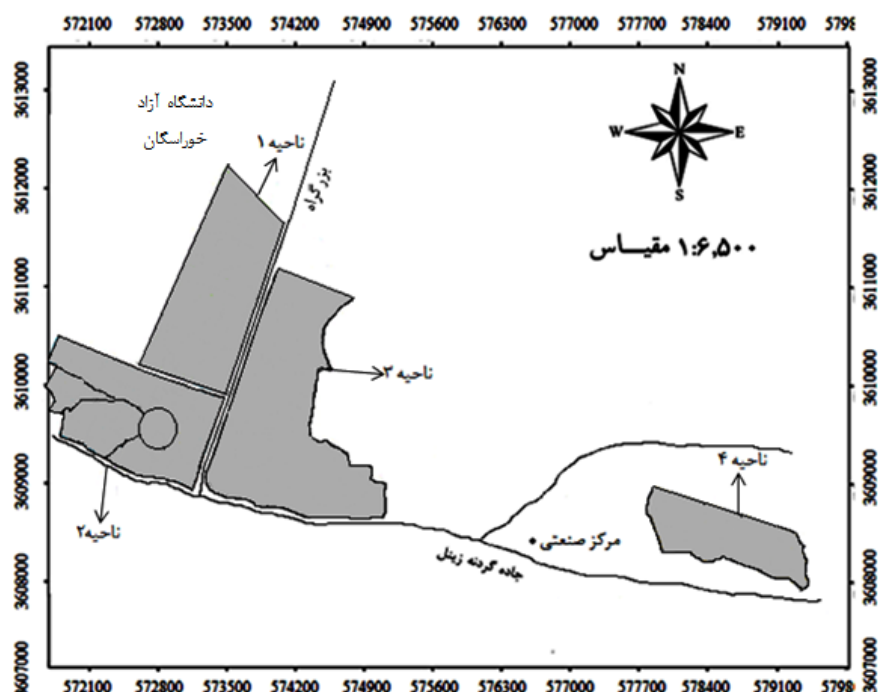
یکی از این طرح‌های جنگل کاری که هم‌اکنون دچار خشکی زیادی شده است، جنگل کاری‌های سرونقره‌ای در شرق اصفهان به وسعت ۸۰۰ هکتار است. این جنگل کاری‌ها را در شرایط مختلفی در حاشیه شهری می‌توان مشاهده کرد. این شرایط را بر اساس میزان نزدیکی با عوامل ایجادکننده تنش‌های انسانی تقسیم‌بندی می‌کنند. شرایطی که شامل هم‌جواری با مراکز جمعیتی، صنعتی، کشاورزی و غیره می‌شوند. قطعات این جنگل کاری‌ها توسط جاده بین شهری و مسیرهای ارتباطی جدا شده‌اند. نتایج منتشر نشده قبلی ما نشان می‌دهد که اگر تاثیر مقدار آبیاری، اندازه درخت و تراکم کشت را در نظر بگیریم، میزان خشکیدگی درختان سرو نقره‌ای با محل قرارگیری جنگل کاری رابطه مستقیمی دارد. جنگل کاری‌های مجاور مناطق صنعتی، مراکز تمرکز جمعیت انسانی و قرار گرفته در مناطق با تراکم بالای خیابان، به ترتیب نزولی رابطه مستقیمی با درصد خشکیدگی درختان دارند.

روابط بین خاک و پوشش گیاهی همواره از موضوعاتی بوده که در علم مدیریت جنگل و علوم مربوط به خاک جنگل مورد توجه بوده است. در بعضی موارد اثر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خاک بر پوشش گیاهی بسیار جدی و مخرب است و زیان‌های زیست محیطی و اقتصادی زیادی را ایجاد می‌کند. این تحقیق قصد دارد به این پرسش پاسخ دهد که آیا می‌توان تفاوت در سرنوشت جنگل کاری‌ها در مناطق مختلف مجاور توسعه انسانی را به تغییر در شرایط فیزیکی - شیمیایی خاک نسبت داد؟ به دیگر سخن، آیا تغییر در شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک ممکن است توضیح دهنده تفاوت شرایط در مناطق با شرایط مختلف خشک‌شدگی درختان باشد؟

همچنین اراضی منطقه دارای نمک، گچ و آهک فراوان هستند [۲۱]. لازم به ذکر است که بروز خشکیدگی درختان سرو نقره‌ای در این عرصه جنگل کاری به صورت پراکنده و در کل منطقه از سال ۱۳۸۸ رخ داده است. تنش خشکی به صورت یکسان در تمام درختان و بلوک‌های جنگل کاری عمل نکرده است، ضمن این که الگوی به ظاهر ثابتی نیز برای خشک شدن تک درختان نمی‌توان مشاهده کرد.

داخل گودال نهال‌ها به عمق یک متر انجام گرفته است. کودهای ازته به صورت کودهای آمونیاک و کودهای فسفاته، پتاسه و آهک (کلسیم) و کودهای مخلوط NPK و PK در این جنگل کاری استفاده شده است.

شکل‌گیری خاک‌های محدوده مورد مطالعه مربوط به دوره کرتاسه از دوران دوم زمین‌شناسی است. جنس ماده مادری خاک منطقه از نوع رسوبات آبرفتی است. منشا خاک‌های منطقه سنگ آهک، ماسه سنگ، کنگلومرا و شیل و کانی‌های ایلیت، کائولینیت، کلریت و کوارتز و



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه جنگل کاری با سرو نقره‌ای ناحیه ۱) مجاورت با مراکز جمعیتی؛ ناحیه ۲) مجاورت با راه‌های ارتباطی؛ ناحیه ۳) بیشترین فاصله از مناطق با توان بالای تنش‌زا و ناحیه ۴) مجاورت با منطقه صنعتی

چهار قطعه نمونه به صورت تصادفی - سیستماتیک برداشت شد [۲۶]. نمونه‌برداری به گونه‌ای انجام شد تا اندازه نمونه به دست آمده حداقل ۱۰٪ اندازه جامعه باشد. در هر پلات تمام درختان شامل از سالم، درحال خشکیدن، خشکیده و درختان اخیراً قطع شده شمارش شد. بر اساس یافته‌های سیسلا و دوناباور [۱۰] درختان از طریق روش مشاهده ای میزان خشکیدگی (طراوت تاج پوشش، طبیعی بودن رنگ برگ‌ها، میزان ریزش برگ‌ها، ابتلاء به بیماری و یا آفت) درختان به چهار درجه تقسیم‌بندی شدند (جدول ۱).

روش تحقیق

جنگل‌گردشی مقدماتی نشان داد که منطقه جنگل کاری مورد مطالعه را می‌توان بر اساس تنش‌های محیطی مرتبط به چهار ناحیه جداگانه (شکل ۱). شامل نواحی مجاورت با مراکز جمعیتی، مجاورت با راه‌های ارتباطی، بیشترین فاصله از مناطق با توان بالای تنش‌زا و مجاورت با منطقه صنعتی تقسیم نمود. به علت ناهمگنی شدید درخت‌کاری‌ها (چه به واسطه کشت اولیه و چه به علت خشکیدگی) امکان نمونه‌برداری خطی وجود نداشت. بنابراین، هر ناحیه در راستای تغییر تدریجی خشکیدگی درختان به چهار بلوک تقسیم و در هر بلوک

جدول ۱- دسته‌بندی نرخ خشکیدگی درختان سرو نقره‌ای بکار رفته در این تحقیق

نرخ خشکیدگی	میزان آسیب درخت	آسیب درخت (%)
۱	کاملاً سالم	۰ - ۱۰
۲	پژمرده	۱۱ - ۲۵
۳	در حال خشک شدن	۲۶ - ۶۰
۴	خشکیده	> ۶۰

از هر پلات نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری برداشت شد. نمونه آب آبیاری نیز برداشت شد. سپس نمونه‌ها در آزمایشگاه مورد تجزیه قرار گرفتند. بافت خاک با استفاده از روش دانسیتمتری با یکاس که بر مبنای تئوری تغییرات وزن مخصوص (وزن در واحد حجم) مخلوط خاک و آب طی رسوب‌گذاری پایه‌گذاری شده؛ تعیین شد. مقدار pH (اسیدیته) خاک با دستگاه pH متر الکترونیکی در محلول ۲/۵:۱ خاک به آب مقطر، و هدایت الکتریکی خاک (EC) در محلول ۱:۵ خاک به آب مقطر با دستگاه EC سنج الکترونیکی اندازه‌گیری شد. غلظت سدیم در عصاره اشباع خاک توسط دستگاه فلیم فتومتر و غلظت کلسیم با روش تیتراسیون و با استفاده از EDTA تعیین شد. نسبت جذب سدیم با استفاده از رابطه $SAR = Na / (Ca + Mg)^{1/2}$ تعیین شد. اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیون خاک (C.E.C) بر حسب میلی اکی والان در یک صد گرم خاک خشک انجام گرفت [۳۱]. درصد نیتروژن کل به کل ماده خشک با استفاده از روش کجلدال تعیین شد. فسفر قابل جذب با استفاده از روش OLSEN (۱۷) و دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد. پتاسیم

قابل جذب با استفاده از روش طیف سنجی اتمی و دستگاه طیف سنج جذب اتمی اندازه‌گیری شد. پس از آزمون نرمال بودن، پراکنش مقادیر با آزمون Kolmogorov-Smirnov، و مقایسه مقادیر میانگین با به کارگیری آزمون Tukey-HSD صورت پذیرفت [۳۸].

نتایج

اصلی‌ترین شاخص مرکزی، میانگین است که نشان‌دهنده نقطه تعادل و مرکز ثقل توزیع است و شاخص خوبی برای نشان دادن مرکزیت داده‌هاست. هم‌چنین از مهم‌ترین مولفه‌های پراکنندگی، انحراف معیار است. بررسی این دو شاخص نشان دهنده این موضوع بود که میزان اسیدیته خاک و درصد رطوبت در گل اشباع خاک در ناحیه ۱؛ میانگین هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، ظرفیت تبادل کاتیون خاک، پتاسیم، کلسیم و اسیدیته آب در ناحیه ۴ و میانگین نیتروژن کل در ناحیه ۳ بیش‌ترین مقدار میانگین را نسبت به سه منطقه دیگر دارند (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار برخی از مشخصه‌های خاکی و درختی به تفکیک چهار ناحیه مورد بررسی

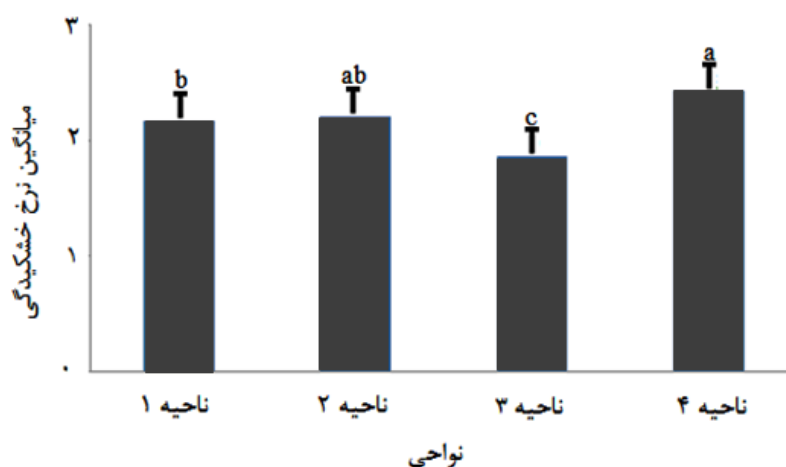
	ناحیه ۱		ناحیه ۲		ناحیه ۳		ناحیه ۴	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
نرخ خشکیدگی	۲/۱۷	۰/۱۶	۲/۲۱	۰/۲۵	۱/۸۶	۰/۳۴	۲/۴۳	۰/۲۹
pH	۷/۹۳	۰/۲۲	۷/۷۳	۰/۱۶	۷/۷۴	۰/۲۲	۷/۵۸	۰/۲۰
EC (dS/m)	۶/۷۱	۵/۴۵	۲/۸۴	۱/۵۴	۴/۶۳	۵/۴۰	۹/۶۹	۹/۶۴
SAR	۱۸/۵۶	۱۶/۸۹	۴/۹۶	۲/۰۶	۱۲/۱۱	۱۵/۵۲	۱۹/۲۶	۲۲/۴۲
CEC (cmol/Kg)	۶/۳۰	۲/۳۱	۱۱/۶۹	۳/۰۵	۱۲/۳۳	۵/۰۲۶	۱۸/۶۰	۲/۱۳
SP (%)	۳۸/۰۲	۵/۳۶	۴۱/۰۲	۳/۴۴	۳۳/۹۰	۱۱/۱۹	۲۵/۹۷	۷/۷۰
نیتروژن کل (%)	۰/۰۳	۰/۰	۰/۷۵	۱/۹۶	۱/۱۲	۴/۳۶	۰/۰۲	۰/۰۶
پتاسیم (mg/kg)	۲۴۸/۵۰	۶۲/۲۳	۲۳۳/۶۲	۴۱/۷۸	۲۰۶/۷۶	۶۹/۹۸	۴۷۳/۷۴	۴۱۹/۴۱
کلسیم (mg/kg)	۰/۷۵	۱/۸۸	۸/۸۸	۴/۵۷	۸/۰۱	۳/۸۹	۳۱/۶۲	۳۲/۶۰
منیزیم (meq/l)	۷/۳۴	۴/۱۱	۶/۹۱	۳/۵۴	۶/۳۰	۳/۹۰	۲۸/۶۸	۲۹/۳۵
سدیم (meq/l)	۵۲/۰۷	۵۰/۶۶	۱۴/۸۳	۱۰/۳۰	۳۱/۵۱	۵۴/۸۰	۴۷۳/۷۴	۱۸۹/۳۶
فسفر (mg/kg)	۶/۸۸	۱/۶۰	۱۳/۸۱	۳/۵۸	۱۳/۹۱	۴/۰۳	۲۵/۱۱	۱۲/۳۶
pH آب	۱/۴۵	۱/۲۶	۱/۴۵	۱/۲۶	۳/۲۴	۲/۱۱	۶/۳۲	۷/۲۳
EC آب (dS/m)	۷/۵۷	۲/۴۳	۷/۵۷	۲/۴۳	۷/۳۷	۴/۷۸	۷/۱۴	۳/۹۲

نتایج مقایسه ضرائب خشکیدگی (متغیر مورد بررسی) در نواحی چهارگانه نشان داد که بیشترین میانگین نرخ خشکیدگی سرو سیمین در ناحیه ۴ برابر ۲/۴۳ (مجاور مراکز صنعتی) و کمترین آن در ناحیه ۳ برابر ۱/۸۶ (با بیشترین فاصله از مراکز تنش‌زا) دیده می‌شود. ضمن این‌که تفاوت معنی‌داری بین ضرایب خشکیدگی دو ناحیه ۱ و ۲ (به ترتیب برابر با ۲/۱۷ و ۲/۲۱) مشاهده نشد (جدول ۳ و شکل ۲).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اندازه شاخص خشکیدگی مورد بررسی در بین چهار ناحیه کشت درختان سرو نقره‌ای

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار آماره F	سطح معنی‌داری
تیمار(ناحیه)	۳	۰/۸۶۵	۱۳/۲۳۹	۰/۰
بلوک در ناحیه	۳	۰/۲۶۴	۴/۰۴۴	۰/۰۱۱
تکرار (پلات)	۳	۰/۰۵۲	۰/۷۹۴	۰/۵۰۲
خطا	۵۴			
کل	۶۳			

R²= 0.501



شکل ۲- میانگین نرخ خشکیدگی براساس تیمارهای نواحی چهارگانه

منیزیم و سدیم در خاک ناحیه چهار (به ترتیب mg/kg ۳۱/۶۲، ۲۸/۶۸ meq/l و ۱۵۰/۱۵۱ meq) بیشتر از سایر نواحی است. لازم به ذکر است که میانگین درصد رطوبت در گل اشباع (SP) در ناحیه سه (۳/۲۵٪) بیشتر از سایر مناطق بوده است (جدول ۴).

با توجه به نتایج نسبت جذب سدیم و ظرفیت تبادل کاتیون خاک در ناحیه چهار (به ترتیب ۲/۵ و cmol/kg ۳/۶۸) بیشتر از سه ناحیه دیگر بوده است. همچنین میانگین مقادیر پتاسیم و فسفر موجود در خاک ناحیه چهار تقریباً دو برابر سایر نواحی است. مقدار کلسیم و

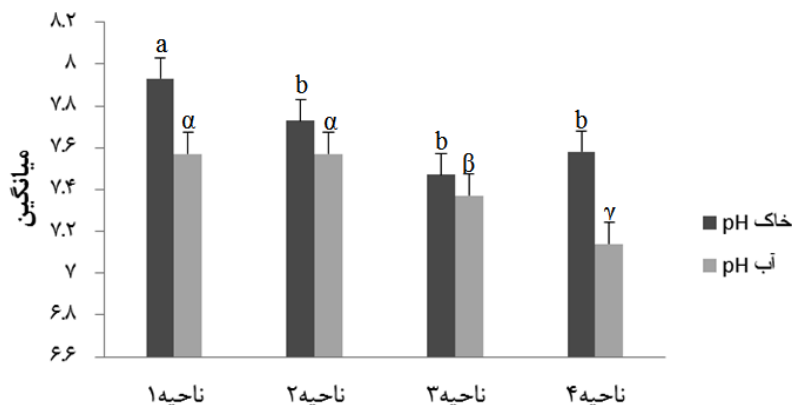
جدول ۴ - مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در چهار ناحیه مختلف تحت کشت گونه سرو نقره‌ای

خصوصیت	ناحیه (تیمار)			
	ناحیه ۱	ناحیه ۲	ناحیه ۳	ناحیه ۴
SAR	۲/۱۲ab	۱/۱b	۱/۶۸ab	۲/۵a
CEC (cmol/kg)	۱/۱۸c	۲/۱b	۲/۳۱b	۳/۶۸a
SP (%)	۲/۷b	۲/۵ab	۳/۲۵a	۱/۷۵b
نیتروژن کل (%)	۱/۱a	۱/۱۲a	۱/۲۵a	۱/۱a
کلسیم (mg/kg)	۷/۵b	۸/۸۸b	۸/۰۱b	۳۱/۶۲a
منیزیم (meq/l)	۷/۳۴b	۶/۹۱b	۶/۲۰b	۲۸/۶۸a
سدیم (meq/l)	۵۲/۰۷b	۱۴/۸۳b	۳۱/۵۱b	۱۵۱/۵۰a
پتاسیم (mg/kg)	۲۸۴/۵b	۲۳۳/۶۲b	۲۰۶/۷۶b	۴۷۳/۷۴a
فسفر (mg/kg)	۶/۸۸c	۱۳/۸۱b	۱۳/۹۱b	۲۵/۱۱a

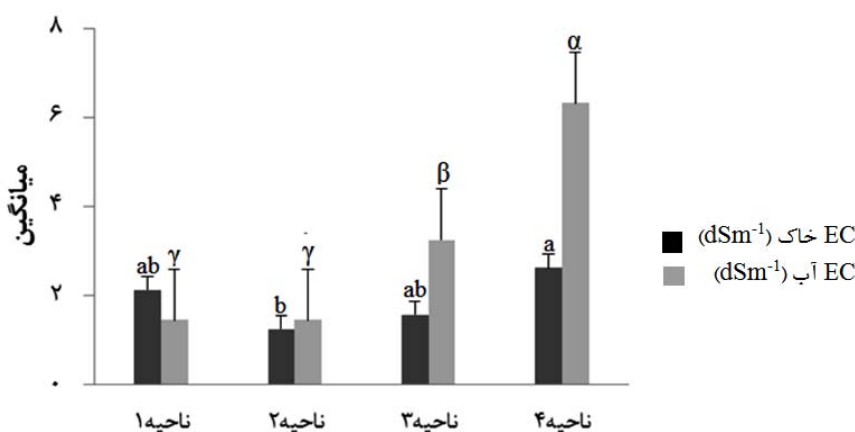
در هر سطر میانگین هایی که حروف لاتین مشترک دارند، براساس آزمون توکی با سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

همچنین مقدار هدایت الکتریکی آب در ناحیه ۳ و ۴ بیشتر از دو ناحیه دیگر بوده، لازم به ذکر است این مقدار در ناحیه ۴ روند صعودی قابل توجهی را نشان می‌دهد (شکل ۴).

نتایج نشان داد که مقدار اسیدیته خاک در ناحیه ۱ بیشتر از سایر نواحی است (شکل ۳). جذب تعداد زیادی از عناصر معدنی در خاک‌های آهکی به کندی انجام می‌گیرد. در این خاک‌ها به علت وجود آهک و یون کلسیم فراوان، جذب عناصر کم مصرف با مشکلات فراوان انجام می‌شود.



شکل ۳- نمودار میانگین pH خاک و آب در چهار ناحیه مورد آزمایش (حروف لاتین و یونانی مشترک به ترتیب نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵٪ اطمینان در اسیدیته خاک و آب است)



شکل ۴- نمودار میانگین EC خاک و آب در چهار ناحیه مورد آزمایش (حروف لاتین و یونانی مشترک به ترتیب نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵٪ اطمینان در ضریب هدایت الکتریکی خاک و آب است)

یافته است. همچنین با افزایش میزان EC آب در نمونه مورد بررسی مشخص شد با افزایش شوری آب آبیاری، خشکیدگی در بین درختان سرو افزایش یافته است (جدول ۵).

همچنین با توجه به مقدار کم ضریب همبستگی و مثبت بودن این ضریب بین خشکیدگی درختان و مقادیر فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب موجود در خاک می‌توان این مطلب را بیان کرد که با افزایش هر یک از این سه عنصر در خاک میزان خشکیدگی نیز افزایش

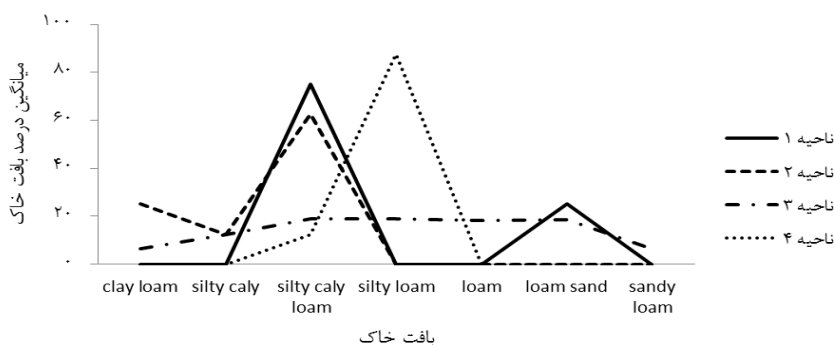
جدول ۵- مقادیر ضرایب همبستگی پیروسون بین ضرایب خشکیدگی و مقادیر متغیرهای آب و خاک

pH آب	EC آب (dSm ⁻¹)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	سدیم (meq/l)	منیزیم (meq/l)	کلسیم (mg/kg)	نیترژن کل (%)	SP (%)	CEC (emol/kg)	SAR	EC (dSm ⁻¹)	pH	خشکیدگی
۰/۲۱۸	۰/۳۷۵*	۰/۳۲۹**	۰/۳۷۹**	۰/۱۹۷	۰/۳۱۶*	۰/۳۰۳*	۰/۰۸۵	۰/۲۲۴	۰/۱۱۲	۰/۰۰۲	۰/۱۶۶	-۰/۱۷۸	-

** معنی‌دار در سطح ۰/۰۱، * معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

سیلنتی لومی شنی و ۸۷/۵ درصد خاک در ناحیه ۴ از نوع سیلنتی لومی شنی است (شکل ۵).

خاک در ناحیه ۳ تنوع زیادی دارد، در حالی که به ترتیب ۷۵ و ۶۲/۵ درصد خاک در نواحی ۱ و ۲ از نوع



شکل ۵- نمودار توزیع فراوانی بافت خاک مناطق جنگل کاری شده سرورنقره ای در چهار ناحیه

بحث و نتیجه گیری

مناسبتی آبشویی می شود. فرض آبشویی فصلی در خاک چهار منطقه می تواند درست باشد [۷]، زیرا درصد یکی از محلول ترین یون های خاک (یعنی انواع یون های نیتروژن) در هر چهار ناحیه یکسان است، در صورتی که در ناحیه ۴ غلظت سایر عناصر اصلی غذایی به طور معنی داری بالا است، که می تواند به علت سطح بالای رسی بودن خاک در این ناحیه باشد. در یک بررسی جهت اصلاح و بهبود خاک های فسفات با استفاده از درخت سرورنقره ای [۱۲] نشان داده شد که این گونه حداقل زنده مانی (حدود ۲۰ درصد) را در خاک های رسی دارا است. همچنین این گونه در خاک های شنی، نابارور، خشک و اسیدی با زهکشی مناسب (به استثناء خاک رسی) رشد می کند [۴۶]. میانگین درصد رطوبت در گل اشباع و اسیدیته خاک منطقه مورد مطالعه در طبقه خاک های آهکی و شور قرار دارند. بالا بودن سطح شوری خاک در ناحیه ۴ به احتمال به واسطه بالا بودن شوری آب آبیاری است که با مخلوط شدن بیشتر آب باز یافت شده صنعتی باشد.

پژوهش ها نشان می دهد که فعالیت بیولوژیک در لاشبرگ سوزنی برگان خیلی ضعیف تر از پهن برگان است. به عبارت دیگر، توسعه میکروارگانیسم ها در خاک های اسیدی ضعیف تر از خاک های غنی از کلسیم است [۹]. آبیاری با آب شور و با مدیریت نادرست و پایین بودن رطوبت نسبی هوا در مقابل مقدار تبخیر بالا از جمله عواملی هستند که در محدوده مورد مطالعه وجود دارند. بدون توجه به نتایج می توان فرض کرد که هر چه شوری

نتیجه گیری نهایی در خصوص علت اصلی خشکیدگی درختان قریب ۲۰ ساله سرو سیمین کشت شده در حاشیه شرقی اصفهان کار آسانی نیست. به احتمال زیاد، خشکسالی های اخیر علت اصلی هستند، ولی تفاوت آشکار در درجه خشکیدگی مناطق مختلف عوامل دیگری را مورد توجه قرار می دهد. در این تحقیق، فرض بر این است که به جز تنش خشکی ممکن است عوامل آلوده کننده محیط سبب ایجاد تفاوت در واکنش های متفاوت به تنش باشند [۲۵]. به عنوان مثال آلودگی هوا به اکسید گوگرد اثرات خشکی را بیشتر می کند [۳۵]، و یا رابطه مستقیم بین اثرگذاری آلودگی هوا و خشکسالی گزارش شده است [۱۳]. پایین بودن درجه خشکیدگی ناحیه ۳ (دورترین ناحیه از مراکز صنعتی، جمعیتی و ترافیکی) تایید کننده این نظریه نخستین بود.

نتایج این تحقیق نشان داد که به جز دوری از منابع احتمالی ایجاد کننده تنش و از میان تمام خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شده، دو خصوصیت خاکی، این ناحیه را از سه ناحیه دیگر متمایز می سازد. یکی تنوع اندازه ذرات خاک در ناحیه ۳ و دیگری اسیدیته و شوری نسبی آب بینابینی در این منطقه بود. وجود انواع اندازه های ذرات خاک می تواند علت دست خوردگی کمتر خاک باشد. می توان فرض کرد چنین خاکی از یک سو قدرت بیشتری در نگهداری رطوبت خاک دارد و از سوی دیگر در شرایط بارندگی های فصلی و یا تغییرات شدید در مواد حل شده در خاک (معدنی و بیولوژیک)، به طور

جذب عناصر بازی در گیاه بیشتر بوده و در آخر در فعال کردن چرخه عناصر غذایی به طور کامل مؤثر است [۲۲]. نتایج نشان می‌دهند که برخلاف گزارش مجری طرح جنگل کاری، کوددهی سرک به این جنگل کاری‌ها یکنواخت نبوده و به احتمال در سال‌های اخیر در ناحیه مجاور مرکز صنعتی مقادیر بیشتری از کود شیمیایی به خاک اضافه شده است. همچنین جذب تعداد زیادی از عناصر معدنی در خاک‌های آهکی به کندی صورت می‌گیرد. در شرایط کمبود آب، مقادیر تا دوبرابری این مواد نسبت به نواحی دیگر، می‌تواند نه تنها باعث افزایش رشد گیاهی نشود، بلکه آن طور که نتایج این تحقیق نشان داد باعث افزایش تصاعدی خشکیدگی در این ناحیه شد. غنای مواد مغذی خاک ممکن است بدون وجود سطح کافی مواد هیدرولیز کننده، مانعی در جهت جذب آب بیشتر توسط گیاهان باشد [۴]، که این یافته با تحقیقات بینکلی [۸] هم‌خوانی دارد.

نتایج این تحقیق نشان داد که هرچند کاهش سطح آبیاری عامل اصلی کاهش بنیه درختان سرو نقره‌ای می‌شود که پیامدهای مانند کاهش مقاومت گیاه در برابر انواع آفات و بیماری‌ها می‌شود، ولی شرایط خاکی که در آن جنگل کاری شده را نیز نباید نادیده گرفت. در این شرایط خاک‌های با ساختمان بلوغ یافته با ترکیبی از تمام اندازه‌های ذرات آثار خشکیدگی کمتری را به همراه دارند و افزایش افراطی کود شیمیایی به خاک نیز می‌تواند نه تنها سطح جذب اسمزیک را کاهش داده و شوری کاذب به وجود آورد، بلکه افزایش مواد معدنی مغذی می‌تواند به ازهم‌پاشیدگی ساختمان خاک کمک کند.

خاک بیشتر شود و در پی آن مقدار تبادل یونی و ضریب هدایت الکتریکی نیز افزایش یابد و یا از اسیدیت کاسته شود (جدول ۴ و شکل ۲)، بر شدت خشکیدگی افزوده می‌شود. ولی رابطه‌ای بین این متغیرهای خاک و خشکی یافت نشد. علت آن سطح خشکیدگی پایین درختان ناحیه ۳ با وجود بالا بودن شوری و سایر پیامدهای شوری در این ناحیه است. به احتمال خشکیدگی درختان را می‌توان از پیامد شوری دانست ولی به یقین، عامل اصلی خشکیدگی درختان نیست. محققان در قم مهم‌ترین عامل خشکیدگی درختان سرو نقره‌ای را نامناسب بودن خاک و شوری آب تعیین کردند [۳۴] که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی ندارد. در این خاک‌ها باید دسته‌ای از مواد شیمیایی اصلاح کننده به خاک اضافه نمود. مهم‌ترین و بهترین موادی را که می‌توان در خاک‌های کشور استفاده کرد گچ یا گوگرد است.

به جز تفاوت در ساختمان خاک ناحیه ۳ (شکل ۵)، نباید از ارتباط مستقیم بین خشکیدگی درختان و سطح بالای مقادیر فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم خاک صرف نظر کرد. به طور کلی، بین عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم تجمع یافته در خاک و چرخه کم عناصر غذایی ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. چرخه کم عناصر غذایی ناشی از پایین بودن اشباع بازی خاک‌های اسیدی است [۱۹] بنابراین، با توجه به کم بودن اسیدیت در خاک سوزنی برگان و پایین بودن اشباع بازی در این خاک‌ها [۵]، می‌توان گفت که چرخه عناصر غذایی در توده سوزنی برگ ضعیف‌تر است. همواره رابطه مثبتی بین اشباع بازی خاک و مقدار عناصر تغذیه‌ای وجود دارد [۳۰] به عبارت دیگر، هر قدر درصد اشباع بازی خاک بالاتر باشد، توان

References

- [1]. Ahmadloo, F., M. Tabari, & B. Behtari. (2011). Effect of drought stress on the germination parameters of Cupressus seeds. *International Journal of Forest, Soil and Erosion*, 1, 11-17.
- [2]. Anonymous. (2012). Isfahan Organization of Parks and Green Space, (in Farsi).
- [3]. Anonymous. (2012). I.R of Iran meteorological organization, (in Farsi).
- [4]. Antunes, S.C., R. Pereira, J.P. Sousa, M.C. Santos, & Goncalves, F. (2008). Spatial and

- temporal distribution covers of Porto Santo Island (Madeira Archipelago, Portugal). *European Journal of Soil Biology*, 44, 45-56.
- [5]. Augusto, L., J. Ranger, D. Binkley, & A. Rothe. (2002). Impact of several common tree species of temperate forest on soil fertility. *Annals of Forest Science*, 59, 233-254.
- [6]. Azedoo, Z., Goodarzi, G.R., & Sardabi, H. (2003). Forest plantation trial with 14 almond genotypes under rainfed condition at Arak

- area of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 11, Pe203-Pe217, 323.
- [7]. Bambo, S.K., Nowak, J., Blount, A., Long, R., & Osiecka, A.J.A. (2009). Soil nitrate leaching in silvopastures compared with open pasture and pine plantation. *Journal of Environmental Quality*, 38, 1870-1877.
- [8]. Binkley, D. (1997). Bioassays of the influence of *Ecalyptus saligna* and *Albizia falcataria* on soil nutrient supply and limitation. *Forest Ecology and Management*, 91(2-3), 229-234.
- [9]. Braun, E.L. (1950). Deciduous forests of eastern North America. Hafner Publishing Company, New York.
- [10]. Ciesla, W.M., & E. Donaubauer. (1994). Decline and Dieback of Trees and Forests. A Global Overview: Food & Agriculture Org, 120: 92-5.
- [11]. Cuevas, E., & Lugo, A.E. (1998). Dynamics of organic matter and nutrient return from litterfall in stands of ten tropical tree plantation species. *Forest Ecology and Management*, 112, 263-279
- [12]. David, S. (2001). Conifers in the dry country. A report for the RIRDC/L8w Australia/FWPRDC joint venture Agroforestry program.
- [13]. Duan, L., Liu, J., Xin, Y., & Larssen, T. (2013). Air-pollution emission control in China: Impacts on soil acidification recovery and constraints due to drought. *The Science of the Total Environment*, 463-464C: 1031-1041.
- [14]. Edward, F. (1993). *Cupressus arizonica* var. *arizonica*; Arizona cypress. by Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida.
- [15]. Fattahi, M., (1994). Check-compatible non-native softwoods in Kurdistan. Research Institute of Forests and Rangelands.
- [16]. Feng, Z. (1988). Erosion control: stay in tune, Proceedings of Conference XIX. *International Erosion Control Association*, 120, 235-251.
- [17]. Fisher R.F. & D. Binkley. (2000). Ecology and Management of Forest Soils. John Wiley & Sons, INC.
- [18]. Ghazanshahi, G., (1997). Soil and plant analysis. Homa Publications, (in Farsi).
- [19]. Hansen, K., Vesterdal, L., Schmidt, I.K., Gundersen, P., & Sevel, L. (2009). Litterfall and nutrient return in five tree species in a common garden experiment. *Forest Ecology and Management*, 257, 2133-2144.
- [20]. Hassanpouraghdam, M.B. (2011). α -Pinene- and β -myrcene-rich volatile fruit oil of *Cupressus arizonica* Greene from northwest Iran. *Natural Product Research*, 25, 634-639.
- [21]. Honarjoo, N., & Jalaliyan A., (2008). Soil development in the areas of Islamic Azad University Khorasgan. *Journal of Agricultural Sciences*, 4(2), 254-266, (in Farsi).
- [22]. Jafari, M., & Sarmadian, F. (2003). Soil Fundamental and Classification. University of Tehran Press (in Farsi).
- [23]. Jazirehi, M.H. (2002). Afforestation in arid environment. Tehran: Tehran University Press, (in Farsi).
- [24]. Joibary, S.S., Darvishsefat, A.A., & Kellenberger, T.W. (2007). Forest type mapping using incorporation of spatial models and ETM+ data. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10, 2292-2299.
- [25]. Kemp, D.D. (2004). Exploring environmental issues: an integrated approach. London, New York, Routledge.
- [26]. Klein, L., Cummings-Calson, J., & Martin, A.J. (1995). Plantation Establishment Series: Maintenance, Lake States Woodland bulletin.
- [27]. Mirbadian, A., (1994). Causes of Weakness Physiology Tehran pine (chitgar park). Publications of Research Institute of Forests and Rangelands. Tehran, (in Farsi).
- [28]. Montagnini, F. (2000). Accumulation In above-ground biomass and soil storage of mineral nutrients in pure and mixed plantations in a humid tropical lowland. *Forest Ecology and Management*, 134(1-3), 257-270.
- [29]. Negahdarsaber, M., Nejabat, M., & Sabbahi, G.H.A. (1999). Problems evaluation Forest Park Shiraz Airport. *Journal of Construction Research*, 40, 41, 42, 86-88, (in Farsi).
- [30]. Norden, U. (1994). Leaf litterfall concentrations and fluxes of elements in deciduous tree species. Scandi. *Journal of Forest Research*, 16, 9-16.
- [31]. Richards, L.A. (Ed.)(1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils USDA Agriculture Handbook 60. Washington D. C.
- [32]. Sjöholm, H., Reynders, M.I., & Ffolliott, P. (1989). Arid Zone Forestry: A Guide for

- Field Technicians. Rome. *Food & Agriculture Organization of the UN*, 112, 241-252.
- [33]. Sheybani, H., Mirbadian, A., & Mohammadi, M., (1997). Eldar pine physiological causes of weakness (chitgar park). *Journal of Construction Research*, 20(4), 9-4, (in Farsi).
- [34]. Tavakoli Neko, H., Rahmani, A., Pourmeidani, A., & Adnani, S.M. (2008). Investigation on soil and water salinity effects on weakness and mortality of Arizona Cypress (*Cupressus arizonica* G.) in Qom. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16(4), 543-555, (in Farsi).
- [35]. Warrington, S., & Whittaker, J.B. (1990). Interactions between sitka spruce, the green spruce aphid, sulphur dioxide pollution and drought. *Environmental Pollution*, 65, 363-370.
- [36]. Zad, S.J., & Koshnevice, M. (2001). Damping-off in conifer seedling nurseries in Noshahr and Kelardasht. *Mededelingen*, 66, 91-93.
- [37]. Zare, H., (2001). Soft wood species native in Iran. Research Institute of Forests and Rangelands, (in Farsi).
- [38]. Zare Chahouki, M.A. (2013). Pilot projects in natural resource sciences. Tehran University Press, (in Farsi).

Impact of some soil physico-chemical properties on drought resistance Plantation of Arizona cypress in East of Isfahan

1- SH. Gorjestanizade, MSc. of Forestry, Faculty of Natural Resources and Earth Science, ShahreKord University, Iran
sh_gorjestanizade@yahoo.com

2- A. Soltani, Assistant Prof., Faculty of Natural Resources and Earth Science, ShahreKord University, Iran

3- H. Shariati, MSc. of Forestry, Faculty of Natural Resources and Earth Science, ShahreKord University, Iran

Received: 10 Sep 2015

Accepted: 02 Jul 2016

Abstract

In recent years, Arizona cypress plantations located in East Isfahan are increasingly drying. Water deficit and frequent drought are allegedly considered as the main reasons. Nevertheless, the wilting trees are not evenly dispersed across the plantations, leading to existing associate factors. The present research Consider that the effect of soil chemo-physical characteristics on the wilting rate. Preliminary research work showed that the forest area studied can be classified on the basis of environmental stresses related to four separate regions. One area due to its proximity to population centers , the two , proximity to roads , the three, with a maximum distance from the areas with high stress potential and the due to the proximity to the industrial zone four were selected. In each plot, all trees, including health, are drying up, dried, and even recently cut trees were counted, as well as Soil samples were taken from each plot up to a depth of 30 cm and then analyzed in the laboratory. Soil texture, pH, electrical conductivity, sodium concentrations in treated, Concentrations of calcium, sodium adsorption ratio, cation exchange capacity, total nitrogen and phosphorus and Potassium absorbable parameters were measured. Wilting rate was increased significantly in more salty and more conductive soils. Soils made up of particles of all sizes were more resistant to drought. The results also showed that overuse chemical fertilizers decreased the trees' survival in severe drought conditions.

Keywords: Forest plantation; Arizona cypress; Drought, Physical and chemical properties of soil.