

بررسی صفات رویشی گونه‌های سوزنی‌برگ تحت آبیاری با پلیمر جاذب رطوبت در پارک جنگلی ساوه

غلامرضا گودرزی^۱، فاطمه احمدلو^{۲*}، علی فرمهینی فراهانی^۱، ضیاء آزدو^۱

۱- بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران
۲- مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۹

چکیده

در مناطق خشک، افزایش دوره‌های آبیاری جهت تأمین آب مورد نیاز توسعه فضای سبز و جنگل‌کاری ضرورت دارد. پژوهش حاضر در قالب طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با تیمار اصلی دوره آبیاری و تیمار فرعی گونه‌های سوزنی‌برگ ارس، سرو نقره‌ای، سرو خمره‌ای، سرو شیراز، زربین، کاج تهران، کاج بروسیا، کاج مشهدی و کاج بادامی با مبداهای مختلف در سه بلوک به مدت ۵ سال در پارک جنگلی ساوه اجرا گردید. در هر بلوک از هر گونه ۲۴ اصله نهال به صورت گروهی با فواصل ۲×۲/۵ متر کشت و از این تعداد ۱۲ اصله نهال جهت آبیاری ۷ روزه و ۱۲ اصله جهت آبیاری ۱۴ روزه با کاربرد پلیمر جاذب رطوبت تراکاتم (TerraCottem) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که متغیرهای ارتفاع و قطر یقه در اثر متقابل دوره آبیاری و گونه اختلاف معنی‌دار آماری را نشان دادند. اثر اصلی دوره آبیاری بر مشخصه‌های قطر یقه و شادابی معنی‌دار بود. کاج بروسیا از بیشترین میزان ارتفاع (۲/۷۶ متر)، زنده‌مانی (۹۰/۶۷ درصد) و شادابی (۹۰ درصد) و کاج مشهدی از بیشترین میزان قطر یقه (۶/۴۲ سانتی‌متر)، قطر تاج (۱/۲۷ متر) و مساحت تاج پوشش (۵/۱۲ متر مربع) برخوردار بود. تجزیه خوشه‌ای نشان داد که گونه‌های سرو خمره‌ای، کاج بروسیا و سرو شیراز کلوده به لحاظ هر یک از متغیرهای مورد بررسی در مناسب‌ترین شرایط هستند و با دوره آبیاری ۱۴ روزه و کاربرد پلیمر جاذب رطوبت برای کاشت در شهرستان ساوه معرفی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌کاری، دوره آبیاری، سازگاری، صفات رویشی، مبدأ بذر

مقدمه

هر ساله در اثر گسترش بیابان‌زایی، ۰/۱۳ درصد (۶۰ هزار کیلومترمربع) به مساحت مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان اضافه می‌شود که توسعه جنگل‌کاری را در این مناطق ضروری می‌سازد (Mitchell & Entry, 1998). با توجه به عواملی مانند کمبود آب و بروز خشکسالی‌های پی در پی، بایستی گونه‌هایی جهت کاشت در مناطق خشک و نیمه خشک انتخاب شوند که با شرایط منطقه بیشترین سازگاری را دارند و هم‌چنین از روش‌های تأمین رطوبت و حاصل‌خیزی خاک نیز برای اطمینان جهت استقرار گونه‌های گیاهی استفاده شود (کنشلو و دمی‌زاده، ۱۳۹۴). تنش خشکی روی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی نهال‌های درختی و فرآیندهای متابولیکی از جمله فتوسنتز و تنفس که اساس تولید گیاه می‌باشد، تأثیر می‌گذارد. اگرچه در این خصوص، رابطه مستقیمی بین بهره‌وری استفاده از آب و مکانیسم سازش به تنش خشکی وجود دارد (Polle *et al.*, 2019). با اعمال مدیریت صحیح و به‌کارگیری فن‌آوری‌های پیشرفته از طریق حفظ رطوبت، افزایش ظرفیت نگهداری و بهبود وضعیت نفوذپذیری آب در خاک می‌توان کارایی مصرف آب در جنگل‌کاری‌ها را افزایش داد (Al-harbi *et al.*, 1999). سوپر جاذب‌ها به‌عنوان یک ماده افزودنی به خاک، کارایی مصرف آب و دوره آبیاری، جذب مواد غذایی و عناصر کم مصرف ضروری خاک را در مناطق خشک و نیمه خشک افزایش می‌دهند و از تنش‌های وارده و کاهش عملکرد تا حدود زیادی جلوگیری می‌نمایند (Robiul Islam *et al.*, 2011). سوپر جاذب‌ها، پلیمرهای آبدوستی هستند که توانایی جذب مقدار زیادی آب یا محلول آبی را دارند. بر اساس تعادل ترمودینامیکی، در حالتی که پتانسیل شیمیایی آب در محیط بیش از هیدروژل باشد، نفوذ آب از محیط به داخل این مواد صورت گرفته و موجب تورم این پلیمرها تا چندین برابر حجم اولیه خواهد شد و در حالتی که پتانسیل شیمیایی آب در هیدروژل بالاتر از محیط باشد، نفوذ آب از هیدروژل به سمت محیط اطراف انجام می‌گیرد (Zhao *et al.*, 2019). پلیمرهای جاذب

رطوبت بسته به خصوصیات ترکیبی و شیمیایی خود، بافت خاک، گونه گیاهی و نیز فاکتورهای محیطی عملکرد متفاوتی را در مناطق خشک و نیمه خشک نشان می‌دهند (کنشلو و دمی‌زاده، ۱۳۹۴). نتایج بررسی Abedi-koupai و Asadkazemi (۲۰۰۶) نشان داد که استفاده از ۴ و ۶ گرم سوپر جاذب "آ-۲۰۰" باعث کاهش یک سوم تقاضای آب و افزایش میزان ارتفاع و قطر یقه سرو نقره‌ای نسبت به شاهد شد. تأثیر سطوح مختلف پلیمر سوپر جاذب بلور آب A، پرلیت و زئولیت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک لوم-شنی، در پنج سطح (صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵، و ۲ گرم در کیلوگرم خاک) توسط مرادیان و همکاران (۱۳۹۸) اعمال شد. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد در بین اصلاح‌کننده‌ها، پلیمر سوپر جاذب در سطح ۲ گرم در کیلوگرم در مقایسه با تیمار شاهد به‌ترتیب سبب افزایش تخلخل خاک، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و آب قابل استفاده گیاه به میزان ۲/۱۶، ۲/۷۱ و ۱/۴۰ برابر و کاهش ۰/۸۲ برابر جرم مخصوص ظاهری خاک شد.

از طرف دیگر، گونه‌های گیاهی سازگار با این مناطق با بهترین مبداهای تأمین بذر نیز بایستی با دقت و اطمینان انتخاب شوند تا برنامه‌های جنگل‌کاری در آینده با مشکل مواجه نشود (Dvorak *et al.*, 1996). جنگل‌کاری‌ها قادر به انجام برخی خدمات بوم‌سازگان جنگل هستند و نقش مهمی را در شکل‌گیری سیاست‌های حفاظت تنوع زیستی ایفا می‌نمایند و باعث تغییرات مهم در ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و چرخه‌های بیوشیمیایی خاک می‌شوند (Alejandro Peláez-Silva *et al.*, 2019). در این راستا، سوزنی‌برگان به‌عنوان گونه‌های صنعتی و کم‌نیاز به‌علت همیشه‌سبز بودن و شکل زیبای تاجشان علاوه بر چشم‌انداز زیباتر به‌خصوص در فصل زمستان و پاییز، می‌توانند در کاهش آلودگی‌های محیطی نیز تأثیر بیشتری داشته باشند (Varelides *et al.*, 2001). لازم‌ه جنگل‌کاری و شناخت از گونه‌های غیر بومی در عرصه‌های منابع طبیعی ساوه، انجام آزمایش‌های سازگاری است که باید قبل از این‌که در سطح وسیع جنگل‌کاری شوند، تحت آزمایش‌های سازگاری، رشد، تولید، کیفیت و انتخاب بهترین مبداهای جمع‌آوری

بذر قرار گیرند.

تاریخچه انجام آزمایش‌های سازگاری گونه‌های غیربومی در ایران به حدود ۴۸ سال و در جهان به‌طور علمی و گسترده به بیش از یک قرن می‌رسد و کشورهای اروپایی پیشگامان این رشته از علوم محسوب می‌شوند. بررسی سازگاری ۳۳ گونه سوزنی‌برگ متعلق به دو خانواده کاج‌ها و سروها در کردستان نشان داد گونه‌های کاج سیاه و سرو نقره‌ای بیشترین سازگاری را دارند (فتاحی، ۱۳۷۳). بررسی امکان سازگاری و استقرار تعداد ۱۰ گونه درختی شامل زربین، سرو نقره‌ای، کاج سیاه، کاج بروسیا، کاج تهران، آیلان، بلوط، اقاقیا، زبان‌گنجشک و سنجد پس از ۱۰ سال و شناسایی و معرفی آن‌ها در کامفیروز استان فارس نشان داد که گونه‌های سازگار و موفق به ترتیب کاج بروسیا، زربین، سرو نقره‌ای و کاج تهران بودند (حمزه پور و نگهدار صابر، ۱۳۸۰). از طرفی عملکرد مبداهای مختلف بذرگیری در تولید نهال‌های مطمئن از نظر استقرار و رشد مطلوب در اجرای برنامه‌های اصلاحی در جنگل‌کاری‌ها تأثیرگذار است. در نتایج ۱۸ ساله اجرای تحقیق سازگاری سوزنی‌برگان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگل‌های نکا (کوهسار کنده)، گونه‌های کاج تدا با مبدأ پیلمبرا و کاج بروسیا با مبدأ پاسند از گونه‌های موفق سوزنی‌برگ بودند (محمد نژاد کیاسری و همکاران، ۱۳۹۱).

بررسی‌های انجام شده روی ۱۱ پروونانس *Pinus Engelm. greggii* در برزیل، کلمبیا و آفریقای جنوبی پس از ۳ سال نشان داد که ارتفاع درختان *P. greggii* در برزیل و کلمبیا به ترتیب ۴/۲ و ۱/۶ متر و در جنوب و شمال آفریقای جنوبی به ترتیب ۲/۹ و ۲/۱ بود (Dvorak et al., 1996). در آزمایش اثر ۱۷ مبدأ بذر کاج سیاه جمع‌آوری شده از یونان، ترکیه، کرسیکا و کالابریکا و کاشت آن‌ها در سه ریشگاه در یونان نشان داد که مبدأ کرسیکا به ترتیب با ۲/۳۰ متر و ۳/۹ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع و قطر برابرسینه و مبادی *Samos*، *Aegion*، *Eubea*، *Bursa*، *Muggla* و *Varelides et al.* (2001). نتایج اندازه‌گیری مشخصه‌های حجم در هکتار و قطر شاخه در مطالعه رشد کمی و کیفی ۷ پروونانس

Pinus kesiya جمع‌آوری شده از کلمبیا، جنوب آفریقا، کوئیلند، ویتنام و زیمباوه در تحقیق Costa e Silva و Graudal (۲۰۰۸) نشان داد که بیشترین حجم در مبدأ کلمبیا (گرانادا) با ۲۲۱/۴ مترمکعب در هکتار و کمترین آن در مبدأ ویتنام با ۳۰/۳ مترمکعب در هکتار و بیشترین قطر شاخه در مبدأ کوئیلند با ۳/۴ سانتی‌متر و کمترین آن در مبدأ جنوب آفریقا با ۲/۳ سانتی‌متر بود. Hosseini و همکاران (۲۰۱۶) با کاشت ۸ گونه درختی سوزنی‌برگ و پهن‌برگ و کاربرد ۴ تیمار پلیمر سوپرجاذب استاکوزورب ۳۰۰ به خاک محیط ریشه به میزان ۱۲۵۰ گرم و شاهد (بدون کاربرد سوپرجاذب)، نتیجه گرفتند که با کاربرد سوپرجاذب در زمان کشت نهال‌ها، امکان استقرار مطلوب نهال‌ها وجود دارد و بیشترین میزان زنده‌مانی پس از یک فصل رویش در کاربرد هیدروژل در ترکیب با خاک اره و یا کوددامی وجود داشته است و هم‌چنین هزینه‌های آبیاری را تا ۵۰ درصد کاهش داده است. Mikhaylovitch و Sergeevna Titova و Koldaev (۲۰۱۹) بر اساس میزان جذب طیف نوری درختان نتیجه گرفتند که گونه‌های خانواده کاج، خانواده نوئل و خانواده سرو به‌ترتیب بیشترین، کمترین و متوسط سازگاری را نسبت به نور کامل دارند که بر میزان رشد آن‌ها تأثیر می‌گذارد.

شهرستان ساوه یکی از مراکز صنعتی کشور است به‌طوری‌که بزرگ‌ترین شهرک صنعتی کشور در این شهرستان قرار داشته و شرایط سخت اداکی، اقلیمی و آب از مشکلات عمده انتخاب گونه در این منطقه است. سطح کل فضای سبز شهرستان ساوه ۲۲۰ هکتار است به‌طوری‌که سرانه فضای سبز ۱۱/۵ مترمربع و کمتر از میزان استاندارد (۱۲ مترمربع) می‌باشد. شهرستان ساوه به‌دلیل نزدیکی به پایتخت و منطقه ویژه اقتصادی کاوه و واقع شدن در محل شاهراه‌های ارتباطی، محل مناسبی برای تجمع واحدهای صنعتی بیشتر در آینده و در نتیجه آلودگی بیشتر است، کمبود آب در این منطقه می‌تواند به‌عنوان یک عامل مهم تلقی شود. وزش بادهای محلی و افزایش ناگهانی ریزگردهای انتقالی مناطق مختلف نیز شهرستان ساوه را جزو شهرهای آلوده نموده است (حسینی

دومارتن دارای اقلیم خشک بیابانی معتدل می‌باشد. بر اساس دوره آماری ۲۰ ساله، میانگین بارندگی سالیانه ۱۹۳/۱ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۷/۹ درجه سانتی‌گراد و حداکثر مطلق ۴۴ درجه سانتی‌گراد و حداقل مطلق ۱۵- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. گرم‌ترین ماه‌های سال تیر و مرداد و سردترین دی و بهمن است. روزهای یخبندان بیشتر در چهار ماه پایانی سال اتفاق افتاده و ماه‌های دی و بهمن بیشترین روزهای یخبندان را دارا هستند. میانگین بارندگی در طی سال‌های اجرای طرح ۹۲/۱۶ میلی‌متر بوده است. بافت خاک منطقه شنی لومی (سبک تا متوسط) بوده و بنابراین ظرفیت نگهداری آب آن پائین است و جهت رفع این مشکل کود آلی به میزان ۲۵ تن در هکتار به خاک اضافه و مخلوط شد. وضعیت توپوگرافی مسطح و با شیب کمتر از ۱۰ درصد و پوشش گیاهی منطقه قبلاً جنگل‌کاری با گونه کاج الدار بوده که درختان قطع و عرصه رها شده بود.

قبل از شروع آزمایش و هم‌چنین پنج سال پس از کاشت برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش توسط آزمایشگاه خاکشناسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی تعیین گردید (جدول ۱). نمونه‌برداری خاک در پاییز توسط اوگر، قبل از کاشت گونه‌ها و هم‌چنین در سال پنجم با حفر پنج پروفیل در زیر تاج درختان از سه لایه ۵۰-، ۱۰۰-۵۰ و ۱۵۰-۱۰۰ سانتی‌متری انجام شد.

موغاری و ابراهیمی، ۱۳۹۴). بنابراین تنوع بخشیدن به گونه‌ها و انجام آزمایش‌های سازگاری، در توسعه فضای سبز و کاهش آلودگی آن از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به نیاز متفاوت بوم‌شناسی گونه‌های مورد مطالعه با آب و هوای سرد و خشک و سرد و نیمه خشک (ارس، سرو نقره‌ای، سرو خمره‌ای، کاج الدار)، بسیار مرطوب و کوهستانی (کاج بادامی)، مدیترانه‌ای و گرم و مرطوب (کاج بروسیا، سرو شیراز، سرو زربین) و نیمه بیابانی (کاج مشهدی)، بررسی سازگاری و میزان رشد آن‌ها در شرایط اقلیمی نیمه خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های کمی سرد ساوه دارای اهمیت است. هدف از پژوهش حاضر، کاشت گونه‌های مورد آزمایش برای بررسی مقایسه آنها با یکدیگر تحت دوره‌های آبیاری با کاربرد پلیمر جاذب رطوبت به منظور انتخاب سازگارترین گونه‌ها در دوره آبیاری بیشتر و در نهایت غنی‌سازی پوشش گیاهی منطقه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه تحقیق

محل اجرای این بررسی در مجتمع پارک جنگلی امام خمینی شهرستان ساوه با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و با ارتفاع ۱۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا می‌باشد. منطقه با روش آمبرژه دارای اقلیم نیمه‌خشک و با روش

جدول ۱- برخی مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

زمان نمونه‌برداری	عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	درصد اشباع خاک	درصد خنثی شونده	کربن آلی (درصد)	ازت کل (درصد)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	اسیدیتته (دسی‌زیمن س بر متر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمن س بر متر)
قبل از کاشت	۵۰-۰	شنی-لومی	۲۳/۵	۳۱/۷۵	۰/۱۸	۰/۰۲	۲۲۴/۵	۱/۰۵	۷/۹	۰/۷
	۱۰۰-۵۰	شنی-لومی	۳۰	۱۱/۲۵	۰/۰۷	۰/۰۱	۲۰۲	۲/۳۵	۷/۹۵	۱/۳
	۱۵۰-۱۰۰	لومی-شنی	۳۳/۵	۱۰/۵	۰/۰۹	۰/۰۱	۲۶۲	۶/۷۵	۷/۸	۶
پنج سال پس از کاشت	۵۰-۰	شنی-لومی	۵۶/۸	۳۲/۱۸	۱/۲	۰/۱۸	۴۰۱	۴۵	۸/۰۵	۰/۸
	۱۰۰-۵۰	شنی-لومی	۴۱/۲۴	۳۰/۱۵	۱/۱۵	۰/۱	۳۱۶	۳۱	۷/۹۳	۱/۵
	۱۵۰-۱۰۰	لومی-سیلتی	۲۰/۱۵	۲۷/۱۶	۱/۰۸	۰/۰۸	۲۸۶	۲۹	۷/۸	۱/۶۳

مدت ۲۴ ماه انجام شد که برداشت نمونه در هر ماه با انتخاب ۳ روز در ابتدا، وسط و انتهای هر ماه انجام می‌گرفت. نمونه‌های آب برای تجزیه و تحلیل عناصر به آزمایشگاه انتقال یافت.

منبع تأمین آب برای آبیاری درختان، دو چاه شورا و نیزار بوده که مشخصات شیمیایی آب هر دو چاه و نیز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) (World Health Organization) هر یک از مشخصه‌ها در جدول ۲ آورده شده است. نمونه‌برداری از آب از ابتدای فروردین ۹۱ به

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری

نسبت جذب	آنیون‌ها (میلی اکی والان بر لیتر)				کاتیون‌ها (میلی اکی والان بر لیتر)			کل جامدات معلق (میلی گرم بر لیتر)	هدایت الکتریکی (دسی نترات)	منبع تأمین آب		
	سدیم	کلر	سولفات	کربنات	بیکربنات	سدیم	منیزیم				کلسیم	
۲۰/۹۵	۱۸/۹	۱۰/۳۳	۱	۰/۱۳	۳۵	۲/۲۴	۳/۳۶	۱۲۲۰	۱/۳۶	۳/۵۶	۶/۶	چاه شورا
۱۵	۱۴/۵	۱۵/۷۵	۵/۷۵	۰	۲۸/۶۵	۲	۵/۲۴	۲۳۰۴	۰/۷۸	۳/۸۲	۷/۴۶	چاه نیزار
۳۰	۱۰	۱۰	۱/۵	۳	۱۰	۸	۱۰	۴۵۰	۳	۲	۷-۷/۷	WHO

سانتی‌متر ارتفاع، زمین پارک جنگلی در حاشیه شهرستان ساوه به مساحت ۰/۷ هکتار تعیین و عملیات آماده‌سازی شامل شخم عمیق و کوددهی و تسطیح انجام و چاله‌هایی به ابعاد ۷۰×۷۰ سانتی‌متر ایجاد گردید. در مرحله بعد به وسیله نه‌رکن جوی پشته‌هایی با فاصله ۳ متر ایجاد گردید و مقدار آبیاری در هر مرحله حدود ۱۲۰۰۰ متر مکعب در هکتار در سال بوده است. این تحقیق در قالب طرح کرت‌های خرد شده با تیمار اصلی آبیاری و تیمار فرعی گونه‌های سوزنی‌برگ در سه بلوک به مدت ۵ سال اجرا گردید. در هر بلوک از هر گونه ۲۴ اصله نهال به صورت گروهی با فواصل ۲×۲/۵ متر کشت و از این تعداد ۱۲ اصله نهال جهت آبیاری ۷ روزه و ۱۲ اصله جهت آبیاری ۱۴ روزه با کاربرد پلیمر جاذب رطوبت تراکاتم (TerraCottem) به میزان ۲۵۰ گرم برای هر گودال در اطراف ریشه نهال و مخلوط با خاک در نظر گرفته شد. سپس بلافاصله آبیاری انجام شد تا سوپر جاذب با جذب آب، صد در صد متورم شده و خاک به مرحله اشباع کامل برسد. پلیمر جاذب رطوبت تراکاتم دارای توان جذب آب به میزان ۶۰ برابر وزن خود است و حاوی کودهای ازت، میکرو و اسیدهای هیومیک می‌باشد. عملیات نگهداری در طی سال به‌طور

روش بررسی

در این بررسی ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای انجام و گونه‌های سوزنی‌برگ ارس با مبدأهای البرز، ساوه و اراک (مبدأ اصلی بذر شرق مدیترانه) (*Juniperus excelsa* M.B.)، سرو نقره‌ای با مبدأ کلوده آمل (مبدأ اصلی بذر جنوب غربی ایالات متحده آمریکا) (*Cupressus arizonica* Green.)، سرو خمره‌ای با مبدأ اراک (مبدأ اصلی بذر شرق و شمال آسیا) (*Platyclusus orientalis* (L.) Franco)، سرو شیراز با مبدأهای کلوده آمل و خرم‌آباد (مبدأ اصلی بذر ایران) (*Cupressus sempervirens* Var. *fastigiata*)، زربین با مبدأهای کلوده آمل و خرم‌آباد (مبدأ اصلی بذر شرق مدیترانه) (*C. sempervirens* var. *horizontalis*)، کاج الدار با مبدأ خرم‌آباد (مبدأ اصلی بذر آذربایجان) (*Pinus eldarica* Medw.)، کاج پروسیا با مبدأ خرم‌آباد (مبدأ اصلی بذر ترکیه) (*Pinus brutia* Ten.)، کاج مشهدی با مبدأ ساوه (مبدأ اصلی بذر آذربایجان) (*Pinus mugo* Turra) و کاج بادامی با مبدأ رشت (مبدأ اصلی بذر مدیترانه) (*Pinus pinea* L.) انتخاب گردیدند. در نیمه دوم اسفند سال ۱۳۸۹ پس از تهیه نهال‌های بذری مناسب ۲ ساله گلدانی سوزنی‌برگ با حدود ۵۰ تا ۷۰

داده‌ها با استفاده از روش آماری تجزیه واریانس کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از آماره خوشه‌بندی سلسله مراتبی بر اساس روش Ward و مربع فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار فاصله و بکارگیری نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای مقایسه مقاومت گونه‌ها به آفات و بیماری‌ها از آزمون تجزیه واریانس کروسکال والیس و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون Mann-Whitney-U (من ویتنی یو) استفاده شد.

نتایج

بررسی مشخصه‌های کمی و کیفی گونه‌ها

نتایج تجزیه واریانس اسپلیت پلات نشان داد که اثر اصلی دوره آبیاری بر مشخصه‌های قطر یقه و شادابی و اثر اصلی نوع گونه در تمامی مشخصه‌های مورد مطالعه معنی‌دار است. اثرات متقابل دوره آبیاری و نوع گونه در مشخصه‌های ارتفاع و قطر یقه معنی‌دار است و گونه‌های مختلف در سایر مشخصه‌ها، واکنش متفاوتی را نسبت به دوره‌های آبیاری نشان نداده‌اند (جدول ۳).

منظم انجام گرفت. پارامترهای مورد اندازه‌گیری سالیانه شامل ارتفاع، قطر یقه (فقط در پایان فصل رویش)، قطر تاج پوشش (با اندازه‌گیری دو قطر عمود بر هم از اقطار بزرگ و کوچک تاج درخت)، مساحت تاج پوشش، درصد زنده‌مانی (دو بار در سال، پایان دوره گرما و پایان دوره سرما) و درصد شادابی بوده است. اندازه‌گیری ارتفاع و قطر تاج پوشش به وسیله شاخص مدرج بر حسب متر و قطر یقه به وسیله کولیس با دقت سانتی‌متر انجام گرفت. در این پژوهش درختان از لحاظ شادابی به ۵ دسته (خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب و عالی) مورد بررسی قرار گرفتند (کنشلو، ۱۳۸۳) که بر اساس تعداد درختان در هر طبقه اعداد رتبه‌ای به درصد تبدیل شده و متغیر درصد شادابی خوب درختان در تجزیه و تحلیل‌ها آورده شد. آماربرداری از خسارات ناشی از حمله آفات و بیماری‌ها به‌صورت مشاهده فراوانی با پنج درجه کیفی ۱- تا ۱۰۰ درصد ابتدا به آفات و بیماری‌ها، ۲- تا ۷۰ درصد مبتلا به آفات، ۳- تا ۵۰ درصد مبتلا به آفات، ۴- تا ۲۰ درصد ابتدا به آفات و ۵- عاری از آفات و امراض ثبت شد (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۲) و نمونه‌برداری از آفات به‌طور منظم در طول سال انجام و توسط بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی شناسایی شد.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مشخصه‌های کمی و کیفی گونه‌های کشت شده در ساوه

منابع تغییرات	ارتفاع	قطر یقه	قطر تاج پوشش	مساحت تاج پوشش	زنده‌مانی	شادابی
بلوک	۰/۱۶۱ ^{ns}	۲/۱۷۳*	۰/۰۲۰ ^{ns}	۰/۳۳۱ ^{ns}	۹۶۲/۵۵۱**	۲۰/۵۱۳ ^{ns}
دوره آبیاری	۰/۰۹۳ ^{ns}	۳/۰۳۷*	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۱۰ ^{ns}	۱۴۹/۵۳۸ ^{ns}	۱۱۵۳/۸۵۰**
خطای اصلی (Ea)	۰/۰۸۱	۰/۴۱۸	۰/۰۰۴	۰/۲۲۷	۱۱۴/۷۳۱	۶۱/۵۳۸
گونه	۲/۲۲۷**	۱۲/۷۲۷**	۰/۵۲۶**	۱۵/۰۲۷**	۵۷۰۶/۷۷۴**	۲۰/۱۲/۸۲۰**
دوره آبیاری×گونه	۰/۲۰۳*	۱/۳۲۸*	۰/۰۳۱ ^{ns}	۰/۷۹۳ ^{ns}	۱۱۵/۷۰۵ ^{ns}	۵۳/۸۴۶ ^{ns}
خطای فرعی (Eb)	۰/۰۸۸	۰/۵۱۰	۰/۰۲۰	۰/۶۹۹	۱۰۴/۴۳۹	۶۱/۵۳۸

**= معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، * = معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ^{ns} = عدم معنی‌داری

بروسیا مشاهده می‌شود. سرو نقره‌ای از لحاظ مشخصه‌های رشد و زنده‌مانی از شرایط ضعیف و ارس با مبدأ ساوه، زربین با مبادی کلوده آمل و خرم آباد، سرو شیراز با مبدأ خرم آباد از شرایط متوسطی در تمامی مشخصه‌ها برخوردارند. گونه‌های کاج مشهد، کاج بادامی، ارس البرز، ارس اراک و سرو نقره‌ای به ترتیب با ۱۳/۵، ۱۳/۵، ۱۴/۶۷، ۱۷/۳۳ و ۲۷/۵ درصد کمترین میزان زنده‌مانی را نشان دادند و کمترین مقدار تمامی مشخصه‌ها در گونه کاج بادامی وجود داشت (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌ها در بررسی اثرات اصلی دوره آبیاری و گونه نشان می‌دهد که دوره آبیاری ۷ روزه بیشترین میزان قطر یقه و دوره آبیاری ۱۴ روزه با کاربرد پلیمر جاذب رطوبت بیشترین درصد شادابی را نشان می‌دهند و مشخصه درصد شادابی درختان در دوره ۱۴ روزه آبیاری نسبت به ۷ روزه، بیشترین میزان را نشان داد (جدول ۴). کاج بروسیا از بیشترین میزان ارتفاع، زنده‌مانی و شادابی و کاج مشهدی از قطر یقه، قطر تاج و مساحت تاج پوشش بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها برخوردار است. بیشترین درصد زنده‌مانی در سرو خمره‌ای با مبدأ اراک و کاج

جدول ۴- مقایسه میانگین مشخصه‌های کمی و کیفی اثرات اصلی دوره آبیاری و گونه‌های کشت شده در ساوه

منابع تغییرات	ارتفاع (متر)	قطر یقه (سانتی‌متر)	قطر تاج پوشش (متر)	مساحت تاج پوشش (متر مربع)	زنده‌مانی (درصد)	شادابی (درصد)
دوره آبیاری	آبیاری ۷ روزه	۳/۴۹a	۰/۸۲	۲/۴۱	۵۰/۲۶	۶۸/۷۲b
	آبیاری ۱۴ روزه	۳/۰۹b	۰/۸۲	۲/۳۸	۵۳/۰۳	۷۶/۴۱a
گونه	مبدأ بذر					
البرز	cd۱/۰۴	e۱/۷	fg۰/۴۶	f۰/۶۷	e۱۴/۶۷	e۴۳/۳۳
ارس	c۱/۲۸	de۲/۱۷	ef۰/۶۱	f۱/۱۸	bc۷۲/۳۳	bc۷۶/۶۷
اراک	cd۰/۹۵	e۱/۴۷	efg۰/۵	f۰/۸۱	e۱۷/۳۳	d۶۳/۳۳
سرو نقره‌ای	b۲/۲۸	cd۳/۱۱	d۰/۸۵	e۲/۴	e۲۷/۵	bc۷۶/۶۷
سرو خمره‌ای	b۲/۳۳	c۴/۰۱	a۱/۲۳	ab۴/۷۵	a۹۰/۱۷	ab۸۶/۶۷
کلوده آمل	b۲/۱۵	c۳/۳۸	e۰/۶۳	f۱/۲۵	ab۸۷	cd۷۲/۳۳
سرو شیراز	b۲/۲۹	cd۳/۱۶	e۰/۶۵	f۱/۳۸	cd۵۷	abc۸۳/۳۳
زربین	b۲/۱۱	c۳/۵۴	bc۱/۰۳	cd۳/۴	c۶۶/۶۷	abc۸۳/۳۳
کاج الدار	b۲/۰۳	c۳/۵	cd۰/۸۸	e۲/۴۹	bc۷۲/۳۳	a۹۰
کاج بروسیا	a۲/۷۶	b۵/۳۴	ab۱/۱۵	bc۴/۱۲	a۹۰/۶۷	a۹۰
کاج مشهدی	b۱/۹۴	a۶/۴۲	a۱/۲۷	a۵/۱۲	e۱۳/۵	d۶۳/۳۳
کاج بادامی	d۰/۸۴	e۱/۴	g۰/۴۱	f۰/۵۵	e۱۳/۵	f۳۰

حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

و بیماری‌ها واکنش متفاوتی را نشان داده‌اند (جدول ۵). گونه کاج الدار با ۹۳/۳۳ درصد در تیمار آبیاری ۷ روزه و گونه‌های کاج بروسیا، سرو خمره‌ای، کاج الدار و زربین خرم آباد در تیمار آبیاری ۱۴ روزه با کاربرد پلیمر جاذب رطوبت به ترتیب با ۹۸/۳۳، ۹۶/۶۷، ۸۸/۳۳ و ۸۶/۶۷

آفات و بیماری‌ها

نتایج به دست آمده در پایان دوره آماری نشان داد که اثر متقابل تیمار آبیاری و گونه در سطح اطمینان ۹۹ درصد، معنی‌دار می‌باشند به عبارتی گونه‌های مختلف در دوره‌های آبیاری متفاوت از لحاظ درجه مقاومت به آفات

درصد بیشترین درجه مقاومت به آفات و بیماری‌ها (درجه ۵) را دارا بوده‌اند (جدول ۵). گونه کاج بادامی در هر دوره (۱) را نشان داد. آبیاری کمترین درجه مقاومت به آفات و بیماری‌ها (درجه ۵)

جدول ۵- تجزیه واریانس (کروسکال والیس) و مقایسه میانگین متغیر مقاومت به آفات تحت تأثیر متقابل آبیاری و گونه‌های مختلف

درجه ۵	درجه ۴	درجه ۳	درجه ۲	درجه ۱	مبدأ بذر	گونه	دوره آبیاری
۶۵/۰۰۵**	۴۸/۱۸۲**	۴۹/۵۱۵**	۶۰/۲۰۸**	۶۹/۲۷۱**			
۶/۶۷f	۵c-e	۱۰a-d	۱۵a	۶۰b	البرز		
۵۸/۳۳bc	۶/۶۷b-e	۱۰a-d	۱۰a-d	۱۵c-e	ساوه	ارس	
۱۳/۳۳ef	۸/۳۳b-d	۱۵ab	۱۱/۶۷a-c	۵۱/۶۷b	اراک		
۶۰b	۱۱/۶۷a-c	۸/۳۳b-e	۱۰a-d	۱۳/۳۳c-e	کلوده آمل	سرو نقره‌ای	
۷۵ab	۱۰a-d	۶/۶۷c-f	۵c-f	۳/۳۳e	اراک	سرو خمره‌ای	
۴۸/۳۳cd	۱۵a	۱۵ab	۱۱/۶۷a-c	۱۰de	کلوده آمل	سرو شیراز	آبیاری ۷ روزه
۷۶/۶۷ab	۸/۳۳b-d	۸/۳۳b-e	۵c-f	۱/۶۷e	خرم‌آباد		
۸۰ab	۸/۳۳b-d	۶/۶۷c-f	۵c-f	۰/۰۰e	کلوده آمل	زربین	
۸۱/۶۷ab	۱۰a-d	۸/۳۳b-e	۰/۰۰f	۰/۰۰e	خرم‌آباد	کاج الدار	
۹۳/۳۳a	۵c-e	۱/۶۷ef	۰/۰۰f	۰/۰۰e	خرم‌آباد	کاج بروسیا	
۸۰ab	۸/۳۳b-d	۶/۶۷c-f	۵c-f	۰/۰۰e	خرم‌آباد	کاج مشهدی	
۳۸/۳۳cd	۱۱/۶۷a-c	۱۳/۳۳a-c	۱۳/۳۳ab	۲۳/۳۳cd	ساوه	کاج بادامی	
۰/۰۰f	۱/۶۷e	۵d-f	۶/۶۷b-f	۸۶/۶۷a	رشت		
۳/۳۳f	۵c-e	۶/۶۷c-f	۸/۳۳a-e	۷۶/۶۷a	البرز		
۷۸/۳۳ab	۱۱/۶۷a-c	۶/۶۷c-f	۳/۳۳d-f	۰/۰۰e	ساوه	ارس	
۷۵ab	۱۰a-d	۵d-f	۶/۶۷b-f	۳/۳۳e	اراک		
۸۳/۳۳ab	۶/۶۷b-e	۵d-f	۵c-f	۰/۰۰e	کلوده آمل	سرو نقره‌ای	
۹۶/۶۷a	۳/۳۳de	۰/۰۰f	۰/۰۰f	۰/۰۰e	اراک	سرو خمره‌ای	
۸۳/۳۳ab	۱۰a-d	۶/۶۷c-f	۱/۶۷ef	۰/۰۰e	کلوده آمل	سرو شیراز	آبیاری ۱۴ روزه
۸۴/۲۳ab	۱۰a-d	۳/۳۳d-f	۳/۳۳d-f	۰/۰۰e	خرم‌آباد		با کاربرد پلیمر جاذب
۸۴/۳۳ab	۸/۳۳b-d	۵d-f	۳/۳۳d-f	۰/۰۰e	کلوده آمل		رطوبت
۸۶/۶۷a	۶/۶۷b-e	۳/۳۳d-f	۳/۳۳d-f	۰/۰۰e	خرم‌آباد	زربین	
۸۸/۳۳a	۶/۶۷b-e	۳/۳۳df	۰/۰۰f	۰/۰۰e	خرم‌آباد	کاج الدار	
۹۸/۳۳a	۱/۶۷e	۰/۰۰f	۰/۰۰f	۰/۰۰e	خرم‌آباد	کاج بروسیا	
۳۰de	۱۳/۳۳ab	۱۶/۶۷a	۱۱/۶۷a-c	۲۵c	ساوه	کاج مشهدی	
۱/۶۷f	۱/۶۷e	۵d-f	۸/۳۳a-e	۸۳/۳۳a	رشت	کاج بادامی	

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

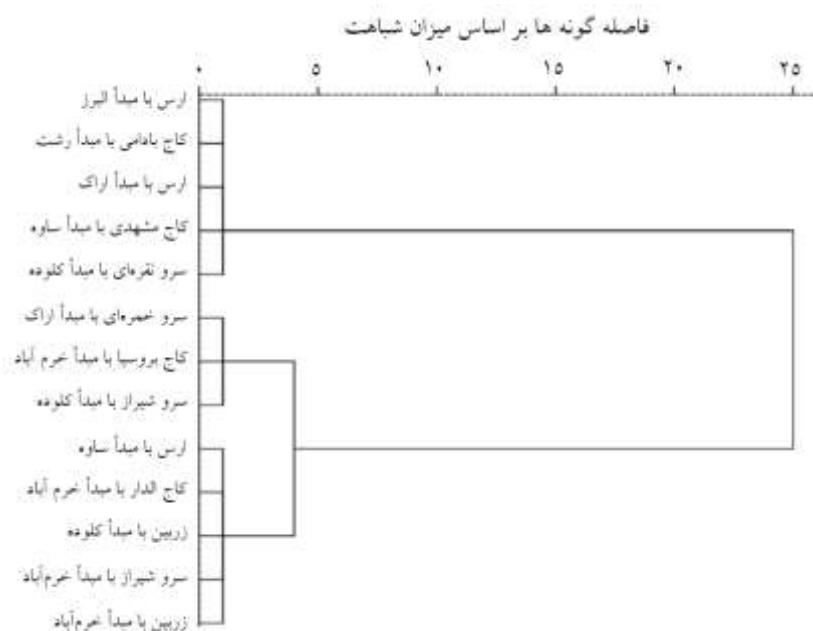
تجزیه خوشه‌ای

شادابی و مقاومت به آفات و بیماری‌ها با استفاده از آماره خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی بر اساس روش Ward و مربع فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار فاصله در شکل ۱ آورده شده است. دندروگرام به‌دست آمده (شکل ۱) گونه‌ها را

نتایج تجزیه خوشه‌ای داده‌های گونه‌های مختلف سوزنی‌برگ بر مبنای هفت مشخصه ارتفاع، قطر یقه، قطر تاج پوشش، مساحت تاج پوشش، درصد زنده‌مانی، درصد

گونه‌های ارس ساوه، کاج الدار، زرین کلوده، سرو شیراز خرم‌آباد و زرین خرم‌آباد می‌باشند. خوشه ۱ با خوشه‌های ۲ و ۳ بیشترین اختلاف رشد، زنده‌مانی و مقاومت به آفات و بیماری‌ها را نشان می‌دهد.

در سه خوشه تقسیم کرد. خوشه ۱ شامل گونه‌های ارس البرز، کاج بادامی، ارس اراک، کاج مشهدی و سرو نقره‌ای کلوده، خوشه ۲ شامل گونه‌های سرو خمره‌ای، کاج بروسیا، و سرو شیراز کلوده می‌باشد و خوشه ۳ شامل



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای گونه‌های مختلف سوزنی‌برگ بر مبنای میانگین هفت مشخصه ارتفاع، قطر یقه، قطر تاج پوشش، مساحت تاج پوشش، درصد زنده‌مانی، درصد شادابی و مقاومت به آفات و بیماری‌ها

خاک مناسب بوده، پلیمر جاذب رطوبت توانسته عملکرد بالایی در جلوگیری از تنش آبی داشته باشد. کنشلو و دمی زاده (۱۳۹۴) گزارش کردند که بهترین واکنش خاک برای عملکرد خوب جاذب رطوبت، محدوده خنثی می‌باشد و زیاد بودن درصد رس و قلیایی بودن زیاد خاک نیز سبب کاهش بازده آن‌ها در جذب آب می‌شود. پلیمر جاذب رطوبت تراکاتم در ابتدا دارای توان جذب آب به میزان ۶۰ برابر وزن خود است و با گذشت زمان، قدرت آبیگری و مدت زمان نگهداری آب کاهش می‌یابد و بعد از ۲۲۰۰ روز به صفر می‌رسد. در واقع در زمان استقرار نهال، پلیمر جاذب رطوبت آب را در اختیار نهال قرار داده است و مانع از آسیب نهال در اثر کم آبی شده است. اگرچه تنش کم آبی با تأثیر منفی بر تولید کربوهیدرات‌ها و فشار تورژسانس سلول، می‌تواند به‌طور مستقیم ارتفاع و قطر

بحث

بررسی مشخصه‌های کمی و کیفی گونه‌ها

عدم تفاوت معنی‌دار دوره آبیاری ۱۴ روزه در اکثر مشخصه‌های مورد مطالعه بجز قطر یقه احتمالاً می‌تواند به دلیل کاربرد پلیمر جاذب رطوبت تراکاتم در دوره آبیاری ۱۴ روزه باشد که تأثیر منفی روی مشخصه‌های مورد اندازه‌گیری نداشته است. بیشترین میزان مشخصه درصد شادابی درختان در دوره آبیاری ۱۴ روزه نسبت به ۷ روزه، نشان از تأثیر مثبت کاربرد پلیمر جاذب رطوبت تراکاتم می‌باشد. با توجه به مطالعات خاک شناسی، مجتمع پارک جنگلی مورد مطالعه از لحاظ اسیدیته جزء خاک‌های قلیایی ضعیف می‌باشد و دارای بافت خاک سبک تا متوسط می‌باشد و چون میزان واکنش و بافت

درختان را کاهش دهد (Al-harbi *et al.*, 1999) که در تحقیق حاضر فقط قطر یقه تحت تأثیر منفی دوره طولانی آبیاری قرار گرفته است.

در تحقیق حاضر، کاج بروسیا بیشترین میزان مشخصه‌های ارتفاع، زنده‌مانی و شادابی را نسبت به سایر گونه‌ها نشان داد. کاج بروسیا از موفق‌ترین گونه‌های سوزنی‌برگ پارک جنگلی مخمل کوه خرم آباد (پيله‌ور و همکاران، ۱۳۹۳) و کامفیروز استان فارس (حمزه پور و نگهدار صابر، ۱۳۸۰) نیز بوده است که با نتایج تحقیق حاضر نیز همخوانی دارد. اگرچه گونه سروخمره‌ای نیز سازگاری بالایی نسبت به شرایط منطقه نشان داد ولیکن در مشاهدات میدانی، این گونه در مناطقی که در معرض جریان مستقیم باد قرار داشته، در جهت باد غالب دچار سرمازدگی تاج شده است که پیشنهاد می‌شود از این گونه در مناطقی که در معرض باد مستقیم قرار دارد، استفاده نشود. در تحقیق پيله‌ور و همکاران (۱۳۹۳) در پارک جنگلی مخمل کوه خرم آباد، سرو نقره‌ای جزو گونه‌های موفق بوده است در حالی که در تحقیق حاضر از لحاظ مشخصه‌های رشد و زنده‌مانی وضعیت مناسبی نداشته است. احتمالاً شوری خاک و آب منطقه و مقادیر بیش از حد استاندارد سدیم، سولفات و کلر سبب کاهش رشد و زنده‌مانی این گونه شده است. ارس با مبدأ ساوه، زربین با مبادی کلوده آمل و خرم آباد، سرو شیراز با مبدأ خرم آباد از وضعیت متوسطی در تمامی مشخصه‌ها برخوردارند. ارس از لحاظ اکولوژیکی دارای رشد بسیار کندی می‌باشد و از نظر نیازهای خاکی، گونه‌ای کم توقع است که در خاک‌های آهکی و سنگلاخی یا در اراضی شنی و در مناطقی با زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم و خشک رشد می‌کنند و سازگاری بسیار بالایی به شرایط محیطی دارد (دستمالچی و همکاران، ۱۳۷۷). در تحقیق حاضر درختان کاج الدار و برخی از درختان زربین نیز به دلیل شرایط نامساعد خشکی هوا و سرما دچار خشکیدگی سرشاخه شدند و کاهش مشخصه‌های رشد را نشان داده‌اند. شیبانی و همکاران (۱۳۷۶) در مطالعات خود در پارک جنگلی چیتگر روی گونه کاج الدار وجود خشکی،

نامنظم بودن آبیاری و خاک شنی و لومی رسی (بافت ضعیف) و ظرفیت پایین نگهداری رطوبت خاک را دلیل کاهش مشخصه‌های رشد و پژمردگی گونه کاج الدار معرفی کرده‌اند.

گونه‌های کاج مشهد، کاج بادامی، ارس البرز، ارس اراک و سرو نقره‌ای از کمترین میزان زنده‌مانی برخوردار بودند. میزان تحمل گونه‌ها به سرمای زمستانه و گرمای تابستانه متفاوت است که در نتیجه سبب تضعیف گیاه و کاهش میزان زنده‌مانی می‌شود. در تحقیق حاضر گونه کاج بادامی در تمامی مشخصه‌ها کمترین مقدار را نشان داد. کاج بادامی در تحقیق خورنکه و همکاران (۱۳۹۲) در ایستگاه تحقیقاتی زاغمرز در سواحل شرقی دریای مازندران سازگاری بسیار خوبی را از نظر رشد و زنده‌مانی نشان داد. در تحقیق آن‌ها ارتفاع از سطح دریا ۷۰ تا ۱۵۰ متر، میزان بارندگی سالیانه ۸۴۰ میلی‌متر و خاک غنی از مواد آلی بوده است در حالی که در تحقیق حاضر ارتفاع از سطح دریا ۱۰۰۰ متر و میانگین بارندگی سالیانه ۱۹۳/۱ میلی‌متر و خاک از لحاظ مواد آلی ضعیف بوده است که عدم سازگاری این گونه در شرایط آب و هوایی ساوه را توجیه می‌کند. در حالی که در تحقیق دستمالچی و همکاران (۱۳۷۷) کاشت گونه کاج بادامی در مناطق نیمه خشک با زمستان‌های خیلی سرد آذربایجان غربی و خاک‌های شور و قلیایی مناسب نیست که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. کاج بادامی به گرما، خشکی و شوری بسیار حساس است (خورنکه و همکاران، ۱۳۹۲) که عدم سازگاری آن به شرایط منطقه را توجیه می‌کند. نهال‌های آن بسیار به یخبندان و دمای پایین حساس هستند (دستمالچی و همکاران، ۱۳۷۷) که دمای پایین منطقه در زمستان سبب کاهش درصد زنده‌مانی و مشخصه‌های رشد آن شده است.

آفات و بیماری‌ها

میزان تحمل گونه‌ها به سرمای زمستانه و گرمای تابستانه متفاوت است که در نتیجه سبب تضعیف گیاه و مبتلا شدن آن به انواع آفات و بیماری‌ها می‌شود. کاج مشهدی به گرما حساس است و این گونه در تحقیق حاضر به

گونه‌های سرو خمره‌ای، کاج بروسیا، و سرو شیراز کلوده دارای شباهت بیشتری با یکدیگر می‌باشند و بهترین گونه‌ها جهت کشت در ساوه می‌باشند و سازگاری بسیار خوبی با شرایط خشک منطقه دارند. گونه‌های ارس ساوه، کاج الدار، زربین کلوده، سرو شیراز خرم‌آباد و زربین خرم‌آباد از لحاظ سازگاری در رتبه خوب قرار دارند و بایستی با احتیاط و با وسعت کم در منطقه کشت گردند و در مراحل بعدی پیشنهاد می‌شوند. گونه‌های ارس البرز، کاج بادامی، ارس اراک، کاج مشهدی و سرو نقره‌ای کلوده بیشترین شباهت را با یکدیگر دارا می‌باشند و از لحاظ سازگاری در رتبه ضعیف قرار دارند که با شرایط منطقه موزد مطالعه سازگاری نداشته و به دلیل کمترین میزان رشد، زنده‌مانی و مقاومت به آفات و بیماری‌ها برای کشت در شرایط خشک پیشنهاد نمی‌شوند. گونه کاج مشهدی در ارتفاعات بالا در مناطق مرکزی و جنوب شرقی اروپا در ارتفاع بین ۱۸۰۰ تا ۲۳۰۰ متر رویش دارد و از نظر حاصلخیزی خاک نسبتاً پرنیاز و مقاوم را می‌طلبد و به مناطق سنگلاخی سازگاری بالایی دارد (Hajdari et al., 2015) این در حالی است که ارتفاع منطقه مورد مطالعه ۱۰۰۰ متر و در شرایط خشک قرار دارد و کاج بادامی نیز به گرما، خشکی و شوری بسیار حساس است (خورنکه و همکاران، ۱۳۹۲) که عدم سازگاری این گونه‌ها به شرایط منطقه را توجیه می‌کند. سرو نقره‌ای نیز از کوه‌های جنوب شرقی آریزونا تا جنوب غربی نیومکزیکو، جنوب کالیفرنیا و شمال مکزیک در ارتفاعات بین ۹۰۰ تا ۲۲۰۰ متر رویش طبیعی دارد (خاکدامن و همکاران، ۱۳۸۷). شرایط خشک منطقه در طی دوره رویش و نامتاسب و ضعیف بودن خصوصیات خاک منطقه سبب ضعف فیزیولوژیک در رویش و عدم سازگاری این گونه شده است.

از آنجایی که اثر اصلی آبیاری معنی‌دار نشد، برای آبیاری درختان سوزنی‌برگ کشت شده در پارک جنگلی ساوه، دوره آبیاری ۱۴ روزه با کاربرد پلیمر جاذب رطوبت به دلیل نتایج یکسان ولی با دوره طولانی آبیاری پیشنهاد می‌شود. بین گونه‌های مختلف درختان و مبداهای مختلف

آفت‌های سپردار کاج *Leucaspis pusilla* Loew، شته کاج *Eulachnus tuberculostemmatus* Theobald، سوسک پوستخوار کاج *Orthotomicus erosus* Woll. و شپشک آرد آلود ساحلی *Pseudococcus maritimus* Ehrh. مبتلا شده است که سبب ریزش برگ‌ها، کاهش درصد زنده‌مانی و مشخصه‌های رشد آن شده است. گونه‌هایی که تحت تنش قرار می‌گیرند نسبت به آفات و بیماری‌ها بسیار حساس هستند. گونه کاج بادامی در تحقیق حاضر به آفت‌های سپردار کاج، شته کاج و سوسک پوستخوار کاج مبتلا شده است که سبب کاهش درصد زنده‌مانی و مشخصه‌های رشد آن شده است. هر دو گونه ارس با مبادی البرز و اراک نیز به آفت‌های شته ارس *Mytilococcus juniperi* B. و شپشک ارس *C. juniper* مبتلا شدند که درصد زنده‌مانی آن‌ها را به شدت کاهش داده است.

کاهش سطح آبیاری عامل اصلی کاهش بنیه درختان سرو نقره‌ای می‌شود که پیامدهای مانند کاهش مقاومت گیاه در برابر انواع آفات و بیماری‌ها می‌شود. در تحقیق حاضر سرو نقره‌ای مورد حمله قارچ *Nattrassia mangiferae* B. Sutton & Dyko قرار گرفته است. نامناسب بودن خاک و شوری آب و حمله قارچ بسیار مخرب و بیماری‌زای *N. mangiferae*، سبب خشکیدگی درختان سرو نقره‌ای پارک غدیر قم نیز شده است (خاکدامن و همکاران، ۱۳۸۷). تجمع املاح در دراز مدت اختلالات تغذیه‌ای را سبب می‌شود که منجر به اختلالات فیزیولوژیک و ضعیف شدن درختان می‌شود که در این شرایط آفات و بیماری‌ها به درخت حمله می‌کنند (خاکدامن و همکاران، ۱۳۸۷).

تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای این امکان را فراهم می‌آورد که گونه‌ها بر اساس مشخصه‌های مختلف طوری گروه‌بندی شوند که گونه‌هایی با خصوصیات مورفولوژیک و اکولوژیک مشابه هم در گروه‌های نزدیک بهم قرار می‌گیرند و گونه‌هایی با شباهت کمتر در گروه‌های دور از هم قرار گیرند و با افزایش فاصله میزان شباهت گروه‌ها کمتر می‌گردد.

۵. خورنکه، س.؛ سردابی، ح. و اسپهبدی، ک.، ۱۳۹۲. مطالعه رشد و عملکرد سه گونه سوزنی‌برگ غیر بومی در سواحل شرقی دریای مازندران (مطالعه موردی ایستگاه تحقیقات زاغ مرز). فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. دوره ۲۱، شماره ۳، صفحات ۵۴۲ تا ۵۵۶.
۶. دستمالچی، م.؛ قیسی، س. و ناقب طالبی، خ.، ۱۳۷۷. نتایج آزمایش‌های سازگاری و پیشاهنگ گونه‌های درختی در استان آذربایجان غربی. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. دوره ۱، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۸۶.
۷. شیبانی، ح.؛ میربادین، ع. و محمدی، م.، ۱۳۷۶. بررسی علل ضعف فیزیولوژیک کاج الدار (پارک چیتگر). مجله پژوهش و سازندگی. دوره ۶، شماره ۲۰، صفحات ۴ تا ۹.
۸. فتاحی، م.، ۱۳۷۳. بررسی سوزنی‌برگان غیر بومی سازگار در کردستان. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران. نشریه ۱۰۹، ۵۴ صفحه.
۹. کنشلو، ه.، ۱۳۸۳. بررسی تأثیر شدت هرس بر شادابی درختان میانسال کاج تهران (پارک چیتگر تهران). فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. دوره ۱۲، شماره ۱، صفحات ۱۱۱ تا ۱۴۰.
۱۰. کنشلو، ه. . دمی زاده، غ.ر.، ۱۳۹۴. کارایی پلیمر جاذب رطوبت تراکاتم (Terra cottem) در جنگلکاری‌های دیم. مجله جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران. دوره ۷، شماره ۳، صفحات ۳۱۷ تا ۳۲۸.
۱۱. گودرزی، غ.ر.؛ مدیررحمتی، ع.ر. و احمدلو، ف.، ۱۳۹۲. بررسی سازگاری کلن‌های صنوبر تاج باز در استان مرکزی. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. دوره ۲۱، شماره ۲، صفحات ۲۵۶ تا ۲۶۷.

جغرافیایی یک گونه از نظر تحمل به شرایط محیطی تفاوت وجود داشت که علت آن می‌تواند متفاوت بودن شرایط و منابع محیطی مبدأ بذر و نیز عامل ژنتیکی باشد. طول دوره خشکی منطقه بسیار طولانی و بین ۶ تا ۹ ماه بوده که شرایط نامطلوب طی دوره رشد درختان سبب ضعف درختان حساس شده که شرایط حمله آفات و بیماری‌ها را فراهم کرده است. گونه‌های موفق کاج بروسیا، سرو خمره‌ای و سرو شیراز کلوده آمل با سازگاری بسیار بالا برای کشت در شهرستان ساوه معرفی می‌گردند. وضعیت گونه‌های مورد بررسی می‌تواند در طی یک دوره ۵ ساله دیگر توسط سایر محققان مورد پژوهش قرار گیرد.

منابع

۱. پیلهور، ب.؛ سیدنا، س. و؛ سوسنی، ج. و جعفری سرابی، ح.، ۱۳۹۳. ارزیابی جنگل‌کاری گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در پارک جنگلی مخمل‌کوه، خرم آباد. مجله تحقیقات جنگل‌های زاگرس. دوره ۱، شماره ۲، صفحات ۴۷ تا ۶۲.
۲. حسینی موغاری، س.م. و ابراهیمی، ک.، ۱۳۹۴. توسعه شاخص فازی پایش کیفی منابع آب (FWQI) (مطالعه موردی دشت ساوه). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). دوره ۲۹، شماره ۵، صفحات ۱۱۱۷ تا ۱۱۳۰.
۳. حمزه پور، م. و نگهدارصابر، م.ر.، ۱۳۸۰. نتایج آزمایش سازگاری گونه‌های مختلف پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در استان فارس (کام فیروز). فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. دوره ۳، شماره ۲، صفحات ۱۲۵ تا ۱۵۶.
۴. خاکدامن، ح.؛ پورمیدانی، ع. و نجات سالاری، س.ع.، ۱۳۸۷. بررسی علل خشکیدگی و مرگ درختان سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonica*) در منطقه قم. فصلنامه تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران. دوره ۶، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۹.

- Forest Ecology and Management. Vol. 83, No. 1-2, pp: 123-131.
19. **Hajdari, A.; Mustafa, B.; Ahmeti, G.; Pulaj, B.; Lukas, B.; Ibraliu, A.; Stefkov, G.; Quave, C. and Novak, J., 2015.** Essential oil composition variability among natural populations of *Pinus mugo* Turra in Kosovo. SpringerPlus. Vol. 4, 828 p.
 20. **Hosseini, S.M.; Dohenbusch, A.; Skoupy, A.; Armoon, R. and Macku, J., 2016.** The Study of deficit irrigation for forest plantation in semiarid areas. Environment and Ecology Research. Vol. 4, No. 3, pp: 119-127.
 21. **Mikhaylovitch Koldaev, V. and Sergeevna Titova, M., 2019.** Numerical indicators of absorption spectra of leaf extracts obtained from conifer family plants. American Journal of Agriculture and Forestry. Vol. 7, No. 3, pp: 106-110.
 22. **Mitchell, C.C. and Entry, J.A., 1998.** Soil C, N and crop yields in Alabama's long-term old rotation cotton experiment. Soil and Tillage Research. Vol. 47, No. 3-4, pp: 331-338.
 23. **Polle, A.; Liang Chen, S.; Eckert, C. and Harfouche, A., 2019.** Engineering drought resistance in forest trees. Frontiers in Plant Science. Vol. 9, pp: 1-18.
 24. **Robiul Islam, M.; Yuegao, H.; Chen, F.; Xin, Q.; Egrinya, E. and Xuzhang Xue, A., 2011.** Application of super absorbent polymer, a new approach for wheat (*Triticum aestivum* L.) production in drought affected areas of northern China. Journal of food, Agriculture & Environment. Vol. 9, No. 1, pp: 304-309.
 25. **Varelides, C.; Brofas, G. and Varelides, Y., 2001.** Provenance variation in *Pinus nigra* at three sites in Northern Greece. Annals of Forest Science. Vol. 58, No. 8, pp: 893-900.
 26. **Zhao, W.; Cao, T.; Dou, P.; Sheng, J. and Luo, M., 2019.** Effect of various concentrations of superabsorbent polymers on soil particle-size distribution and evaporation with sand mulching. Scientific Reports. Vol. 9, No. 1, pp: 3511.
 ۱۲. **محمدنژادکیاسری، ش.؛ موسوی، س.ع.؛ امینی، ش.؛ نجفی، ف.؛ بریمانی، ح. و فارسی، م.، ۱۳۹۱.** سازگاری سوزنی‌برگان مهم جهان در منطقه ارتفاعی پایین بند جنگل‌های نکا (کوهسار کنده). نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۶۵، شماره ۲، صفحات ۱۹۹ تا ۲۰۹.
 ۱۳. **مرادیان، م.؛ ملکی، ع. و عالی نژادیان بیدآبادی، ا.، ۱۳۹۸.** تأثیر پلیمر سوپر جاذب بلور آب A، پرلیت و زئولیت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک لوم شنی. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. دوره ۵۰، شماره ۱، صفحات ۲۰۵ تا ۳۰۲.
 14. **Abedi-koupai, J. and Asadkazemi, J., 2006.** Effect of hydrophilic polymer on the field performance of an ornamental plant (*Cupressus arizonica*) under reduced irrigation regimes. Iranian Polymer Journal. Vol. 15, No. 9, pp: 715-725.
 15. **Alejandro Peláez-Silva, J.; Diego León-Peláez, J. & Lema-Tapias, A., 2019.** Conifer tree plantations for land rehabilitation: an ecological-functional evaluation. Restoration Ecology. Vol. 27, No. 3, pp: 607-615.
 16. **Al-harbi, A.R.; Al-Omran, A.M.; Shalalay, A.A. and Choudhary, M.I., 1999.** Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments. Journal of HortScience. Vol. 34, No. 2, pp: 223:224.
 17. **Costa e Silva, J. and Graudal, L., 2008.** Evaluation of an international series of *Pinus kesiya* provenance trials for growth and wood quality traits. Forest Ecology and Management. Vol. 255, No. 8-9, pp: 3477-3488.
 18. **Dvorak, W.S.; Kietzka, J.E. and Donahue, J.K., 1996.** Three-year survival and growth of provenances of *Pinus greggii* in the tropics and subtropics.

The Study on Vegetative Traits of Coniferous Species under Irrigation with Hydrophilic Polymer in Forest Park of Saveh

Gholam Reza Goodarzi¹, Fatemeh Ahmadloo^{2*}, Farmahini Farahani¹,
Zia Azdoo¹

1- Research Division of Natural Resources, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Arak, Iran

2*- Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract

In arid areas, increasing irrigation periods is necessary to providing the water needed for the development of green space and plantation. This study was conducted in forest park of Saveh based on a randomized complete block design in split-split plot arrangement with irrigation period as main plot and coniferous species of *Juniperus excelsa* M.B., *Cupressus arizonica* Green., *Platycladus orientalis* (L.) Franco., *Cupressus sempervirens* Var. *fastigiata*., *Cupressus sempervirens* Var. *horizontalis*., *Pinus eldarica* Medw., *Pinus brutia* Ten., *Pinus mugo* Turra., *Pinus pinea* L., *Taxodium distichum* L. Rich., as sub plot with different origin in three blocks for 5 years. In each block from each species, 24 seedlings as a group were planted at 2.5 × 2 m. spacing that from these numbers, 12 seedlings were considered for 7 days irrigation and 12 seedlings for 14 days irrigation using of TerraCottem hydrophilic polymer. The results showed that height and collar diameter showed a significant statistical difference in the interaction between irrigation periods and species. The main effect of irrigation period was significant on characteristics of collar diameter and vitality. *P. brutia* obtained the highest height (2.76 m), survival percentage (90.67 %), and vitality (90 %) and *P. mugo* obtained the highest collar diameter (6.42 cm), canopy cover diameter (1.27 m) and area of canopy cover (5.12 m²). Cluster analysis showed that species of *P. orientalis*, *P. brutia* and *C. sempervirens* Var. *fastigiata* with Koloudeh origin are in the most suitable conditions in terms of each of the variables studied and along with 14 days irrigation period using of TerraCottem hydrophilic polymer introduced for planting in Saveh.

Key words: Plantation, Irrigation Period, Acclimation, Vegetative Traits, Seed Origin