



## پاسخ نهال‌های ارغوان، بادامک، تادار و سنجد به تیمارهای ذخیره رطوبت خاک در منطقه خشک سمنان

ولی محمد مخی‌زاده<sup>۱</sup>، علیرضا مشکی<sup>۲\*</sup>، هومن روانبخش<sup>۳</sup>، مریم ملاشاهی<sup>۴</sup> و محمدکیا کیانیان<sup>۵</sup>

- <sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.  
<sup>۲</sup> دانشیار گروه جنگلداری مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.  
<sup>۳</sup> استادیار مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.  
<sup>۴</sup> استادیار گروه جنگلداری مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.  
<sup>۵</sup> استادیار گروه بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۳)

### چکیده

**مقدمه:** در مناطق خشک، کمبود بارش و پراکنش نامناسب فصلی آن و تبخیر و تعرق زیاد و نیز هزینه‌های زیاد تأمین آب، سبب مرگ‌ومیر نهال‌های جنگلکاری شده به‌ویژه در دوره حساس استقرار می‌شود. در تحقیق حاضر تأثیر تیمارهای مختلف ذخیره رطوبت خاک بر رویش کمی و کیفی جنگلکاری‌های یکساله ارغوان (*Cercis siliquastrum* L.)، بادامک (*Amygdalus scoparia* Spach)، تادار (*Celtis caucasica* Wild.) و سنجد (*Elaeagnus angustifolia* L.) در محوطه دانشگاه سمنان بررسی شد.

**مواد و روش‌ها:** آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، شامل ۱. اصلاح بافت خاک، ۲. استفاده از هیدروژل، ۳. ژئولیت، ۴. کاه و کلش همراه با سنگچین، و ۵. تیمار شاهد (خاک طبیعی منطقه) در پنج تکرار و با مجموع ۳۰۰ نهال اجرا شد. ارتفاع، قطر یقه و تاج، تعداد و طول شاخه‌های جانبی نهال‌ها در ابتدا و انتهای فصل رویش اندازه‌گیری، و زنده‌مانی آنها در پایان دوره ثبت شد.

**یافته‌ها:** در ارغوان، بیشترین رویش قطر یقه، تاج و طول شاخه‌های جانبی در تیمار کاه و کلش بود. در بادامک بیشترین مقادیر رویشی در تیمار کاه و کلش مشاهده شد. در تادار و سنجد، تیمارهای مختلف تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رویشی نداشتند. تیمارهای ذخیره رطوبت تأثیری بر میزان زنده‌مانی گونه‌های تحت بررسی نداشتند. کمترین زنده‌مانی (با دامنه ۸۸-۸۰ درصد) مربوط به نهال بادامک بود و بین گونه‌های دیگر تفاوت معنی‌داری در این متغیر مشاهده نشد.

**نتیجه‌گیری:** نوع و کارایی روش‌های ذخیره رطوبت با توجه به نوع گونه استفاده شده متفاوت است، به طوری که در بین تیمارها، کاه و کلش در رویش نهال‌های ارغوان و بادامک مؤثر است. در مقابل، تادار در خاک طبیعی بیشترین اندازه‌ها مربوط به صفات رویشی را داشت. از طرف دیگر، هیچ‌یک از تیمارهای ذخیره رطوبت بر ویژگی‌های رویشی نهال‌های سنجد تأثیرگذار نبود. همچنین استفاده از هیدروژل و ژئولیت، تأثیر مثبتی بر رویش و استقرار گونه‌های بررسی شده نداشت.

**واژه‌های کلیدی:** رویش طولی، زنده‌مانی نهال، ژئولیت، کاه و کلش، هیدروژل

## مقدمه

در مناطق خشک از یک طرف کمبود بارش، پراکنش نامناسب فصلی و تبخیر و تعرق زیاد و از طرف دیگر هزینه‌های زیاد تأمین آب، سبب از بین رفتن نهال‌ها به‌ویژه در دوره حساس استقرار نهال می‌شود. برای افزایش موفقیت طرح‌های جنگلکاری، باید نخست با روش‌های مناسب از آب موجود در طبیعت استفاده بهینه کرد و نیز تبخیر و تعرق را به حداقل رساند و در گام بعدی با استفاده از گونه‌های بردبار، موفقیت جنگلکاری را به حداکثر رساند (Mahdavi, 2010; Khadem et al., 2011).

از گذشته‌های دور در جنگلکاری‌های مناطق خشک به‌منظور افزایش توان ذخیره‌سازی آب در خاک و تأمین نیازهای رویشی گیاه و بهبود بافت خاک، افزودن خاک رس یا ماسه یا اضافه کردن مواد آلی مانند کاه و کلش و لاشبرگ مرسوم بوده است (Hashempour, 2010). حتی از مالچ‌هایی مانند ملاس چغندر قند برای پوشش جاده‌های جنگلی و کنترل گرد و غبار استفاده شده است (Shahmir et al., 2023). در سال‌های اخیر، با پیشرفت در تولیدات شیمیایی و کودهای زیستی، پلیمرهای بسیار آبدوست مانند هیدروژل‌ها (Arbona, 2005) یا باکتری‌های محرک رشد و قارچ‌های میکوریزی (Nouri et al., 2018) به‌عنوان روش‌های نوین حفظ رطوبت خاک معرفی شده‌اند. بررسی‌های Perez et al. (2008) نیز نشان می‌دهد که برخی اصلاح‌کننده‌های خاک از جمله ژئولیت‌ها با توجه به زیاد بودن ظرفیت تبادل کاتیونی و قابلیت دهیدراته شدن می‌توانند سبب افزایش حفظ نیتروژن و رطوبت خاک و آزادسازی تدریجی مواد مغذی در آن شوند.

(Nurzadeh Namaghi et al., 2018) با بررسی تأثیر مالچ‌های آلی و غیر آلی بر تغییرات رطوبت خاک نشان دادند که مالچ کاه و کلش گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) به‌علت ایجاد دمای مطلوب برای رشد ریشه و حفظ رطوبت خاک سبب بهبود عملکرد

محصول درختان پسته (*Pistacia vera* L.) می‌شود. نتایج تحقیقات (Pakdel et al., 2011) در تأثیر چهار نوع مالچ بر رشد درخت چنار *Platanus orientalis* L. نشان داد که خاک‌پوش خاک اره سبب افزایش زی‌توده برگ، تعداد برگ و قطر درخت نسبت به مالچ‌های چپس چوب و کمپوست زباله شهری شده است. براساس نتایج (Mardani et al., 2009) خاک‌پوش شاخ و برگ درختان در پای نهال‌های گردو (*Juglans regia* L.) اندازه‌های زنده‌مانی، قطر تاج، ارتفاع و قطر یقه نهال‌ها را بهبود بخشیده است. براساس تحقیق (Zangoeei et al., 2013) درباره رشد آتریپلکس (*Atriplex* spp.) استفاده از پلیمر استاکوزورب تأثیر مثبتی بر زی‌توده و ارتفاع گیاه داشت و همچنین سبب کاهش هدایت الکتریکی خاک شد. همچنین یافته‌های (Keneshlo et al., 2014) نشان‌دهنده برتری تیمار مالچ گیاهی در مقایسه با تیمار سوپر جاذب در مقدار ذخیره رطوبت خاک در جنگلکاری‌های گاز رخ (*Moringa peregrina* Fiori) در شهرستان راسک استان سیستان و بلوچستان بود. در مجموع، یافته‌های گذشته نشان‌دهنده تأثیر مثبت مواد اصلاحی مانند انواع هیدروژل و ژئولیت در ساختمان خاک، ظرفیت نگهداری آب و مقدار آب در دسترس گیاه است، اما نتایج متفاوتی نیز درباره میزان تأثیرپذیری و مصرف بهینه این مواد در گونه‌های گیاهی مختلف و بافت‌های متفاوت خاک گزارش شده است (Saha et al., 2020; Tomášková et al., 2020; Haghshenas & Beigi, 2010).

در پژوهش پیش رو، به‌منظور مقایسه تأثیر روش‌های مختلف ذخیره رطوبت در خاک شامل تغییر بافت خاک و استفاده از مواد اصلاحی مانند هیدروژل، ژئولیت و کاه و کلش گندم بر ویژگی‌های رویشی و میزان استقرار نهال‌های ارغوان، تادار، سنجد و بادامک، اقدام به جنگلکاری و اندازه‌گیری متغیرهای کمی و کیفی در پایان دوره رویش در محوطه تحقیقاتی دانشگاه سمنان شد. در جنگلکاری‌های آتی

در مناطق خشک با گونه‌ها و روش‌های ذخیره رطوبت مشابه این تحقیق، نتایج به‌دست‌آمده ممکن است سودمند باشند.

## مواد و روش‌ها

### منطقه پژوهش

این پژوهش در محوطه آموزشی-پژوهشی دانشکده کوبرشناسی دانشگاه سمنان به ارتفاع ۱۱۳۰ متر از سطح دریا انجام گرفت (شکل ۱). براساس اطلاعات پنجاه‌ساله هواشناسی، حداقل و حداکثر دمای منطقه ثبت‌شده در این منطقه ۱۱- و ۴۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین سالانه آن ۱۸/۳ درجه سانتی‌گراد است. مقدار بارندگی در منطقه در دوره رویشی بررسی‌شده در این تحقیق ۱۱۰ میلی‌متر بود. متوسط رطوبت نسبی سالیانه هوا ۴۱ درصد و میانگین تبخیر و تعرق ۲۳۰۰ میلی‌متر در سال است.

### شیوه اجرای پژوهش

برای اجرای این تحقیق، کاشت نهال‌های ارغوان، سنجد، تادار و بادامک در بهمن ۱۳۹۶ صورت گرفت و ویژگی‌های کمی و کیفی نهال‌ها پس از یک دوره رویشی هشت‌ماهه بررسی شد. این پژوهش در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی انجام گرفت و تیمارهای بررسی‌شده در این پژوهش عبارت بودند از ۱. اصلاح بافت خاک (خاک زراعی لومی)؛ ۲. خاک اصلاح‌شده همراه با هیدروژل (در هر چاله ۲۰۰ گرم، ۰/۵ درصد وزن حجمی خاک)؛ ۳. خاک اصلاح‌شده همراه با زئولیت (مقدار ۵ درصد وزن حجمی خاک)؛ ۴. خاک اصلاح‌شده همراه با مالچ (کاه و کلش و سنگچین بر سطح تشتک (۸۰۰ گرم) (شکل ۱)؛ و ۵. شاهد (خاک الک‌شده منطقه). هر تیمار با پنج تکرار (۱۵ نهال برای هر تکرار) با استفاده از نهال‌های گلدانی دوساله برای هر گونه انجام گرفت و در مجموع ۳۰۰ نهال در این آزمایش استفاده شد. نهال‌ها تا حد ممکن دارای ویژگی‌های ظاهری یکسان بودند و همگی از نهالستانی در شهر کرج تهیه شدند. فاصله کاشت نهال‌ها ۲×۲

متر بود و گودال‌های کاشت دارای ابعاد ثابت ۸۰×۶۰ و عمق ۹۰ سانتی‌متر بودند. همچنین به‌دلیل فقر شدید خاک منطقه از نظر مواد مغذی، کود پوسیده دامی به میزان مساوی ۵۰۰ گرم، به خاک همه تیمارها اضافه شد. ویژگی‌های خاک‌های استفاده‌شده قبل از پژوهش، در آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشگاه سمنان و براساس روش کار (Jafari Haghghi 2003) تعیین شد (جدول ۱).

آبیاری نهال‌ها با استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار قطرهای با مقدار مساوی آب ورودی برای هر یک از نهال‌ها انجام گرفت (از اسفند تا نیمه خرداد هر ۱۰ روز یک‌بار؛ از نیمه خرداد تا شهریور یعنی همزمان با افزایش چشمگیر بیشینه دما و به‌منظور جبران تبخیر و تعرق هر پنج روز یک‌بار، و از ابتدای مهر تا نیمه آبان هر ده روز یک‌بار). در هر نوبت آبیاری، هر نهال در مدت دو ساعت به‌طور متوسط ۱۰ لیتر آب دریافت کرد. همچنین عملیات وجین علف هرز در سطح تشتک در طول فصل رشد در سه نوبت برای همه نهال‌ها انجام گرفت.

ویژگی‌های رویشی همه نهال‌ها شامل قطر یقه، ارتفاع، مجموع شاخه‌های جانبی، تعداد شاخه جانبی، میانگین قطر تاج در دو نوبت (۱۵ اسفند و پایان مهر) اندازه‌گیری و زنده‌مانی آنها در پایان دوره تحقیق ثبت شد. اندازه‌گیری‌ها با استفاده از کولیس (برای قطر یقه) و متر نواری با دقت میلی‌متر انجام گرفت.

### روش تحلیل

تجزیه و تحلیل داده‌های رشد کمی شامل قطر یقه، ارتفاع نهال، مجموع طول و تعداد شاخه‌های جانبی نهال و متوسط قطر تاج نهال پس از بررسی شرایط آزمون‌های پارامتریک با استفاده از تجزیه واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) و مقایسه‌های میانگین‌ها با استفاده از آزمون Tukey انجام گرفت. برای بررسی تأثیر متقابل گونه و تیمارهای ذخیره رطوبت بر فاکتور زنده‌مانی از تجزیه واریانس دوطرفه (two-way ANOVA) استفاده شد. داده‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ آزمون شدند.

جدول ۱- نتایج تجزیه و تحلیل فیزیکی و شیمیایی خاک شاهد و خاک اصلاح شده

Table 1. Physical and chemical analysis of control and modified soil

پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم) K (mgkg <sup>-1</sup> )	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم) P (mgkg <sup>-1</sup> )	نیتروژن (درصد) N %	کربن آلی (درصد) OC %	هدایت الکتریکی EC (ds/m)	اسیدیته pH	بافت خاک	رس (درصد) Caly %	سیلت (درصد) Silt %	شن (درصد) Sand %	خاک‌های استفاده شده در تحقیق
170	3	0.02	0.25	4.74	7.54	Sandy Loam	13	13	74	خاک شاهد Control soil
260	13	0.04	0.46	5.85	7.51	Loam	25	35	40	خاک اصلاح بافت شده Modified soil



شکل ۱- اعمال تیمار کاه و کلش - سنگچین بر سطح تشتک (چپ) و نمای کلی عرصه جنگلکاری شده (راست)  
Figure 1. Application of straw treatment- stone picker on the surface of basin (left) and general view of plantation area (right)

## نتایج

(جدول ۲). تعداد و مجموع طول شاخه‌های جانبی در تیمارهای هیدروژل و زئولیت کمتر از نهال‌های شاهد بود. از نظر فاکتور ارتفاع نهال، تفاوت معنی‌داری بین تیمار اصلاح بافت خاک و بقیه تیمارها مشاهده نشد.

## تأثیر تیمارها بر نهال‌های ارغوان

بیشترین رویش قطر یقه، قطر تاج و طول شاخه جانبی در تیمار مالچ (کاه و کلش) مشاهده شد

جدول ۲- مقایسه آماری رویش نهال‌ها در طول دوره رشد در گونه ارغوان

Table 2. Statistical comparisons of increment of seedlings during growth period in *Cercis siliquastrum*

قطر متوسط تاج (سانتی‌متر) Average crown diameter (cm)	تعداد شاخه‌های جانبی Number of lateral branches	طول شاخه‌های جانبی (سانتی‌متر) Length of lateral branches (cm)	ارتفاع نهال (سانتی‌متر) Seedling height (cm)	قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)	تیمارها Treatments
57.68±12.51 <sup>b</sup>	17.25±2.49 <sup>a</sup>	65.36±12.19 <sup>ab</sup>	19.69±12.45	12.5±3.05 <sup>ab</sup>	شاهد Control
61.89±10.99 <sup>ab</sup>	14.86±2.79 <sup>ab</sup>	59.29±13.92 <sup>ab</sup>	10.86±2.77	12.21±2.40 <sup>ab</sup>	اصلاح بافت خاک Texture modification
74.10±12.75 <sup>a</sup>	14.93±2.01 <sup>ab</sup>	76.73±17.38 <sup>a</sup>	13.53±4.58	14.80±3.95 <sup>a</sup>	مالچ کاه و سنگچین Mulch (straw)
54.30±11.07 <sup>b</sup>	12.80±2.54 <sup>bc</sup>	46.82±9.78 <sup>bc</sup>	6.79±1.34	12.07±2.65 <sup>ab</sup>	زئولیت Zeolite
53.25±9.74 <sup>b</sup>	11.86±3.37 <sup>c</sup>	45.64±8.13 <sup>c</sup>	14.07±3.58	10.50±2.32 <sup>b</sup>	هیدروژل Hydrogel
F=5.60 <sup>**</sup>	F=9.39 <sup>**</sup>	F=7.39 <sup>**</sup>	F=1.43 <sup>ns</sup>	F=2.87 <sup>*</sup>	معنی‌داری Significance

در هر ستون حروف کوچک متفاوت، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست.

Different lower-case letters in each column indicate significant differences among treatments.

\*\* $P \leq 0.01$ , \* $P \leq 0.05$ , <sup>ns</sup> $P \geq 0.05$

**تأثیر تیمارها بر نهال‌های تادار**  
 بیشترین رویش ارتفاع و طول شاخه‌های جانبی در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳). میزان رویش قطر یقه بین تیمارهای کاه و کلش و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت، اما بیش از تیمارهای اصلاح بافت خاک (هیدروژل و زئولیت) بود.

**تأثیر تیمارها بر نهال‌های سنجد**  
 براساس نتایج، تیمارهای اعمال شده تأثیر معنی‌داری بر رویش و تغییرات کمی و کیفی نهال‌های سنجد نداشتند (جدول ۴).

جدول ۳- مقایسه آماری رویش نهال‌ها در طول دوره رشد در گونه تادار

Table 3. Statistical comparisons of increment of seedlings during growth period in *Celtis caucasica*

قطر متوسط تاج (سانتی‌متر) Average crown diameter (cm)	تعداد شاخه‌های جانبی Number of lateral branches	طول شاخه‌های جانبی (سانتی‌متر) Length of lateral branches (cm)	ارتفاع نهال (سانتی‌متر) Seedling height (cm)	قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)	تیمارها Treatments
49.28±9.71 <sup>a</sup>	9.71±2.64	34.52±8.10 <sup>a</sup>	41.36±8.41 <sup>a</sup>	8.57±2.53 <sup>a</sup>	شاهد Control
29.06±7.12 <sup>b</sup>	9.07±1.62	17.80±7.89 <sup>b</sup>	10.47±6.15 <sup>c</sup>	3.73±1.03 <sup>b</sup>	اصلاح بافت خاک Texture modification
41.93±12.77 <sup>ab</sup>	9.40±2.29	24.28±8.05 <sup>ab</sup>	29.80±8.80 <sup>ab</sup>	7.93±2.87 <sup>a</sup>	مالچ کاه و کلش و سنگ‌چین Malch (straw)
30.13±8.12 <sup>b</sup>	9.40±3.64	20.33±10.80 <sup>ab</sup>	14.64±5.63 <sup>bc</sup>	3.02±1.41 <sup>b</sup>	زئولیت Zeolite
33.53±7.89 <sup>b</sup>	10.71±2.58	23.09±8.64 <sup>ab</sup>	14.57±7.39 <sup>bc</sup>	5.0±1.75 <sup>b</sup>	هیدروژل Hydrogel
F=4.63 <sup>**</sup>	F=1.15 <sup>ns</sup>	F=2.88 <sup>*</sup>	F=7.62 <sup>**</sup>	F=9.46 <sup>**</sup>	معنی‌داری Significance

در هر ستون حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست.

Different lower-case letters in each column indicate significant differences among treatments.

<sup>\*\*</sup> $P \leq 0.01$ , <sup>\*</sup> $P \leq 0.05$ , <sup>ns</sup> $P \geq 0.05$ 

جدول ۴- مقایسه آماری رویش نهال‌ها در طول دوره رشد در گونه سنجد

Table 4. Statistical comparisons of increment of during growth period in *Elaeagnus angustifolia*

قطر متوسط تاج (سانتی‌متر) Average crown diameter (cm)	تعداد شاخه‌های جانبی Number of lateral branches	طول شاخه‌های جانبی (سانتی‌متر) Length of lateral branches (cm)	ارتفاع نهال (سانتی‌متر) Seedling height (cm)	قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)	تیمارها Treatments
88.80±17.01	16.60±2.06	94.01±20.17	53.93±10.80	19.07±5.05	شاهد Control
99.33±18.18	17.00±1.96	101.50±22.29	60.40±14.79	18.80±6.22	اصلاح بافت خاک Texture modification
97.93±14.73	16.47±2.85	100.26±23.99	52.67±9.60	18.40±7.39	مالچ کاه و کلش و سنگ‌چین Malch (straw)
88.40±19.84	17.40±2.55	92.74±18.04	48.60±11.39	17.40±4.19	زئولیت Zeolite
83.10±24.81	15.43±3.84	91.59±19.87	52.71±12.87	18.14±4.47	هیدروژل Hydrogel
F=0.75 <sup>ns</sup>	F=0.82 <sup>ns</sup>	F=71.83 <sup>ns</sup>	F=1.22 <sup>ns</sup>	F=0.24 <sup>ns</sup>	معنی‌داری Significance

در هر ستون حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست.

<sup>\*\*</sup> $P \leq 0.01$ , <sup>\*</sup> $P \leq 0.05$ , <sup>ns</sup> $P \geq 0.05$

## تأثیر تیمارها بر نهال‌های بادامک

## زنده‌مانی گونه‌ها

در تیمار کاه و کلش رویش نهال‌ها در شاخه‌های قطر، ارتفاع، طول و تعداد شاخه‌های جانبی و همچنین قطر تاج بیش از تیمارهای سوپر جاذب و اصلاح بافت بود، اما اندازه رویش قطر یقه و تعداد شاخه‌های جانبی در آن کمتر از شاهد بود (جدول ۵).

بر اساس نتایج آنالیز واریانس دوطرفه، نوع گونه در میزان زنده‌مانی تأثیر معنی‌دار داشت ( $P=0.00$ )، اما تیمارهای ذخیره رطوبت تأثیر معنی‌داری بر زنده‌مانی گونه‌ها نداشتند ( $P=0.07$ )، جدول ۶). کمترین زنده‌مانی در گونه بادامک (۸۰ درصد) و در تیمار اصلاح بافت خاک دیده شد (جدول ۷).

جدول ۵- مقایسه آماری رویش نهال‌ها در طول دوره رشد در گونه بادامک

Table 5. Statistical comparisons of increment of seedlings during growth period in *Amygdalus scoparia*

قطر متوسط تاج (سانتی‌متر) Average crown diameter (cm)	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branches	طول شاخه‌های جانبی (سانتی‌متر) Length of lateral branches (cm)	ارتفاع نهال (سانتی‌متر) Seedling height (cm)	قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter (mm)	تیمارها Treatments
36.75±9.67 <sup>c</sup>	10.58±21.67 <sup>a</sup>	34.15±9.01 <sup>ab</sup>	23.58±2.55 <sup>ab</sup>	5.92±3.05 <sup>a</sup>	شاهد Control
33.33±13.39 <sup>c</sup>	7.33±2.01 <sup>b</sup>	30.04±15.70 <sup>ab</sup>	18.58±8.97 <sup>ab</sup>	4.33±2.30 <sup>b</sup>	اصلاح بافت خاک Texture modification
58.79±15.94 <sup>a</sup>	11.08±2.27 <sup>a</sup>	46.79±17.13 <sup>a</sup>	37.33±12.19 <sup>a</sup>	6.17±2.29 <sup>a</sup>	مالچ کاه و کلش و سنگ‌چین Malch (straw)
32.25±8.31 <sup>c</sup>	9.67±3.65 <sup>a</sup>	30.15±10.19 <sup>ab</sup>	8.58±2.39 <sup>b</sup>	3.92±4.1.67 <sup>b</sup>	زئولیت Zeolite
46.73±4.05 <sup>b</sup>	9.00±2.85 <sup>ab</sup>	26.46±13.30 <sup>b</sup>	19.27±4.13 <sup>b</sup>	3.73±2.01 <sup>b</sup>	هیدروژل Hydrogel
F=1.38 <sup>**</sup>	F=5.57 <sup>**</sup>	F=3.47 <sup>*</sup>	F=4.65 <sup>**</sup>	F=3.55 <sup>*</sup>	معنی‌داری Significance

در هر ستون حروف کوچک متفاوت، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست.

Different lower-case letters in column indicate significant differences among treatments.

<sup>\*\*</sup> $P \leq 0.01$ , <sup>\*</sup> $P \leq 0.05$ , <sup>ns</sup> $P \geq 0.05$

جدول ۶- آنالیز واریانس دوطرفه به منظور بررسی اثر گونه، تیمارهای مختلف رطوبت و اثر متقابل آنها بر میزان زنده‌مانی نهال‌ها

Table 6. Two-way ANOVA to investigate effects of species, moisture storage treatments and their interactions on seedling survival

معنی‌داری Sig.	آماره فیشر F	میانگین مربعات Mean Square	درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of variations
0.00 <sup>**</sup>	983.69	924.19	3	گونه Species
0.07 <sup>ns</sup>	9.62	10.06	4	تیمارهای ذخیره رطوبت Moisture storage treatments
0.12 <sup>ns</sup>	70.17	73.38	12	گونه × تیمار Treatment × Species
		1.04	40	خطا Error
			60	کل Total

<sup>\*\*</sup> نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد، <sup>ns</sup> نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن است.

<sup>\*\*</sup> indicates significant difference in  $P \leq 0.01$ , <sup>ns</sup> indicates no significant difference ( $P \geq 0.05$ )

جدول ۷- مقایسه درصد زنده‌مانی در بین گونه‌ها و تیمارهای مختلف  
Figure 7. Comparison of survival rate amongst different species and treatments

ارغوان <i>Cercis siliquastrum</i>	تادار <i>Celtis caucasica</i>	سنجد <i>Elaeagnus angustifolia</i>	بادامک <i>Amygdalus scoparia</i>	تیمارها و گونه‌ها Treatments and species
100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	83±4.1 <sup>b</sup>	شاهد Control
96±3.5 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	80±2.7 <sup>b</sup>	اصلاح بافت خاک Texture modification
100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	88±6.2 <sup>b</sup>	مالچ کاه و کلش و سنگچین Mulch (straw)
100 <sup>a</sup>	96±4.3 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	85±4.3 <sup>b</sup>	زئولیت Zeolite
96±3.2 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	80±6.1 <sup>b</sup>	هیدروژل Hydrogel

در هر سطر حروف مختلف کوچک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گونه‌هاست.

Different lower-case letters in each row indicate significant differences among species.

## بحث

Hazrati et al., 2021 استفاده شده است. در پژوهش حاضر، مقادیر ۰/۵ درصد وزن خاک هیدروژل و ۶ تن زئولیت در هکتار استفاده شد که مقادیر متوسطی از مقدار استفاده‌شده در پژوهش‌های قبلی با شرایط مشابه بافت خاک بوده است. نتایج پژوهش‌های گذشته متفاوت هستند، به طوری که استفاده از هیدروژل و زئولیت در بسیاری از پژوهش‌های گذشته، مؤثر بر بهبود شرایط فیزیکوشیمیایی خاک و در نتیجه رشد بهتر گیاه ارزیابی شده است (Aslani et al., 2021; Yu et al., 2017). از طرف دیگر، نتایج بعضی پژوهش‌ها نشان می‌دهد که استفاده از این مواد در خاک (مستقل از مقادیر استفاده‌شده)، نه تنها سبب نگهداری مناسب آب خاک نشده، بلکه در خاک‌هایی با بافت ریزتر، سبب کمتر و کوچک‌تر شدن منافذ خاک و در نتیجه کاهش رشد گیاه (به دلیل کاهش دسترسی آن به آب) شده است (Yang et al., 2014; Durner, 2015). به عبارت دقیق‌تر، با استفاده از این مواد، وضعیت هیدرولیکی و ظرفیت نگهداری آب خاک در بافت‌های سبک و سنگین متفاوت است (Narjary, 2012). در خاک‌های استفاده‌شده در این تحقیق (خاک طبیعی با بافت سنگین و خاک اصلاح‌شده با بافت متوسط) نیز این هیدروژل و زئولیت کارایی لازم را از خود نشان ندادند. از طرف

در میان تیمارهای مختلف ذخیره رطوبت اعمال‌شده در این تحقیق، تیمار کاه و کلش (همراه با سنگچین) بیشترین میزان رشد را در مشخصه‌های رویشی نهال‌های ارغوان و بادامک ایجاد کرد. تأثیر مثبت مالچ کاه و کلش در حفظ رطوبت و افزایش رویش کمی درختان پسته (*Pistacia vera* L.) (Nurzadeh et al., 2018)، مالچ خاک اره در نهال‌های چنار (*Platanus orientalis* L.) (Pakdel et al., 2011) و همچنین مالچ شاخ‌وبرگ درختان در نهال‌های گردو (*Juglans regia* L.) (Mardani et al., 2009) در پژوهش‌های قبلی گزارش شده است. به نظر می‌رسد بعد از تجزیه تدریجی کاه و کلش و ترکیب آن با خاک که در مدت زمان کوتاهی اتفاق می‌افتد، سنگ‌هایی که برای ثابت نگه داشتن کاه و کلش روی خاک استفاده شده‌اند، همچنان در نگهداری رطوبت خاک مؤثرند.

تیمارهای هیدروژل و زئولیت تأثیر زیادی در رویش چهار گونه بررسی‌شده نداشت. در پژوهش‌های گذشته، تأثیر هیدروژل بر خصوصیات خاک و رویش گیاهان مختلف، از مقادیر ۰/۰۵ تا ۲ درصد وزن خاک (Saha et al., 2020, Durner, 2015) و برای زئولیت از ۲ تا ۱۰ تن در هکتار (Szatanik et al., 2021; )

به تأثیر مثبت کاه و کلش در تعدیل اثر منفی خاک رسی (افزایش ظرفیت نفوذ پذیری خاک) در رشد تادار نسبت داد.

در این پژوهش، در مقایسه با تادار و سنجد، رویش کند ارتفاعی بادامک و ارغوان ممکن است به این دلیل باشد که این دو گونه در سنین کم و میانسالی شکل درختچه‌ای دارند (Keneshloo, Sabeti, 1994; 2001). در حقیقت، انرژی این گیاهان صرف تولید و رشد شاخه‌های جانبی می‌شود که نوعی سازگاری با شرایط رویشگاه است (Whitford & Duval, 2019). هیچ‌کدام از تیمارهای ذخیره رطوبت خاک تأثیری بر متغیرهای رویشی نهال‌های سنجد نداشته‌اند. این نتیجه، یافته‌های پژوهش‌های قبلی مبنی بر نبود تأثیر یکسان روش‌های مختلف ذخیره رطوبت در گونه‌های مختلف گیاهی را تأیید می‌کند (Saha et al., 2020; Tomášková et al., 2020).

از مجموع نتایج آشکار می‌شود که، نوع و کارایی روش‌های مختلف ذخیره رطوبت خاک با توجه به نوع گونه استفاده‌شده متفاوت است. چنانکه از بین تیمارهای حفظ رطوبت خاک، تیمار کاه و کلش در رویش نهال‌های ارغوان و بادامک مؤثر بوده است. خاک طبیعی بیشترین رشد را در نهال تادار سبب شده است، اما هیچ‌یک از این تیمارها بر ویژگی‌های رویشی نهال سنجد تأثیرگذار نبوده است. تیمارهای اعمال‌شده تغییری در زنده‌مانی نهال گونه‌ها ایجاد نکردند؛ همچنین هیدروژل و ژئولیت در بهبود رویش و استقرار گونه‌های بررسی‌شده تأثیری نداشتند.

### سپاسگزاری

از ریاست محترم وقت دانشگاه سمنان و ریاست محترم دانشکده کویرشناسی بابت حمایت مالی و معنوی این پروژه تقدیر می‌شود. همچنین از کادر فضای سبز دانشگاه سمنان تقدیر و تشکر می‌شود.

دیگر، پژوهش‌های قبلی نشان می‌دهند که در گیاهان مقاوم به خشکی و خاک‌هایی با املاح زیاد، احتمالاً کارایی هیدروژل و ژئولیت کاهش پیدا می‌کند (Saha et al., 2020; Tomášková et al., 2020). در پژوهش حاضر نیز با توجه به شوری خاک منطقه کاشت (۵ دسی‌زیمنس بر متر) و تبخیر و تعرق زیاد (۲۳۰۰ میلی‌متر در سال و در نتیجه افزایش بیشتر شوری خاک بر اثر پدیده مویینگی)، ناکارایی این مواد در رویش گیاهان استفاده‌شده توجیه‌پذیر است.

نتایج به‌کارگیری تیمار کاه و کلش در گونه‌های تادار و بادامک در مقایسه با تیمار اصلاح بافت خاک نشان‌دهنده بهبود رشد این دو گونه بود. گونه‌های مناطق خشک اغلب متمایل به خاک‌های سبک با قابلیت حفظ رطوبت خاک هستند (Goodarzi et al., 2021; Maghsodian et al., 2012). در تحقیقی نشان داده شد که پراکنش بادامک در استان قم با مقدار لای خاک ارتباط منفی دارد (Tavakolinekou et al., 2012). در پژوهش حاضر نیز خاک با بافت لومی محیط مناسبی برای رشد و ریشه‌دوانی بادامک نبود، اما کاه و کلش استفاده‌شده تا حدودی اثرهای منفی خاک زراعی (اصلاح‌شده) را خنثی کرد.

در تادار بیشترین مقادیر صفات رویشی در تیمار شاهد (خاک طبیعی منطقه) مشاهده شد. این موضوع را می‌توان به سرشت اکولوژیک تادار مرتبط دانست که به خاک‌های شنی و سبک علاقه‌مند است (Sabeti, 1994) و بنابراین رشد این گونه در خاک شنی لومی منطقه (شاهد) به‌خوبی ادامه داشته، اما در خاک لومی (بافت سنگین‌تر) کند شده است. به‌عبارت دیگر، بزرگ‌ترین اندازه صفات رویشی تادار در خاک طبیعی و سبک‌تر منطقه (بافت لوم شنی) مشاهده شده است. در ضمن رویش قطری و ارتفاعی تادار در تیمار کاه و کلش در مقایسه با تیمارهای اصلاح بافت خاک، ژئولیت و هیدروژل بیشتر بود که می‌توان آن را

## References

- Arbona, V. (2005). Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants. *Plant and Soil*, 270, 73-82. <https://doi.org/10.1007/s11104-004-1160-0>
- Aslani, P., Davari, M., Mahmoodi, A., Hosseinpanahi, F., & Khaleghpanah, N. (2021). Effect of zeolite and nitrogen on some basic soil properties and wheat yield in potato-wheat rotation. *Agriculture Engineering*, 44(1), 97-119. (In Persian)
- Durner, w. (2015). water retention properties of a sandy soil with superabsorbent polymers as affected by aging and water quality. *Journal of plant nutrition and soi science*, 178, 798-806. <https://doi.org/10.1002/jpln.201500128>
- Goodarzi, GR., Sagheb-Talebi, Kh., & Ahmadloo, F. (2012). The study of effective factors on Almond (*Amygdalus scoparia* Spach.) distribution in Markazi province. *Iranian Journal of Forest* 4(3), 209-220. (In Persian)
- 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. (In Persian)
- Hashempour, F. (2010). *Forest plantation methods at rain-fed condition in dry and semi-dry lands*, Ayizh Publications, 230p. (In Persian)
- Hazrati, S., Khurizadeh, S., & Sadeghi, A., (2022) Application of zeolite improves water and nitrogen use efficiency while increasing essential oil yield and quality of salvia officinalis under water deficit stress. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29, 1707-1716. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.10.059>
- Iranmanesh, Y., & Jahanbazi, G. H. (2007). Comparison of wild almond plantation on north and south aspects of degraded forest in Zagros region of Iran. *Iranian journal of Forest and Poplar Research*, 15(1), 19-31. (In Persian)
- Jafari Haghighi, M. (2003). *Methods of Soil Degradation (Sampling and Physical and Chemical Analysis)*, Neda Zahi Press, 240p. (In Persian)
- Keneshloo, H. (2001). *Forestry in Arid Regions*. Tehran: Publications of The Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, 532p. (In Persian)
- Keneshloo, H., Damizadeh, Gh.R., & Achak, M.Y. (2014). Comparison of different methods of moisture conservation in dryland cropping of Moringa peregerina. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(1), 82-89. (In Persian)
- 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 components of Corn (*Zea mays* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42(1), 115-123. (In Persian)
- Maghsodian, O., Mollashahi, M., Moshki, A.R., Ravanbakhsh, H., & Kianian, M.K. (2021). The effect of different soil remediation methods on growth and primary establishment of Pistacia atlantica Desf., Quercus infectoria Oliv., Melia azedarach L. and Cupressus sempervirens L. saplings in Semnan. *Iranian Journal of Forest*, 13(1), 59-72. (In Persian)
- Mahdavi, A., (2010). *Non-wood Products of Zagros Forests and Rangelands*, Ilam. Ilam University Press, 174p. (In Persian)
- 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. (In Persian)
- Narjary, B., Aggartwal, P., Singth, A., & Chakraborty, D. (2012). water availability in different soils in relations in hydrogel application. *Geoderma*, 187, 94-101. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.03.002>
- Nouri, E., Moshki A.R., Matinizadeh, M., Zolfaghari, A., & Rajaei, S. (2018). Symbiosis relationship between some arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and Salsola laricina and its effect on improving plant growth parameters. *Rostaniha*, 19(2), 130-137. [10.22092/botany.2019.124269.1132](https://doi.org/10.22092/botany.2019.124269.1132)

- Nurzadeh Namaghi, M., Davarynejad, G.H., Ansari, H., Nemati, 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), <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v32i1.60458> 75-91.
- Pakdel, P., Tehranifar, A., Nemati, S.H., lakzian, A., & Kharrazi, S.M. (2011). Effect of four types of mulches including wood chips, municipal compost, sawdust and gravel in three different thickness on the growth of *Platanus orientalis* L.. *Journal of Horticultural Science*, 25(3), 296-303.
- Perez, R., Caballero, J., Gil, C., Benitez J., & Gonazalez, L. (2008). The effect of adding zeolite to soils in order to improve the N-K nutrition of olive trees. *Journal of Agriculture and Biological Science*, 2(1), 321-324. 10.3844/ajabssp.2008.321.324
- Sabeti, H. (1994). *Forests, Trees and Shrubs of Iran*, Yazd. University of Yazd.
- Saha, A., Sekharan, S., & Manna, U. (2020). Superabsorbent hydrogel (SAH) as a soil amendment for drought management: a review. *Soil and Tillage Research*, 204p. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104736>
- Shahmir, R., Hosseini, S.A.O., Parsakhoo, A., & Abdi, E. (2023). Evaluation of effects of xanthan and molasses mulches of sugar beet on dust control in forest roads of Arghavan protected area of Ilam city. *Iranian Journal of Forest*, 15(1), 1-15. (In Persian)
- Szatanik-Kloc, A., Szerement, J., Adamezuk, A., & Jozefaciuk, G. (2021). Effect of low zeolite doses on plants and soil physiochemical properties. *Materials* 14, 2-18. <https://doi.org/10.3390/ma14102617>
- Tavakolinekou, H., Pourmeydani A., Adnani, S.M., & Sagheb Talebi, K. (2012). Impact of some important ecological factors on presence of Mountain Almond (*Amygdalus scoparia* Spach.) in Qom province, Iran. *Iranian journal of Forest and Poplar Research*, 19(4), 523-542. (In Persian)
- Tomášková, I., Svatoš, M., Macků, J., Vanická, H., Resnerová, 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), 1-15. <https://doi.org/10.3390/f11020211>
- Whitford, W.G., & Duval, B.D. (2019). *Ecology of Desert Systems*, New Mexico. Academic Press, 343p.
- Yang, I., Yang, Y., Chen, Z., Guo, C., & Li, S. (2014). Influence of super absorbant polymer on soil water retention, seed germination and plant survival for rocky slopes eco-engineering. *Ecology Engeniring*, 62, 27-32. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.10.019>
- Yu, J., Shi J.G., Ma, X., Dang, P., Yan, Y.L., Mamedov, A., & Levy, G.L. (2017). Superabsorbant polymer properties and concentration effects on water retention under drying conditions. *Soil Science Society American Journal*, 81, 889-901. <https://doi.org/10.2136/sssaj2016.07.0231>
- Zangooei, Sh., Nasab, H., Astarai A.R., & Yari, A.R. (2013). Effects of stockosorb hydrogel and irrigation intervals on some soil physical properties and growth of haloxylon seedling. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 3(1), 167-182. (In Persian)



## Seedlings response of *Cercis siliguastrum* L., *Celtis caucasica* Wild., *Elaeagnus angustifolia* L. and *Amygdalus scoparia* Spach to moisture storage treatments in the arid region of Semnan

V.M. Mokhizadeh<sup>1</sup>, A.R. Moshki<sup>2\*</sup>, H. Ravanbakhsh<sup>3</sup>, M. Mollashahi<sup>4</sup>, and M.K. Kianian<sup>5</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Graduated, Faculty of Desert studies, Semnan University, Iran.

<sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Forestry in Arid regions, Faculty of Desert studies, Semnan University, Iran.

<sup>3</sup>Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

<sup>4</sup>Assistant Prof., Dept. of Forestry in Arid regions, Faculty of Desert studies, Semnan University, Iran.

<sup>5</sup>Assistant Prof., Dept. of Comat to Desertification, Faculty of Desert studies, Semnan University, Iran.

(Received: 12 Mar 2023; Accepted: 4 August 2023)

### Abstract

**Introduction:** In dry areas, the lack of rainfall, inappropriate seasonal distribution, and high evaporation and transpiration, and on the other hand, high water supply costs, cause the loss of seedlings, especially in the critical period of establishment. In the present study, the effects of different moisture storage treatments on the quantitative and qualitative growth of *Cercis siliguastrum* L., *Celtis caucasica* Wild., *Elaeagnus angustifolia* L. and *Amygdalus scoparia* Spach plantations were studied in the Semnan University.

**Material and Methods:** This experiment was conducted in a completely randomized design with five treatments: i) soil texture modification, ii) use of hydrogels, iii) zeolites and iv) straw with crushed stone and v) control (natural soil of region) with five replications and totally 300 seedlings of the species. The height, collar and crown diameter, number and length of lateral branches were measured at the beginning and the end of the growth period and survival rate of all seedlings were recorded at the end of growing period.

**Results:** In *Cercis siliguastrum*, the highest growth of collar diameter, crown and length of lateral branches were measured under straw treatment.. In *Amygdalus scoparia*, the highest quantitative growth values were observed in straw treatment. In *Elaeagnus angustifolia* and *Celtis caucasica*, different treatments had no significant effects on growth parameters. Different storage treatments had no effect of survival of investigated species. The lowest survival rate (with a range of 80-88%) was related to *Amygdalus scoparia* seedling and no significant difference was observed in this factor amongst other species.

**Conclusion:** The type and efficiency of moisture storage methods are different according to the type of species used, the straw and crushed stone treatment was effective in the growth of *Celtis caucasica* and *Amygdalus scoparia* seedlings. In contrast, *Celtis caucasica* had the highest growth in the natural soil. On the other hand, none of the investigated moisture storage treatments had no effect on the vegetative characteristics of *Elaeagnus angustifolia* seedlings. Furthermore, the use of hydrogel and zeolite had no positive effect on the growth and establishment of the investigated species.

**Keywords:** Hydrogel, length increment, seedling survival, straw, zeolite.