مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال سیزدهم، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۰
ص ۷۲-۵۹
مقاله پژوهشی

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/ijf.2021.269743.1764
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.24234435.1400.13.1.5.4

تأثیر تیمارهای اصلاح خاک بر رشد نهال‌های بنه، دارمازو، زیتون‌تلخ و زربین در شهر سمنان

امید مقصودیان[۱]، مریم ملاشاهی[*۲]، علیرضا مشکی[۲]، هومن روانبخش[۳] و محمدکیا کیانیان[۴]

[۱] دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان، دانشکدهٔ کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان.
[۲] استادیار گروه جنگلداری مناطق خشک، دانشکدهٔ کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان.
[۳] استادیار مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
[۴] استادیار گروه بیابان‌زدایی، دانشکدهٔ کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۱۳)

چکیده

انتخاب گونه و روش کاشت مناسب از ارکان موفقیت در جنگلکاری و ایجاد فضای سبز است. این مسئله در مناطق خشک و نیمه‌خشک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف پژوهش حاضر، بررسی رشد و استقرار اولیهٔ چهار گونهٔ درختی با استفاده از تیمارهای اصلاح‌کنندهٔ خاک در شهر سمنان بوده است. این تیمارها برای نهال‌های دوساله در سه تکرار و هر تکرار پنج مشاهده آزمایش شد و متغیرهای کمی و کیفی نهال‌ها در طول دورهٔ آزمایش، اندازه‌گیری و ثبت شد. نتایج نشان داد که تیمار مالچ کاه و کلش (همراه با پوشش سنگ‌چین)، سبب افزایش معنی‌دار رشد قطر یقه در همهٔ گونه‌ها شد، درحالی که تیمارهای هیدروژل و زئولیت تأثیر مثبت معنی‌دار بر رشد نهال‌ها نداشتند و در برخی موارد موجب کاهش معنی‌دار رشد شدند. در مقایسه با خاک شاهد (شنی-لومی)، خاک اصلاح‌شده (خاک زراعی لومی) تغییری در رویش قطری یقه و رویش ارتفاعی و مجموع طول شاخه‌های جانبی نهال‌های زیتون تلخ و زربین ایجاد نکرد، اما سبب کاهش رویش قطری یقه در نهال‌های بنه و دارمازو شد. بیشترین نرخ زنده‌مانی در همهٔ گونه‌ها در تیمارهای شاهد و کاه و کلش مشاهده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که در مجموع، بنه بیشترین زنده‌مانی و زیتون تلخ کمترین زنده‌مانی را داشتند. زیتون تلخ بیشترین رویش طولی و قطری را در تیمار کاه و کلش داشته. دارمازو برخلاف گونه‌های دیگر، بعد از خرداد با کاهش چشمگیر رویش قطری یقه و ارتفاع مواجه شد (در همهٔ تیمارها به‌ویژه زئولیت و هیدروژل) و به‌سمت درختچه‌ای شدن پیش رفت.

واژه‌های کلیدی: ایران و تورانی، جنگلکاری، سوپرجاذب، مالچ کاه و کلش، مناطق خشک.

مقدمه

جنگلکاری، اقدامی برای حفاظت از خاک، مبارزه با بیابان‌زایی، تهیهٔ چوب و افزایش ذخیرهٔ کربن (Lozano et al., 2014؛ Chen et al., 2010) و روشی در دسترس و مقرون به صرفه برای کاهش اثرهای گرمایش اقلیم (Doelman et al., 2020) است. پروژه‌های جنگلکاری در سال‌های اخیر، با توجه به اهمیت زیست‌محیطی و اقتصادی- اجتماعی، رشد فزاینده‌ای داشته و با تغییر دیدگاه کشورها به‌صورت فعالیتی در زمینهٔ توسعه در جهان مطرح شده است (McEwan et al., 2020). در مناطق خشک و نیمه‌خشک جنگلکاری از مهم‌ترین اقدامات برای حفظ

[*] نویسندهٔ مسئول شمارهٔ تماس: ۰۲۳۳۱۵۳۵۵۸۷ ایمیل: maryam.mollashahi@semnan.ac.ir

خاک، تنظیم آب و نفوذ تدریجی آن در خاک است (Keneshloo, 2001).

نیمی از کشورهای جهان، از جمله ۶۶ درصد مساحت ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارند که با توجه به محدودیت‌های جدی کمبود آب، ایجاد و گسترش فضاهای سبز در این مناطق اجتناب‌ناپذیر است (Mahdavi, 2010; Asadi et al., 2018). اعمال مدیریت صحیح و به‌کارگیری روش‌های پیشرفته به‌منظور حفظ ذخیرهٔ رطوبت و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک از اقدامات مؤثر برای افزایش بازده آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب است (Khadem et al., 2011).

یکی از تلاش‌های صورت‌گرفته در این زمینه، استفاده از سوپرجاذب‌هاست. پژوهشگران بر این باورند که سوپرجاذب‌ها به‌دلیل قابلیت نگهداری طولانی رطوبت خاک، می‌توانند مصرف آب را در بعضی خاک‌های سبک تا یک‌سوم کاهش دهند (Abedi-Koupai & Asadkazemi, 2006; Finck, 1992)؛ البته گیاهان ممکن است پاسخ متفاوتی به سوپرجاذب‌ها نشان دهند، چنانکه Tomášková et al. (2020) بر این باورند که سوپرجاذب‌ها بر گیاهان بردبار به خشکی تأثیر معنی‌داری ندارند. آنها با بررسی اثر سوپرجاذب‌ها بر بیست گونهٔ درختی (گونه‌های حساس و بردبار به خشکی) نشان دادند که در درختان نابردبار به خشکی، سوپرجاذب‌ها سبب بهبود صفات زنده‌مانی، رویشی و فیزیولوژیکی و کاهش حساسیت آنها به خشکی می‌شوند. براساس یافته‌های Saha et al. (2020)، هیدروژل‌های سوپرجاذب می‌توانند با افزایش آب در دسترس، موجب افزایش رشد و زنده‌مانی گیاهان شوند، اما بافت خاک (سنگین بودن) و شدت شوری، عملکرد این مواد را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

زئولیت از دیگر مواد جاذب است که برای افزایش کارایی آبیاری استفاده می‌شود. این مواد قابلیت فراوانی در جذب آب دارند که ضمن ذخیره‌سازی آن برای استفادهٔ گیاه، از شسته شدن مواد مغذی جلوگیری می‌کنند (Shirani Rad et al., 2011). Zamanian (2008) نشان داد که با استفاده از زئولیت می‌توان رطوبت را برای مدت بیشتری در خاک نگهداری کرد و در اختیار گیاه قرار داد و این موضوع در خاک‌های سبک شنی مؤثرتر است. Perez et al. (2008) براساس پژوهش‌های خود روی گیاه زیتون به این نتیجه رسیدند که زئولیت موجب افزایش قدرت نگهداری آب خاک، کاهش آبشویی نیترات، بازده زیاد مصرف آب و کاهش نیاز کوددهی می‌شود.

استفاده از کاه و کلش نیز از روش‌های مؤثر حفظ رطوبت خاک است که با هدف بهبود وضعیت رویشی در برخی پژوهش‌ها بررسی و بر آن تأکید شده است (Fakhari et al., 2018; Gholami et al., 2015). Chen et al. (2007) و Danga & Wakindiki (2009) نشان دادند که حفظ کاه و کلش گندم در طول دورهٔ رشد می‌تواند علاوه‌بر افزایش ذخیرهٔ رطوبتی خاک، سبب کاهش حداکثر درجهٔ حرارت و نیز افزایش حداقل درجهٔ حرارت خاک (تعدیل دمای خاک) شود. Behzad Nejad et al. (2018) دریافتند که استفاده از کاه و کلش تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانهٔ کنجد دارد. Fakhari et al. (2018) بیان کردند که استفاده از کاه و کلش موجب افزایش رویش قطری و ارتفاعی نهال‌های توسکای قشلاقی (*Alnus glutinosa* (L.)Gaertn.) می‌شود.

یکی از نکته‌های مهم در زمینهٔ جنگلکاری و موفقیت آن به‌ویژه در مناطق خشک، انتخاب گونه‌های سازگار و مناسب با توجه به اهداف مختلف کاشت است (Reisman-Berman et al., 2019; Mahmoudi et al., 2012). معرفی گونه‌های مناسب و انتخاب گونه‌های بومی یا غیربومی همواره چالشی در حوزهٔ جنگلکاری و فضای سبز بوده است؛ به‌ویژه اینکه گونه‌های گیاهی که برای فضای سبز شهری در مناطق خشک و نیمه‌خشک استفاده می‌شوند، تنوع زیادی ندارند (Shaban & Ghodosi, 2010). این پژوهش به‌منظور

بررسی تیمارهای اصلاح‌کنندهٔ خاک بر رشد و استقرار اولیهٔ گونه‌های بنه (*Pistacia atlantica* Desf.)، زیتون تلخ (*Melia azedarach* L.)، سرو زربین (*Cupressus sempervirens* L.) و دارمازو (*Quercus infectoria* Oliv.) برای استفاده در فضای سبز شهری و نیز جنگلکاری در اطراف شهرهای مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند سمنان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

پژوهش حاضر در مزرعهٔ آموزشی- پژوهشی دانشکدهٔ کویرشناسی دانشگاه سمنان به ارتفاع ۱۱۳۰ متر از سطح دریا انجام گرفت (شکل ۱). آب‌وهوای این شهر در تابستان، گرم و در زمستان، سرد است. بارندگی، اغلب در فصول سرد سال، صورت می‌گیرد و متوسط بارندگی سالانه ۱۳۹/۳ میلی‌متر است. متوسط درجهٔ حرارت سالانه ۱۸/۵ درجهٔ سانتی‌گراد، حداکثر مطلق حرارت ۴۳/۸ درجهٔ سانتی‌گراد و حداقل مطلق ۱۲/۶- درجهٔ سانتی‌گراد گزارش شده است. همچنین میانگین حداقل دمای سردترین ماه سال آن ۴- درجهٔ سانتی‌گراد، میانگین حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال ۳۷/۷ درجهٔ سانتی‌گراد و متوسط تعداد روزهای یخبندان در طول سال در حدود ۳۷ روز است. بیشینهٔ میانگین تبخیر در مردادماه ۳۹۴/۶ میلی‌متر و میانگین سالانهٔ تبخیر ۲۲۲۰/۳ میلی‌متر گزارش شده است (Management & Planning Organization of Semnan, 2015).

شیوهٔ اجرای پژوهش

فاصلهٔ کاشت نهال‌ها ۲ × ۲ متر و چاله کاشت به ابعاد ۸۰ در ۶۰ و عمق ۹۰ سانتی‌متر (توسط بیل مکانیکی) اجرا شد. همهٔ چاله‌های کاشت، تشتک‌دار بودند، به‌طوری که یقهٔ نهال در چاله کاشت به اندازهٔ ۱۵-۱۲ سانتی‌متر از سطح زمین کمتر بود و در حقیقت، در قسمت بالایی چاله، تشتکی به ابعاد ۶۰ در ۸۰ و عمق ۱۵-۱۲ سانتی‌متر ایجاد شده بود. تیمارهای بررسی‌شده عبارت بودند از خاک اصلاح‌شده (خاک زراعی لومی جایگزین خاک شنی- لومی گودال کاشت)، خاک اصلاح‌شده همراه با هیدروژل (در هر چاله ۲۰۰ گرم هیدروژل با خاک اصلاح‌شده مخلوط شد)، خاک اصلاح‌شده همراه با زئولیت (میانگین وزن خاک چاله‌ها اندازه‌گیری شد و مقدار ۵ درصد وزن حجمی خاک زئولیت با خاک مخلوط شد)، خاک اصلاح‌شده همراه با مالچ کاه و کلش و سنگچین (سطح تشتک به‌طور کامل با یک لایه کاه و کلش به میزان یک بیل پوشانده و روی آن با تکه‌های سنگ موجود در محل تثبیت شده بود) و خاک منطقهٔ شاهد (الک‌شده[1]). کود پوسیدهٔ دامی به مقدار مساوی یک بیل برای هر چاله به همهٔ تیمارها اضافه شد.

آبیاری نهال‌ها با استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار قطره‌ای انجام گرفت. این سیستم، مقدار آب ورودی برای نهال‌ها را به‌صورت یکسان تنظیم می‌کند (از اسفند تا نیمهٔ خرداد: هر ده روز یک‌بار؛ از نیمهٔ خرداد تا شهریور هر پنج روز یک‌بار و از ابتدای مهر تا نیمهٔ آبان هر ده روز یک‌بار). زمان هر نوبت آبیاری دو ساعت و مقدار آب مورد استفاده ۱۰ لیتر بود. به‌منظور حذف اثر رقابت گونه‌های علفی، عملیات وجین در سطح تشتک در طول فصل رشد در سه نوبت برای همهٔ نهال‌ها انجام گرفت.

مشخصه‌های رویشی و مورفولوژیکی نهال‌ها شامل قطر یقه، ارتفاع، مجموع طول شاخه‌های جانبی، قطر بزرگ و کوچک تاج، شادابی و زنده‌مانی در چهار نوبت (۱۵ اسفند، ۱۵ خرداد، ۲۵ مرداد و ۳۰ مهر) برداشت شد. برای بررسی شادابی و سلامت نهال‌ها از روش رتبه‌دهی استفاده شد: ۱. سلامت کامل؛ ۲. ضعف و عدم شادابی کمتر از ۵۰ درصد اندام گیاه؛ ۳. ضعف و

۱. به‌دلیل مقدار زیاد سنگ و سنگریزه در خاک شاهد و نیز به‌دلیل استفاده از قطعات سنگ موجود در خاک، خاک منطقه الک شد و از سنگ‌های به‌دست‌آمده به‌عنوان سنگچین روی مالچ کاه و کلش استفاده شد.

عدم شادابی بیش از ۵۰ درصد اندام گیاه (Ravanbakhsh et al., 2010). میانگین برای پایه‌های مختلف یک گونه در یک تیمار به‌صورت درصد در نتایج ارائه شد. اولین اندازه‌گیری در اسفند ۱۳۹۶ صورت گرفت و اندازه‌گیری‌ها با استفاده از کولیس (برای قطر یقه) و متر نواری با دقت میلی‌متر انجام پذیرفت.

شکل ۱- نمایی از منطقهٔ کاشت و اعمال تیمار کاه و کلش با سنگچین

روش تحلیل

در مرحلهٔ تجزیه‌وتحلیل، نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بررسی شد؛ داده‌هایی که از توزیع نرمال پیروی می‌کردند، با استفاده از تجزیهٔ واریانس ANOVA و مقایسهٔ میانگین و داده‌های غیرنرمال با به‌کارگیری آزمون ناپارامتریک کروسکال- والیس و آزمون من- ویتنی یو تجزیه‌وتحلیل شدند. برای اجرای آزمون‌های آماری از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۳ استفاده شد.

نتایج

- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه و خاک اصلاح‌شده

در جدول ۱ نتایج تجزیه‌وتحلیل فیزیکی و شیمیایی خاک شاهد و خاک اصلاح‌شده ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بافت خاک منطقه شنی- لومی و سبک است، درحالی که خاک اصلاح‌شده، لومی و به‌نسبت سنگین‌تر بوده و مقدار مواد غذایی آن بیشتر است.

جدول ۱- نتایج تجزیه‌وتحلیل فیزیکی و شیمیایی خاک شاهد و خاک اصلاح‌شده

	Sand %	Silt %	Caly %	pH	EC (d.s/m)	OC %	N %	P (mg/kg)	K (mg/kg)
خاک شاهد	۷۴	۱۳	۱۳	۷/۵۴	۴/۷۴	۰/۲۵	۰/۰۲	۳	۱۷۰
خاک اصلاح‌شده	۴۰	۳۵	۲۵	۷/۵۱	۵/۸۵	۰/۴۶	۰/۰۴	۱۳	۲۶۰

- تأثیر تیمارها بر رویش نهال بنه

براساس نتایج به‌دست‌آمده، تیمارهای اعمال‌شده، اثر معنی‌داری بر پارامترهای رویشی گونهٔ بنه داشته است. در این گونه بیشترین رویش در تیمار مالچ کاه و کلش مشاهده شد که این تفاوت برای متغیرهای قطر یقه، ارتفاع و قطر تاج نهال‌ها معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین رویش قطر و ارتفاع در نهال‌های تیمارهای هیدروژل و زئولیت به‌طور معنی‌داری کمتر

از نهال‌های شاهد بود، اما با نهال‌های تیمار اصلاح بافت تفاوت معنی‌دار نداشت. تیمار اصلاح بافت خاک (خاک سنگین‌تر) سبب کاهش معنی‌دار رویش قطر و ارتفاع نهال‌ها در مقایسه با تیمار شاهد شد. نهال‌ها در پایان فصل گرم و خشک به‌طور طبیعی با کاهش شادابی مواجه شدند (اعداد منفی در جدول ۲) که این کاهش شادابی در تیمار کاه و کلش به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای دیگر بوده است.

جدول ۲- تغییرات متغیرهای بررسی‌شده در ابتدا و انتهای دوره (رویش) و نتایج مقایسه‌های آماری در گونهٔ بنه

تیمارها	رویش قطری یقه (میلی‌متر)	رویش ارتفاع نهال (سانتی‌متر)	مجموع طول شاخه جانبی (سانتی‌متر)	افزایش قطر متوسط تاج (سانتی‌متر)	تغییر شادابی (درصد)
شاهد	۷/۷±۳/۵ b	۱۳/۸±۱۲/۴ ab	۲۵/۵±۳۷/۵ a	۲۲/۵±۸/۱ a	-۱۷/۳±۶/۳ b
خاک اصلاح‌شده	۵/۱±۱/۹ c	۶±۷/۷ b	۲۰/۱±۲۱/۵ a	۲۰±۷/۳ ab	-۲۳/۵±۸/۲b
مالچ کاه و کلش	۱۰/۴±۲/۷ a	۲۰/۵±۲۴/۵ a	۳۱±۳۵/۷ a	۲۴/۱±۷/۹ a	-۵/۳±۵/۱ a
زئولیت	۵/۶±۲/۴ c	۶/۴±۷/۵ b	۲۴/۴±۳۹/۶ a	۱۴/۸±۹/۸ b	-۱۹/۴±۱۰/۷ b
هیدروژل	۵/۶±۲/۲ c	۷±۱۳/۱ b	۱۵/۸±۱۲/۸ a	۱۵/۸±۹/۹ b	-۳۸±۱۰ b

- تأثیر تیمارها بر رویش نهال دارمازو

تیمارهای اعمال‌شده بر رویش قطر یقه، قطر تاج و شاخه‌های جانبی گونهٔ دارمازو تأثیر معنی‌داری داشت، به‌طوری که بیشترین رویش قطر و شاخه‌های جانبی و افزایش قطر تاج در تیمار مالچ کاه و کلش و کمترین آن در تیمارهای زئولیت و هیدروژل مشاهده شد (جدول ۳). تیمار اصلاح بافت خاک تغییرات مثبتی در رویش نهال‌ها در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد نکرده است. در مجموع نهال‌های دارمازو در طول دورهٔ آزمایش با کاهش شادابی مواجه شدند که این کاهش در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت.

جدول ۳- تغییرات متغیرهای بررسی‌شده در ابتدا و انتهای دوره (رویش) و نتایج مقایسه‌های آماری در گونهٔ دارمازو

تیمارها	رویش قطری یقه (میلی‌متر)	رویش ارتفاع نهال (سانتی‌متر)	مجموع طول شاخهٔ جانبی (سانتی‌متر)	افزایش قطر متوسط تاج (سانتی‌متر)	تغییر شادابی (درصد)
شاهد	۴/۷±۲/۲ a	۳±۹/۶ a	۵۰/۷±۳۸ a	۲۴/۱±۱۰ a	-۱۷/۷±۱۱/۹ a
خاک اصلاح‌شده	۳/۳±۲/۱b	۶/۵±۸/۲ a	۴۴±۴۸/۱ ab	۲۴/۶±۱۵ a	-۲۰/۹±۱۷a
مالچ کاه و کلش	۴/۹±۱/۸a	۴/۴±۴/۹ a	۵۴/۷±۴۸/۷ a	۲۷/۹±۱۰/۷ a	-۱۱/۳±۸/۱ a
زئولیت	۱/۹±۱/۲ d	۴/۱±۸/۶ a	۲۲/۷±۱۸ b	۱۴/۷±۸/۲ b	-۶/۳±۱۰/۳a
هیدروژل	۲/۵±۱/۱c	۳/۴±۴/۹ a	۲۸/۵±۲۱/۴ ab	۲۰/۹±۹/۶ ab	-۱۸/۳±۱۶a

- تأثیر تیمارها بر رویش نهال زیتون تلخ

متغیرهای قطر یقه، ارتفاع نهال‌ها و قطر متوسط تاج زیتون تلخ تحت تأثیر تیمارهای اعمال‌شده تغییرات معنی‌داری در طول دورهٔ تحقیق داشتند (جدول ۴). بیشترین رویش قطر یقه و افزایش قطر تاج در تیمار مالچ کاه و کلش بود. تیمارهای زئولیت و هیدروژل در هیچ‌یک از متغیرها تفاوت معنی‌داری در مقایسه با تیمارهای شاهد و اصلاح بافت ایجاد

نکردند، اما رویش تحت این تیمارها (زئولیت و هیدروژل) به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار کاه و کلش بود. همچنین اصلاح بافت خاک به‌تنهایی تغییرات مثبتی در رویش نهال‌ها در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد نکرد. در مجموع نهال‌های زیتون تلخ در طول دورهٔ آزمایش افزایش شادابی داشتند که این افزایش در بین تیمارهای مختلف فاقد اختلاف معنی‌دار بود.

جدول ۴- تغییرات متغیرهای مطالعه‌شده در ابتدا و انتهای دوره (رویش) و نتایج مقایسه‌های آماری در زیتون تلخ

تیمارها	رویش قطری یقه (میلی‌متر)	رویش ارتفاع نهال (سانتی‌متر)	مجموع طول شاخه جانبی (سانتی‌متر)	افزایش قطر متوسط تاج (سانتی‌متر)	تغییر شادابی (درصد)
شاهد	۱۵/۳±۸/۲ b	۷۱/۱±۴۴/۸ ab	۴۳/۶±۴۷/۵ a	۶۳/۲±۱۷/۸ b	۴۸/۳±۳۷a
خاک اصلاح‌شده	۱۵/۲±۶/۴ b	۷۳/۳±۳۹ ab	۳۲/۳±۳۲/۵ a	۷۲/۶±۱۹/۹ ab	۳۶±۶۰ a
مالچ کاه و کلش	۲۳/۲±۶ a	۹۸±۴۱/۴ a	۵۸/۹±۴۸/۶ a	۸۷/۱±۱۴/۶ a	۵۲/۱±۳۲/۱ a
زئولیت	۱۱/۳±۸/۳ b	۷۴±۳۴/۳ ab	۴۷/۵±۳۶/۷ a	۶۶/۱±۲۵/۳ b	۶۶/۸±۳۱/۳ a
هیدروژل	۱۲/۷±۷/۱ b	۵۸/۶±۳۳/۷ b	۴۶±۵۳/۶ a	۶۵±۲۷/۳ b	۴۶/۲±۳۸/۷ a

- تأثیر تیمارها بر رویش نهال زربین

متغیرهای قطر یقه، ارتفاع نهال‌ها و قطر متوسط تاج سرو زربین تحت تأثیر تیمارهای اعمال‌شده تغییرات معنی‌داری در طول دوره تحقیق داشتند (جدول ۵) و بیشترین رویش در تیمار مالچ کاه و کلش بود. اصلاح بافت خاک به‌تنهایی تغییرات مثبتی در رویش نهال‌ها در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد نکرد. همچنین افزایش شادابی نهال‌های زربین در تیمارهای زئولیت و هیدروژل به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای شاهد و اصلاح بافت بود.

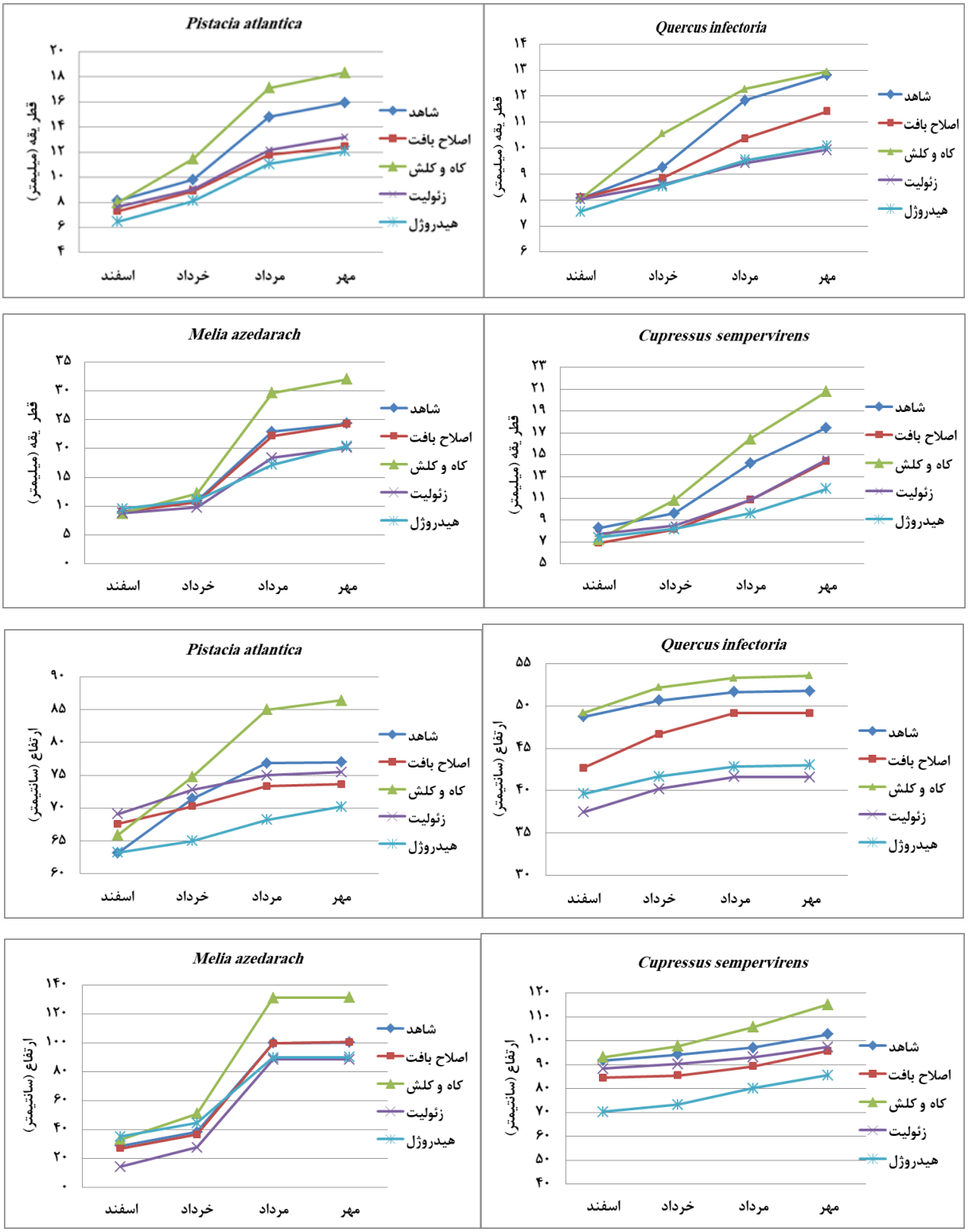
جدول ۵- تغییرات متغیرهای بررسی‌شده در ابتدا و انتهای دوره (رویش) و نتایج مقایسه‌های آماری در زربین

تیمارها	رویش قطری یقه (میلی‌متر)	رویش ارتفاع نهال (سانتی‌متر)	افزایش قطر متوسط تاج (سانتی‌متر)	تغییر شادابی (درصد)
شاهد	۹/۱±۴/۳ b	۱۰/۹±۱۰/۱ b	۳۵/۸±۱۶/۸ a	۲/۷±۷/۱b
خاک اصلاح‌شده	۷/۵±۴/۵ b	۱۱/۲±۱۱/۷ b	۲۸/۳±۱۴/۱ ab	۰±۵/۷ b
مالچ کاه و کلش	۱۳/۶±۳/۵ a	۲۲±۱۰/۱ a	۳۷±۱۵/۱ a	۵±۳/۴ ab
زئولیت	۶/۸±۴/۱ bc	۹±۹/۴ b	۳۰/۵±۱۰/۳ ab	۱۶/۷±۱۵/۷ a
هیدروژل	۴/۴±۲/۹ c	۱۵/۴±۱۱/۷ ab	۲۲/۱±۱۰/۲ b	۱۷/۷±۱۵ a

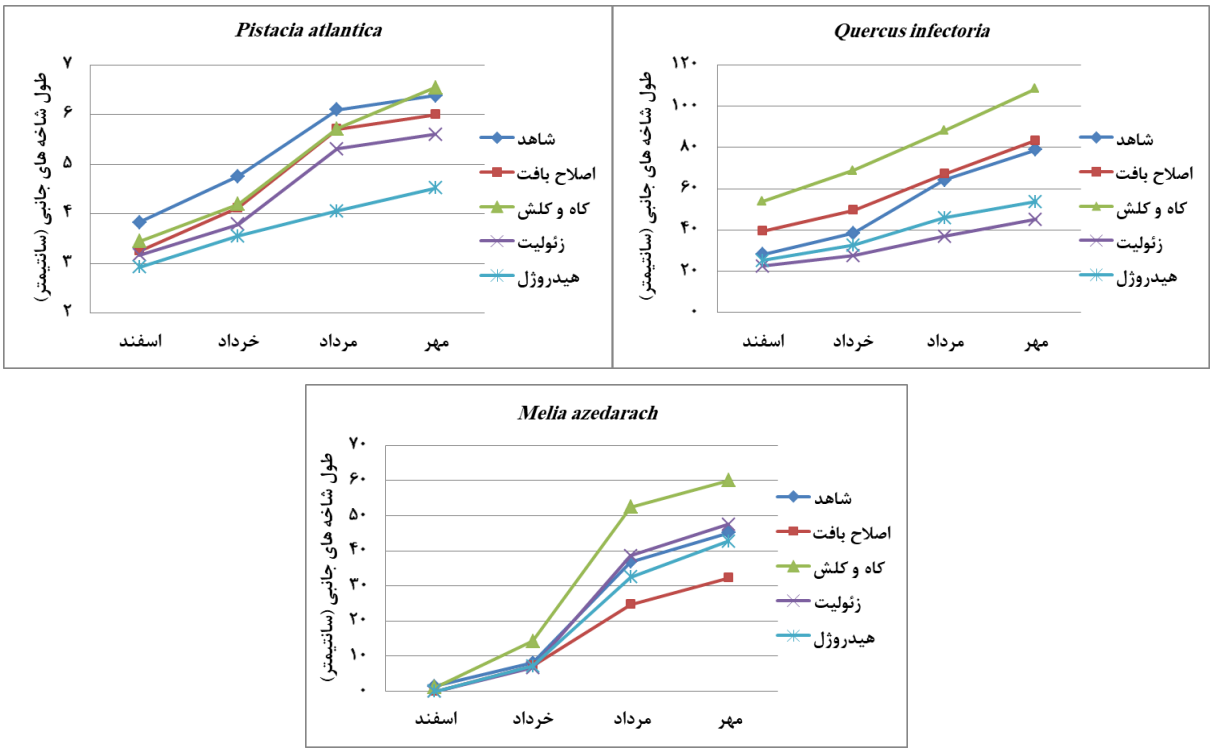
- تغییرات مؤلفه‌های رویشی نهال گونه‌ها در طول دورهٔ رویش

مطابق شکل ۲، بیشترین شیب رویش قطری مربوط به تیمار کاه و کلش و پس از آن گروه شاهد است. برای گونه‌های بنه، دارمازو و زیتون تلخ کاهش شیب رویش در دورهٔ زمانی آخر (مرداد تا آبان) مشاهده می‌شود، اما سرو زربین در این مقطع افزایش شیب رویشی داشته است. بنه و زیتون تلخ بیشترین رویش را در حد فاصل

خرداد تا مرداد داشتند، درحالی که دارمازو بعد از خرداد با کاهش رویش مواجه شد. رشد ارتفاعی و شاخه‌های جانبی گونه‌های بنه، زیتون تلخ و زربین نیز از الگوی کلی رشد قطری آنها پیروی می‌کند اما دارمازو خصوصیت متفاوتی نشان می‌دهد. در مورد دارمازو شیب رشد قطر و ارتفاع بعد از مرداد کند شد، اما شیب رشد شاخه‌های جانبی تند شده است.



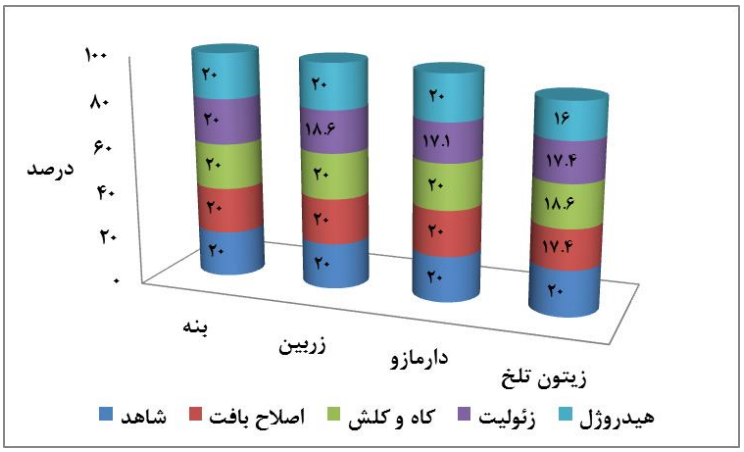
شکل ۲- تغییرات مقادیر متغیرهای رویشی در طول دوره برای گونه‌های مختلف



ادامه شکل ۲

- زنده‌مانی

شکل ۳ درصد زنده‌مانی گونه‌ها را نشان می‌دهد. بیشترین درصد زنده‌مانی مربوط به گونهٔ بنه (۱۰۰ درصد) و کمترین آن مربوط به گونهٔ زیتون تلخ (۸۹ درصد) بود.



شکل ۳- مقایسهٔ درصد زنده‌مانی گونه‌های بررسی‌شده در تیمارهای مختلف

بحث

معرفی گونه‌های چوبی درختی و درختچه‌ای مقاوم به اقلیم خشک و روش‌های کاشت مناسب از مهم‌ترین نیازهای پژوهشی در زمینهٔ جنگلکاری و توسعهٔ فضاهای سبز شهری به‌شمار می‌آید. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مالچ کاه و کلش با پوشش

سنگچین، بیشترین رشد مشخصه‌های قطر یقه، ارتفاع و متوسط قطر تاج را در گونه‌های بنه، دارمازو، زیتون تلخ و زربین ایجاد کرده که این افزایش رشد برای قطر یقه در تیمار کاه و کلش در مقایسه با تیمارهای شاهد و اصلاح بافت و برای غالب متغیرها بین تیمار کاه و کلش با تیمارهای مواد سوپرجاذب معنی‌دار بوده است. مالچ کاه و کلش تأثیر بارزی از نظر نگهداشت آب خاک و بهره‌مندی گیاه از آب دارد (Tao et al., 2015). Mardani et al. (2009) با بررسی در یک دورهٔ هفت‌ساله بیان کردند که استفاده از مالچ (شاخ و برگ درختان) برای جنگلکاری با گونهٔ گردو، با افزایش میانگین رویش قطر یقه (۳۷/۴ میلی‌متر) نسبت به تیمار شاهد (۲۸/۴ میلی‌متر) همراه است. Gholami et al. (2015) با بررسی تأثیرات آبیاری و مالچ بر صفات رویشی زیتون در استان کرمانشاه نشان دادند که مالچ (کاه و کلش) سبب افزایش ارتفاع نهال، قطر تنه و رشد سال جاری می‌شود. Nurzadeh Namaghi et al. (2018) با بررسی تأثیر مالچ‌های آلی و غیرآلی بر تغییرات رطوبت خاک، پی بردند که مالچ‌های چیپس چوب، و کاه و کلش گیاه جو، موجب حفظ ذخیرهٔ آب و ایجاد دمای مطلوب برای رشد ریشهٔ درختان پسته می‌شوند. یافته‌های Fakhari et al. (2018) نیز نشان داد که تیمار کاه و کلش بیشترین اثر را در افزایش رویش قطر یقه به اندازهٔ ۳۹/۸۴ درصد و افزایش رویش ارتفاع به اندازهٔ ۴/۵۱ درصد در نهال‌های توسکای قشلاقی دارد.

بر اساس نتایج در مجموع، استفاده از هیدروژل و زئولیت تأثیر مثبت معنی‌داری بر رشد نهال‌های هیچ‌یک از چهار گونه نداشت (Keneshloo & Damizadeh, 2015) و در دارمازو موجب کاهش معنی‌دار رشد قطری یقه نسبت به نمونهٔ شاهد و تیمار اصلاح بافت خاک شد. Jalili et al. (2011) نیز بیان کردند که استفاده از سوپرجاذب (Absorbent Polymer) تأثیر معنی‌داری بر فاکتورهای رویشی درخت بادام نداشت و با دوبرابر کردن دور آبیاری نیز، مقادیر اندازه‌گیری‌شده فاکتورهای رویشی تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان ندادند. Tomášková et al. (2020) با بررسی خصوصیات کمّی (پس از شش ماه) و زنده‌مانی (پس از ۱۲ ماه) برای بیست گونهٔ درختی به این نتیجه رسیدند که مواد سوپرجاذب (hygroscopic polymer) بر گیاهان حساس به خشکی تأثیر مثبت دارند، اما بر گیاهان بردبار به خشکی تأثیر معنی‌داری ندارند. به عقیدهٔ Saha et al. (2020)، مواد سوپرجاذب به‌طور معمول با حفظ رطوبت (با کاهش تبخیر و کاهش نفوذ عمیق آب)، می‌توانند سبب افزایش رشد و زنده‌مانی گیاهان شوند، اما در خاک‌های شور ظرفیت جذب اندکی خواهند داشت که سبب می‌شود اثر مثبت به‌کارگیری این مواد بر رویش کاهش یابد. کم‌اثر بودن مواد سوپرجاذب در تحقیق حاضر را می‌توان به‌دلیل لب‌شور بودن خاک (هدایت الکتریکی بین ۴/۷۴ تا ۵/۸۵) دانست. از سوی دیگر، نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده که کارایی ژل سوپرجاذب (Finck, 1992; Zamanian, 2008) و زئولیت (Haghshenas Gargabi, 2010) در خاک‌های سبک و بافت شنی بیشتر از بافت‌های سنگین است. در تحقیق حاضر نیز اثر مثبتی از مواد جاذب رطوبت در خاک‌های لومی به‌کار گرفته‌شده حاصل نشد. ضمن اینکه رویش قطری بنه و دارمازو با به‌کارگیری سوپرجاذب و خاک سنگین‌تر، نسبت به خاک سبک شاهد، کاهش معنی‌دار داشت. این کاهش رویش قطری را می‌توان به استفاده از سوپرجاذب‌ها همراه با خاک با بافت سنگین‌تر که EC بیشتری دارد نسبت داد که با سرشت اکولوژیک این گونه‌ها همخوانی نداشته است (Khanhasani et al., 2015; Nejabat & Negahdar Saber, 2017).

تنها اثر مثبت به‌کارگیری مواد سوپرجاذب در این تحقیق مربوط به شادابی گونهٔ زربین بود. مواد سوپرجاذب تأثیر مثبتی بر رویش قطر و ارتفاع نهال‌های بنه نداشتند، اما افزایش شادابی نهال‌های زربین در طول دورهٔ آزمایش در تیمارهای زئولیت و

هیدروژل به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای شاهد و اصلاح بافت بود، اگرچه با تیمار کاه و کلش اختلاف معنی‌داری نداشت. بنابراین می‌توان گفت مواد سوپرجاذب اثر بیشتری از کاه و کلش در حفظ شادابی نهال‌های زربین داشته‌اند. اثر مثبت سوپرجاذب‌ها بر گونه‌های دیگر جنس سرو نیز گزارش شده است. Abedi-Koupai & Asadkazemi (2006) با بررسی اثر سوپرجاذب بر نهال‌های گونهٔ *Cupressus arizonica* نشان دادند که استفاده از سوپرجاذب در خاک لومی- شنی سبب کاهش یک‌سوم تقاضای آبیاری نسبت به تیمار شاهد شده است.

خاک شاهد (خاک شنی- لومی منطقه) و خاک اصلاح‌شده (خاک زراعی لومی)، به‌جز در مورد گونهٔ بنه و رویش قطری دارمازو، تفاوت معنی‌داری در رویش نهال گونه‌های مختلف نداشتند. رویش نهال‌های بنه در خاک شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک اصلاح‌شده بود که نشان‌دهندهٔ تمایل بیشتر گونهٔ بنه به خاک‌های شنی و سبک است (Nejabat & Negahdar Saber, 2017; Ravanbakhsh & Moshki, 2016). شایان ذکر است که خاک اصلاح‌شده، بافت سنگین‌تری از خاک شاهد دارد و ازآنجا که جوامع گیاهی ایران و تورانی (بنه و بادام) اغلب در خاک‌های سبک و شنی و نه‌چندان غنی رشد و توسعه یافته‌اند (Sabeti, 1994)، می‌توان گفت در خاک سبکِ شاهد، نتیجهٔ بهتری از خاک اصلاح‌شده در مورد بنه حاصل شده است.

گونهٔ بلوط ایرانی (برودار) در گسترهٔ وسیعی از خاک‌های کم‌عمق و سطحی تا خاک‌های عمیق و حاصلخیز، رویش داشته و نرمش اکولوژیک زیادی دارد (Fattahi, 1994). براساس یافته‌های Khanhasani et al. (2015) خاک رویشگاه دارمازو از دو گونهٔ دیگر بلوط غرب (*Q. Libani* G.Olivier و *Q. brantii* Lindl.) سبک‌تر بوده است. در پژوهش حاضر نیز تیمار تغییر بافت خاک نسبت به تیمار شاهد تغییر معنی‌داری در بیشتر متغیرهای کمی و کیفی دارمازو ایجاد نکرد و تنها رشد قطری به‌طور معنی‌دار در خاک شاهد (سبک‌تر) نسبت به خاک با بافت اصلاح‌شده (سنگین‌تر) بیشتر بود که می‌توان آن را به تمایل بیشتر دارمازو به خاک‌های سبک‌تر نسبت داد (Khanhasani et al., 2015).

دارمازو برخلاف دیگر گونه‌های مورد آزمایش، بعد از خرداد با کاهش رویش قطر و ارتفاع مواجه شد. این کاهش رشد قطری و ارتفاعی بعد از مرداد چشمگیر بود، اما رشد شاخه‌های جانبی پس از خرداد افزایش یافت و شیب آن تند شد. به‌عبارت دیگر، جوانه‌های جانبی دارمازو رشد بیشتری از جوانهٔ انتهایی داشتند و گیاه به‌سمت درختچه‌ای شدن پیش رفت. دارمازو از گونه‌های درختی زاگرس شمالی است (Sabeti, 1994) که در فصل رویش میانگین دما و تبخیر و تعرق رویشگاه آن کمتر از شهر سمنان است، اما رطوبت محیط آن بیشتر است. این گونه در رویشگاه طبیعی خود نیز بیشترین رویش قطری و ارتفاعی را در دامنه‌های شمالی دارد (Mehdifar & Sagheb Talebi, 2006) که خنک‌تر و مرطوب‌تر است. بنابراین شرایط اقلیمی سمنان در تابستان برای رویش گونهٔ دارمازو نامناسب است و گیاه با به‌کارگیری سازوکارهایی از جمله تغییر فرم رویشی، درصدد سازگاری با رویشگاه جدید برآمده است (Whitford & Duval, 2019).

نتایج این پژوهش نشان داد که گونهٔ بنه بیشترین زنده‌مانی و استقرار را در همهٔ تیمارها به‌ویژه در تیمار کاه و کلش دارد و گونه‌های زربین و دارمازو در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. گونهٔ زیتون تلخ بیشترین رویش قطر و ارتفاع را نسبت به گونه‌های دیگر داشت، اما بیشترین مرگ‌ومیر را نیز دارا بود. به نظر می‌رسد به‌علت رخداد سرمای شدید در زمستان پس از کاشت، گونهٔ زیتون تلخ تحت تنش سرما قرار گرفت که سبب ضعف و آسیب نهال‌ها شد. این امر نشان‌دهندهٔ حساسیت به سرمای زیتون تلخ در سال‌های نخست استقرار است، درحالی که گونه‌های بومی (بنه) و گونهٔ متعلق به شرایط دمایی نزدیک‌تر به منطقه (دارمازو) با چنین مشکلی مواجه نشدند. این موضوع بیانگر اهمیت استفاده از

گونه‌های بومی در توسعهٔ فضای سبز است.

گونهٔ زیتون تلخ (*Melia azedarach*) حد فاصل اسفند تا خرداد رویش کمی داشت، اما از خرداد تا مرداد همزمان با افزایش چشمگیر دما، با شیب تندی رشد داشت که این موضوع را می‌توان به گرماپسندتر بودن این گونه با توجه به خاستگاه آن در مناطق نیمه‌گرمسیری آسیا، هندوستان، پاکستان، چین و جنوب شرق آسیا نسبت داد (Ahmed & Idris, 1997). این گونه در سال‌های اخیر در سطح شهر سمنان کاشته شده و شواهد نشان می‌دهد که رویش چشمگیری در مقایسه با گونه‌های دیگر داشته است و اگرچه در سنین کم و مرحلهٔ نهال دچار سرمازدگی شده، در مراحل بعدی و با افزایش سن، بردباری خوبی به سرما نشان داده است (بنابر مشاهدات و استفاده از تجارب کارشناسان در شهر سمنان). در پژوهش حاضر، شادابی زیتون تلخ در ابتدای فصل به‌دلیل جوانه‌زنی اندک و خشکیدگی جوانهٔ انتهایی و سرشاخه‌ها که احتمالاً نتیجه سرمازدگی بوده است، کمتر از دیگر گونه‌ها بود، اما در پایان فصل رویش (پاییز) برخلاف گونه‌های دیگر که پس از گذراندن دورهٔ گرم و خشک دچار کاهش شادابی شدند، شادابی آن افزایش یافت.

زربین از گونه‌های مدیترانه‌ای است (Sabeti, 1994) و رخداد سرمای شدید و تداوم آن، ممکن است گونه‌های مدیترانه‌ای را دچار آسیب کند. نتایج اولیهٔ رشد و استقرار زربین در منطقه خوب بوده و نهال‌های زربین پاسخ به‌نسبت خوبی به تیمارهای به‌کار گرفته شده داده‌اند، اما به نظر می‌رسد با توجه به سرمای ناگهانی اقلیم سمنان (دمای حداقل مطلق با بیشینه ۱۲/۶- درجهٔ سانتی‌گراد) دچار آسیب شوند با وجود این، ادامهٔ تحقیق در سال‌های آینده می‌تواند دقت و قوت این قضاوت را بیش از پیش افزایش دهد.

به‌طور کلی در اولین سال پس از کاشت برای نهال‌های بنه و دارمازو بیشترین رشد و شادابی در تیمار کاه و کلش و پس از آن در تیمار شاهد (خاک الک‌شدهٔ منطقه) و برای گونه‌های زیتون تلخ و زربین در تیمار کاه و کلش (و سوپرجاذب برای شادابی زربین) حاصل شد. براساس نتایج به‌دست‌آمده، در مجموع تیمارهای اصلاح بافت خاک، زئولیت و هیدروژل نتیجهٔ مثبتی بر رویش نهال‌ها نداشت، درحالی که به‌کارگیری مالچ کاه و کلش (به‌همراه سنگچین بر سطح خاک گودال کاشت) با افزودن کود پوسیدهٔ دامی نتیجه مثبتی داشته و سبب افزایش رویش نهال‌ها شده است. براساس یافته‌های اولیهٔ (سال نخست) این تحقیق، استفاده از زئولیت و هیدروژل با توجه به تأثیر کم و هزینهٔ زیاد اعمال تیمار برای جنگلکاری‌های شهری و اطراف شهر سمنان پیشنهاد نمی‌شود، اما استفاده از مالچ کاه و کلش (با افزودن کود پوسیدهٔ دامی به خاک اصلاح‌شده همراه با سنگچین بر سطح کاه و کلش) توصیه می‌شود.

References

Abedi-koupai J., & Asadkazemi J. (2006). Effect of hydrophilic polymer on the field performance of an ornamental plant (*Cupressus arizonica*) under reduced irrigation regimes. *Iranian Polymer Journal*, *15*(9), 715-725.

Ahmed, S., & Idris, S. (1997). *Melia azedarach*. In: Hanum IF, Maesen LJB van der, eds. Plant Resources of South-East Asia. No. 11 Auxiliary plants. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. Leiden, Holland: Backhuys Publishers, 187-190.

Asadi, F., Etemad, V., MoradI, GH., & Sepahvand, A. (2018). Effect of different irrigation and shade treatments on seedling production of *Celtis caucasica* Willd. *Iranian Journal of Forest*, *10*(1), 67-77.

Behzad Nejad, J., Tahmasebi Sarvestani, Z., Aien, A., & Mokhtassi Bidgoli, A. (2018). Effect of Drought Stress and Straw Mulch of Wheat on Morpho-Physiological Characteristics of Sesame. *Journal of Crop Ecophysiology*, *12*(3), 393-410.

Chen, F.S., Zeng, D.H., Fahey, T.J., & Liao, P.F. (2010). Organic carbon in soil physical fractions under different-aged plantations of Mongolian pine in semi-arid region of Northeast China. *Applied Soil Ecology, 44,* 42–48.

Chen, S.Y., Zhang, X.Y., Pei, D., Sun, H.Y., & Chen, S.L. (2007). Effects of straw mulching on soil temperature, evaporation and yield of winter wheat: Field experiments on the North China Plain. *Annals of Applied Biology, 150,* 261- 267.

Danga, B.O., & Wakindiki, I.I.C. (2009). Effect of placement of straw mulch on soil conservation, nutrient accumulation, and wheat yield in a humid Kenyan highland. *Journal of Tropical Agriculture, 47,* 30- 36.

Doelman, J.C., Stehfest, E., van Vuuren, D.P., Tabeau, A., Hof, A.F., Braakhekke, M.C., & van Meijl, H. (2020). Afforestation for climate change mitigation: Potentials, risks and trade-offs. *Global Change Biology, 26*(3), 1576-1591.

Fakhari, M.A., Lotfalian, M., Hosseini, S.A., & Darvishan, A.K. (2018). Effect of rice straw and wood chips on Soil erosion and seedling growth on the fill slope of forest roads. *Quarterly Journal of Environmental Erosion Research, 30*(8:2), 104-118.

Fattahi, M. (1994). *The investigation of Zagros Oak forests*. Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands. 61p.

Finck, A. (1992). Dunger und dungung. Verlag Chemie. *Weinheim, New York, 73*, 217-276.

Gholami, R.A., Arji, A., & Gerdakaneh, M. (2015). Study of Irrigation Interval and Mulch Effects on Vegetative Growth of Olive in Kermanshah Province. *Journal of Horticultural Science, 27*(1), 74-81.

Haghshenas Gargabi, M., & Beigi Harchegani, H. (2010). Effect of Middle Zeolite on Water Holding Capacity and Coefficients of Moisture Curve Models of Sand soil and Clay Loam. *Iranian Journal of Water Research, 4*(6), 35-42.

Jalili, K., Jalili, J., & Sohrabi, H. (2010). Effect of Super Absorbent Polymer (Tarawat A200) and Irrigation Interval on Growth of Almond Sapling. *Water and Soil Science, 21*(2), 121-134.

Keneshloo, H. (2001). *Forestry in arid regions*. Tehran: Publications of The Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, 512p.

Keneshloo, H., & Damizadeh, G.R. (2015). Efficiency of TerraCottem hydrophilic polymer in rain-fed afforestations. *Iranian Journal of Forest, 7*(3), 317-328.

Khadem, A., Ramrodi, M., Galavi, M., & Roosta, M. (2011). Effect of Drought Stress and Application of Different Ratios of Manure and Superabsorbent Polymer on Yield and Yield Components of Corn (*Zea mays* L.). *Iranian Journal of field crop science, 42*(1), 115-123.

Khanhasani, M., Sagheb-Talebi, K., Noori, F., & Khodakarami, Y. (2015). Effect of Soil and Physiographic Factors on Habitats Differentiation of Three Oak Species:(*Q. Infectoria, Q. Libani and Q. Brantii*). *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences, 3*(2), 62-70.

Lozano, Y.M., Hortal, S., Armas, C., & Pugnaire, F.I. (2014). Interactions among soil, plants, and microorganisms drive secondary succession in a dry environment. *Soil and Biology and Biochemistry, 78,* 298–306.

Mahdavi, A. (2010). *Non-wood products of Zagros forests and rangelands*. Ilam: Ilam University Press, 364p.

Mahmoudi, A.A., Zahedi, G.H., & Etemad, V. (2012). The investigation on the relationship between soil physical and chemical properties and succulence of natural and planted saxaul (*Haloxylon* spp) (Case study: Hosseinabad plain, Southern Khorasan province). *Iranian Journal of Forest, 4*(4),289-299.

Management & Planning Organization of Semnan, (2015). *Provision plan studies of Semnan province*. Environmental and Natural Resources status Analysis, Climate Status Analysis, 259p.

Mardani, F., Sardabi, H., Yousefi, B., & Maroofi, H. (2009). Walnut plantation trial in Kurdistan province of Iran. *Forest and Poplar Research*, *17*(1), 25-32.

Mehdifar, D., & Sagheb Talebi, K. (2006). Silvicultural characteristics and site demands of Gall Oak (*Quercus infectoria* Oliv.) in Shineh, Lorestan province Iran. *Iranian journal of Forest and Poplar Research*, *14*(3), 193-206.

McEwan, A., Marchi, E., Spinelli, R., & Brink, M. (2020). Past, present and future of industrial plantation forestry and implication on future timber harvesting technology. *Journal of Forestry Research*, *31*(2), 339-351.

Nejabat, M., & Negahdar Saber, M. (2017). Analysis of Soil Characteristics of Wild Pistachio (*Pistacia atlantica* sub sp, *mutica*) in Fars Province. Zagros *Forests Research*, *3*(2), 67-79

Nurzadeh Namaghi, M., Davarynejad, G.H., Ansari, H., Nemati., S.H & Feyzabady A.R. (2018). Effect of Organic and Inorganic Mulches on Soil Moisture, Soil Temperature, Stomatal Conductance and Leaf Temperature Changes of Pistachio (*Pistacia vera* L.). *Trees in Arid and Semi-arid Climate*, *32*(1), 75-91.

Perez, R., Caballero, J., Gil, C., Benitez, J., & Gonazalez, L. (2008). The effect of adding zeolite to soil in order to improve the N-K nutrition of olive trees: Preliminary results. Amer. *Journal of Agriculture and Biological Science*, *2*(1), 321-324.

Ravanbakhsh, H., & Moshki, A. (2016). The influence of environmental variables on distribution patterns of Irano-Turanian forests in Alborz Mountains, Iran. *Journal of Mountain Science*, *13*(8), 1375-1386.

Ravanbakhsh, H., Mohajer, M.M., & Etemad, V. (2010). Natural regeneration of woody species in woodlands of southern slopes of Elborz mountains (case study: Latian watershed). *Iranian Journal of Forest*, *2*(2), 113-125.

Reisman-Berman, O., Keasar, T., & Tel-Zur, N. (2019). Native and non-native species for dryland afforestation: bridging ecosystem integrity and livelihood support. *Annals of Forest Science*, *76*(4), 114.

Sabeti, H. (1994). *Forests, trees and shrubs of Iran*. Yazd: University of Yazd, pp 810.

Saha, A., Sekharan, S., & Manna, U. (2020). Superabsorbent hydrogel (SAH) as a soil amendment for drought management: a review. *Soil and Tillage Research*, *204*, 104-736.

Shaban, M., & Ghodosi, J. (2010). Investigation of the best tree and shrub species adaptable to climatic conditions of Abadeh, Fifth National Conference Iranian Watershed Management Science and Engineering (Sustainable Disaster Management). Agricultural and Natural Resources university of Gorgan.

Shirani Rad, A.H., Moradi Moghadam, A., Taherkhani, T., Eskandari, K., & Nazari Golshan, A. (2011). Evaluation of canola plant reaction to nitrogen levels and moisture regimes under application and non-application of zeolite. *Journal of Crop Ecophysiology*, *3*(4), 296-306

Tao, Z., Congfeng, L., Jingjing, L., Zaisong, D., Jie, X., Xuefang, S., Peilu, Z., & Zhao, M. (2015). Tillage and straw mulching impacts on grain yield and water use efficiency of spring maize in Northern Huang–Huai–Hai Valley. *The Crop Journal*, *3*(5), 445-450.

Tomášková, I., Svatoš, M., Macků, J., Vanická, H., Res`nerová, K., Čepl, J., ... & Dohrenbusch, A. (2020). Effect of Different Soil Treatments with Hydrogel on the Performance of Drought-Sensitive and Tolerant Tree Species in a Semi-Arid Region. *Forests*, *11*(2), 211.

Whitford, W.G., & Duval, B.D. (2019). *Ecology of desert systems*. New Mexico: Academic Press.

Zamanian, M. (2008). Effects of Application of Different Levels of Zeolite on Soil Water Storage Capacity. first conference of Iran Zeolite, 247-248.

Iranian Journal of Forest
Vol. 13, No. 1, Spring 2021
pp. 59-72

Research Article

The effect of different soil remediation methods on growth and primary establishment of *Pistacia atlantica* Desf., *Quercus infectoria* Oliv., *Melia azedarach* L. and C*upressus sempervirens* L. saplings in Semnan

O. Maghsodian[1], M. Mollashahi[2*], A.R. Moshki[2], H. Ravanbakhsh[3] and M.K. Kianian[4]

[1]M.Sc. Graduated, Faculty of Desert studies, Semnan University, Iran
[2]Assistant Prof., Dept. of Forestry in Arid regions, Faculty of Desert studies, Semnan University, Iran
[3]Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
[4]Assistant Prof., Dept. of Comat to Desertification, Faculty of Desert studies, Semnan University, Iran

(Received: 24 Jan 2021, Accepted: 3 May 2021)

Abstract

Species selection and suitable planting methods are essential for creating plantation and green space. This is important specially in arid and semi-arid regions. The object of the present study was to investigate the growth and primary establishment of four tree species using four different soil remediation treatments in Semnan City. These treatments were applied to two-years-old saplings in three replications and five observations in each replication and the quantitative and qualitative characteristics of saplings were measured and recorded during the experimental period. The results showed that straw mulch (together with stone cover) caused the highest collar growth in all investigated species, while the usage of hydrogels and zeolites did not have a significant positive effect on the sapling growth and decreased the growth in some cases. Compared to control soil (sandy-loam), the modified soil texture treatment (loam soil) did not change the collar diameter, height and total length of lateral branches of *Melia* and *Cupressus* saplings, but it reduced the diameter growth in *Pistacia* and *Quercus* saplings. The highest rate of survival in all investigated species was observed in control and straw treatments. The results of this study showed that *Pistacia* and *Melia* had the highest and lowest survival rate, respectively. However, *Melia* had the highest height and collar diameter growth amongst investigated species with maximum growth under straw treatment. Contrasting other species, *Quercus* has experienced a significant decrease in collar diameter and height (in all treatments specially hydrogels and zeolites) after June and has progressed to shrub form.

Key words: Afforestation, Dryland, Irano-Turanian, Straw Mulch, Superabsorbent.

∗Corresponding author Tel: +02331535587 Email: maryam.mollashahi@semnan.ac.ir