مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۴، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰
ص ۲۳۲-۲۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۰۱
تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۰۵/۱۲

بررسی تأثیر اصلاح کننده‌ها در احیای بیولوژیک اراضی شور از منظر فنی و اقتصادی در نظرآباد، استان البرز

❖ **شهرام یوسفی خانقاه؛** دانشجوی دکتری علوم مرتع، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

❖ **حسین آذرنیوند*؛** استاد گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

❖ **محمدعلی زارع چاهوکی؛** استاد گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

❖ **محمد جعفری؛** استاد گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

❖ **حمیدرضا ناصری؛** استادیار مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

چکیده

استقرار پوشش گیاهی بهترین راه کنترل اراضی تخریب شده و در معرض خطر تخریب می‌باشد. با توجه به این که نهال‌کاری در مناطق خشک به دلیل محدویت‌های اکولوژیکی بسیار پرهزینه می‌باشد کارشناسان به دنبال روش‌هایی هستند که در صد استقرار نهال‌ها را افزایش داده و هزینه‌های نهال کاری را کاهش دهند. در این راستا استفاده صحیح از اصلاح کننده‌ها بسیار اهمیت دارد. منطقهٔ مورد مطالعه در شهرستان نظرآباد در جنوب غربی استان البرز واقع شده است. در این تحقیق از اصلاح کننده‌های بیوچار معدنی، قارچ های میکوریزی آربسکولار و پلیمر رزین اکریلیک هر کدام در چهار سطح در پای نهال‌های قره‌داغ استفاده شد. ویژگی‌های خاک منطقه هنگام کشت اندازه‌گیری شد. بعد از گذشت یک سال با شمارش تعداد نهال‌های زنده مانده، درصد استقرار برای هر تیمار محاسبه گردید. برآورد اقتصادی براساس هزینه-فایده محاسبه گردیده و برای هر تیمار به طور جداگانه محاسبه شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ بین اصلاح کننده‌ها و شاهد از نظر استقرار وجود دارد و میکوریز دارای بیشترین (۷۰٪) و تیمارهای شاهد دارای کمترین (۴۰٪) درصد استقرار بودند. از نظر اقتصادی تیمارهای میکوریز ۱۰۰گرم، پلیمر ۵۰گرم و بیوچار ۲۵۰گرم به ترتیب بهینه‌ترین تیمارهای هر اصلاح کننده بودند. با افزایش سطح استفاده از میکوریز درصد استقرار نهال‌ها افزایش یافت ولی با افزایش سطح استفاده از پلیمر و بیوچار اثرات منفی آنها نمایان شد و در صد استقرار نهال‌ها کاهش یافت. هر تیماری که استقرار نهال‌ها را حداقل ۱۰ در صد افزایش داد توجیه اقتصادی داشت یعنی فایده‌های آن تیمار بیشتر از هزینه‌های آن برآورد شد.

واژگان کلیدی: شوری، اصلاح کننده، هزینه، اقتصاد، اراضی خشک.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۹۸۹۱۲۱۶۹۸۲۲۲+
Email: hazar@ut.ac.ir

۱. مقدمه

بیابان‌زایی یکی از جدی‌ترین انواع تخریب اراضی است که با ابعاد مختلف فنی، اقتصادی و اجتماعی به عنوان سومین چالش مهم جامعهٔ جهانی بعد از دو چالش تغییرات اقلیمی و کمبود آب شیرین محسوب می‌شود [۲۹]. ایران سطحی بالغ بر ۱۶۴ میلیون هکتار دارد که حدود ۸۶ میلیون هکتار آن را مراتع تشکیل می‌دهند و سطح وسیعی از مراتع در معرض تخریب و بیابانی شدن قرار دارد [۶]. استقرار پوشش گیاهی بهترین راه کنترل اراضی تخریب شده و در معرض خطر تخریب می‌باشد. در مناطق بیابانی و اراضی کویری محدودیت‌های بسیاری برای استقرار پوشش گیاهی وجود دارد که منجر به وجود تفاوت سیمای رویشی این مناطق با سایر نقاط مجاور می‌شود. آگاهی از این تفاوت‌ها، این امکان را به‌دست می‌دهد تا ضمن شناخت دقیق‌تر پوشش گیاهی از نظر ساختار پوشش، اصلاح و توسعهٔ پوشش گیاهی به صورت علمی‌تر و هدفمندتر صورت گیرد. در دهه‌های اخیر طرح های نهال کاری زیادی در نقاط مختلف کشور جهت جلوگیری از بیابانزایی و تخریب مرتع انجام شده است. آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک بزرگترین عامل محدود کنندهٔ عملیات بیولوژیکی و درخت کاری است و تأمین آب در مناطق معمولاً بسیار پرهزینه بوده و مقدار آن نیز محدود است [۱۹] بنابراین بایستی تلاش کرد که درصد استقرار نهال‌ها را با روش‌های گوناگونی افزایش داد تا هزینه‌های عملیات بیولوژیک کمتر شود. از آنجایی که هزینه های نهال کاری در مناطق خشک به دلیل محدویت‌های اکولوژیکی از جمله کمبود رطوبت، شوری خاک و طولانی بودن دورهٔ خشکی بسیار پرهزینه می‌باشد کارشناسان به دنبال روش‌هایی هستند که هم‌زمان میزان موفقیت طرح‌ها در استقرار نهال‌های کشت شده را افزایش داده و هزینه های نهال کاری را کاهش دهند و در این راستا استفادهٔ صحیح از اصلاح کننده‌ها بسیار حائز اهمیت می‌باشد. چون استفادهٔ بی رویه از حاصلخیز کننده‌های شیمیایی با تأثیر سوء بر روی ساختمان خاک منجر به عدم تعادل در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و در نتیجه کاهش جذب عناصر غذایی می‌شود [۲۲].

بهساز خاک (Soil Conditioner) محصولی است که به منظور بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک معمولاً حاصلخیزی (توانایی تأمین تغذیه برای گیاهان) و گاهی برای بهبود وضعیت مکانیکی به خاک اضافه می‌شود. به طور کلی اصطلاح بهساز خاک اغلب به عنوان زیر مجموعهٔ اصلاح‌کنندهٔ خاک (Soil Amendment) یا بهبود خاک استفاده می‌شود که غالباً شامل طیف گسترده‌ای از حاصلخیز کننده‌ها و مواد غیر آلی می‌باشد [۲۵]. استفاده از بیوچار پوستهٔ برنج در محیط کشت چمن چچم چندساله میزان کلروفیل و کیفیت ظاهری گیاه را افزایش داده و تا حدی تحمل به تنش خشکی را افزایش می‌دهد [۲۱]. از بیوچار برای حفظ پایداری خاکدانه‌ها، افزایش رشد گیاه و جذب مواد مغذی توسط گیاه استفاده می شود [۱۵، ۱۰]. بیوچار به دلیل ساختار فیزیکی خود پتانسیل فراهم کردن عناصر ضروری را دارد و با افزایش ظرفیت نگهداری آب منجر به جذب یون‌ها می‌شود [۲۷]. ۸۰ تا ۹۰ درصد گونه‌های گیاهی خشکی دارای همزیستی با قارچ‌های میکوریز هستند، قارچ‌های میکوریز آربوسکولار برای تأمین کربن کاملاً وابسته به گیاهان هستند [۲۴]. گیاهان مناطق خشک و نیمه‌خشک یک همزیستی متقابل با قارچ‌های میکوریز برقرار می‌کنند و از این رو قادر هستند که تنش خشکی را بهتر تحمل نمایند [۱۸، ۱۶]. تحقیقات متعددی در رابطه با قارچ‌های میکوریز و ارتباط این قارچ‌ها با آنزیم‌ها صورت گرفته است که نشان می‌دهد میکوریز به طور قابل ملاحظه‌ای رشد رویشی و غلظت عناصر را تحت تنش خشکی بهبود می‌بخشد [۱، ۲، ۴]. همچنین میکور می‌تواند اثر تنش شوری را کاهش داده و موجب رشد و توسعهٔ بهتر گیاه شود [۱۷]. استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب می‌تواند جذب آب را تا چند صد برابر وزن پلیمر افزوده شده به خاک میسر کند [۸]. پلیمرها می توانند تنش رطوبتی (مناطق خشک و بیابانی) را جبران کرده و باعث استقرار بهتر نهال‌ها شوند [۷] استفاده از پلیمرها به عنوان راهکاری برای تولیدات گیاهی در خاک‌های سبک و مناطق خشک معرفی شده است [۲۰، ۲۳]. پلیمر رزین

اکریلیک تأثیر مثبتی در بهبود وضعیت خاک و پوشش گیاهی دارد [۱۴] و پلیمر های فراجاذب آب نقش مؤثری در نهال‌کاری عرصه‌های بیابانی از نظر میزان استقرار و هزینه دارد [۱۲]. استفاده از اصلاح کننده‌ها در عرصه‌های وسیع زمانی قابل توصیه است که توجیه اقتصادی داشته باشد در غیر این صورت موجب اتلاف منابع می‌شود.

منطقهٔ مورد مطالعه در نظرآباد در معرض تخریب و بیابان‌زایی می‌باشد. یکی از راه‌های استفادهٔ صحیح از منابع آب موجود و احیاء پوشش گیاهی عرصه‌های طبیعی استفاده از اصلاح کننده‌های خاک می‌باشد که ضمن تقویت خصوصیات خاک به استقرار گیاهان کمک می‌کند و نهایتاً پوشش گیاهی مستقر شده منجر به حفظ خاک و آب می‌شود. در این تحقیق اثر سطوح مختلف اصلاح کننده‌ها شامل بیوچار، میکوریز و پلیمر بر استقرار نهال‌های قره داغ (احیاء بیولوژیک) در عرصهٔ اراضی شور نظرآباد به مدت یک سال بررسی شد و از طریق ارزیابی اقتصادی، تیمارهای بهینهٔ اصلاح کننده‌ها از نظر میزان استقرار و هزینه مشخص گردید.

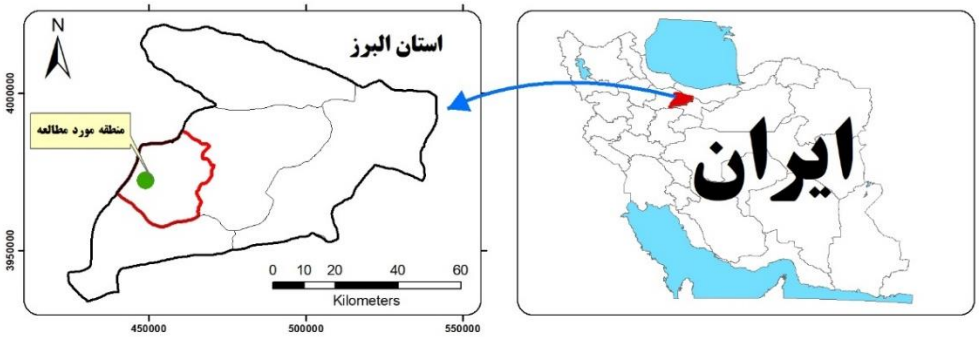
۲. روش شناسی

۱,۲. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

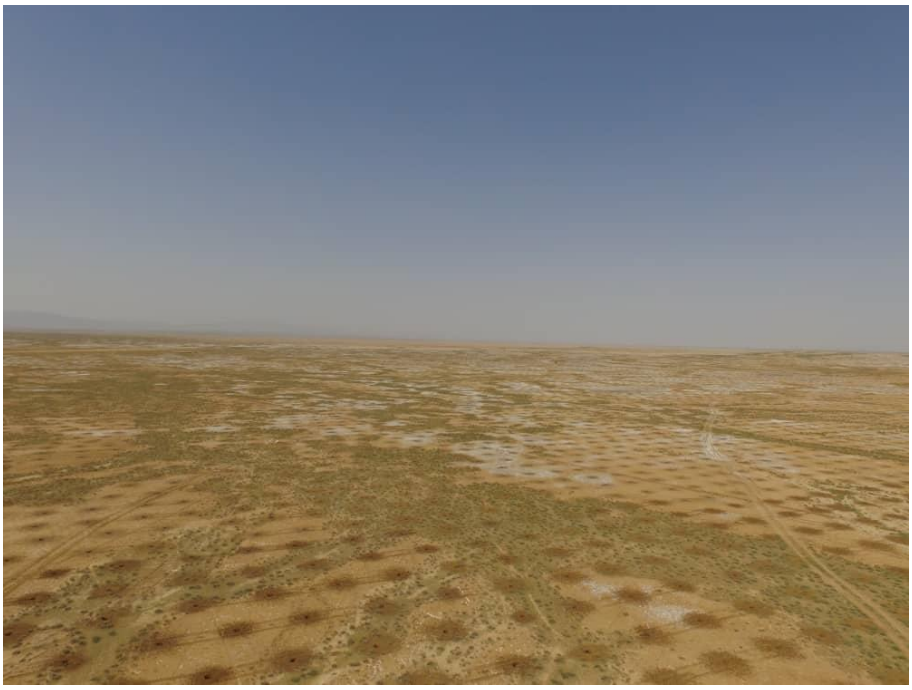
منطقهٔ مورد مطالعه در شهرستان نظرآباد و مجاورت روستای نجم آباد در جنوب غربی استان البرز در ´۲۶ °۵۰ طول شرقی و ´۵۳ °۳۵ عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). میانگین بارش سالیانه ۲۹۳ میلی‌متر بوده و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۴/۹ درجهٔ سانتی‌گراد است. طول دورهٔ خشکی از اردیبهشت تا مهر حدود شش ماه می‌باشد، اقلیم منطقه نیمه‌خشک (دومارتن اصلاح شده) می‌باشد. خاک منطقه جزء خاک‌های اریدی سول بوده دارای بافت رسی بوده و شوری (۳۷/۸۶۶ dS/m) و اسیدیتهٔ (۸/۰۵۸) بالایی دارد؛ همچنین دارای نیتروژن (۰/۰۷ درصد) و مادهٔ آلی (۰/۸۵۸ درصد) پایینی می‌باشد، از نظر پوشش گیاهی، منطقهٔ مورد مطالعه بخشی از ناحیهٔ ایران-تورانی است (شکل ۲).

۲,۲. روش کار

اصلاح کننده‌های استفاده شده شامل بیوچار طبیعی یا معدنی (Biochar)، قارچ های میکوریزی آربسکولار (Arbuscular Mycorrhiza Fungi) و پلیمر رزین اکریلیک (Acrylic Resin Polymer) می‌باشد. در این تحقیق نهال های قره داغ (*Nitraria schoberi*) از تیرهٔ Zygophyllaceae در عرصه کشت شدند. چاله‌های کشت با ابعاد ۵۰ سانتیمتر عمق و ۵۰ سانتیمتر قطر توسط مته حفر شد. سطوح استفاده از اصلاح کننده‌ها براساس نظر کارشناسان، ارائه دهنده‌گان محصول و بررسی منابع علمی انتخاب شد. بیوچار در چهار سطح شامل سطح ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ گرم در هر چالهٔ کشت استفاده شد، میکوریز در چهار سطح شامل سطح ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم در هر چاله استفاده شد و پلیمر در چهار سطح شامل سطح ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در هر چاله استفاده شد.



شکل ۱. موقعیت محدودهٔ مورد مطالعه



شکل۲. نمایی از منطقهٔ مورد مطالعه

تعداد تکرار برای هر تیمار ۱۰ در نظر گرفته شد. برای ا ستفادهٔ بیوچار، حدود ۱۰ کیلوگرم از خاک محل کا شت نهال‌ها در یک ظرف ریخته شده و با بیوچار مخلوط شده و در چاله‌های حفر شـده برای کشـت نهال‌ها ریخته شـد. میکوریز مستقیماً در زیر نهال‌های مورد نظر ا ستفاده شد و در تماس با ریشـه قرار گرفت. با توجه به اینکه پلیمر به صورت مایع بود بعد از ک شت نهال‌ها در اطراف یقهٔ آن‌ها ریخته شـد. در نهالسـتان نهال‌های تقریباً یکسـانی از نظر ارتفاع، تاج پو شش و شادابی انتخاب شد. همهٔ نهال‌ها در یک روز (اول آبان ۱۳۹۷) کشت شدند. محل اجرای طرح و مناطق اطراف آن به مدت یک سـال قرق شـد و تعداد دفعات آبیاری و میزان آب مورد استفاده برای همهٔ نهال‌ها به صـورت یکسـان (۳۰ لیتر برای هر نهال در هر دفعه آبیاری) در نظر گرفته شد. بعد از گذ شت یک سال تعداد نهال‌های زنده مانده برای هر تیمار شمارش شد و در صد اسـتقرار نهال‌ها برای هر اصـلاح کننده و سـطوح مربوطه محاسـبه گردید. اثر سـطوح مختلف اصـلاح کننده‌ها بر ا ستقرار نهال‌ها در قالب طرح کاملاً ت صادفی مورد مطالعه قرار گرفت. از تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) برای بررسـی اثر اصـلاح کننده‌ها اسـتفاده شـد. برای مقایسـهٔ میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

برآورد اقتصـادی در این تحقیق براسـاس هزینه-فایده محاسبه گردید و برای تمام سطوح اصلاح کننده‌ها به طور جداگانه محاسبه شد. طرح نهال کاری بیابان نظرآباد کرج در سال ۱۳۹۵ توسط ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری ا ستان البرز شروع شده ا ست و به عنوان طرح شاخص جهت محاسبهٔ هزینهٔ نهال کاری در واحد سطح (هکتار) و هزینه به ازای هر پایه نهال (۲۸۰ پایه در هکتار) در نظر گرفته شـد (تحقیق حاضـر در بخشـی از این طرح انجام شـده اسـت). هزینه‌های مازاد جهت اسـتفاده از اصـلاح کننده‌ها شـامل الف) هزینهٔ خرید اصـلاح کننده ها برای نهال‌ها و ب) هزینهٔ ا ضافهٔ نیروی انسانی جهت ا ستفاده از ا صلاح کننده در عر صه می‌با شد و فایده‌های ا ستفاده از ا صلاح کننده‌ها شامل الف) کاهش تعداد آبیاری (یک بار آبیاری کاهش داده شد) و ب) افزایش درصد استقرار نهال توسـط تیمارهای اصـلاح کننده‌ها نسـبت به تیمار شـاهد

می‌باشد. هزینهٔ نهال کاری در این تحقیق براساس هزینه‌های نهال کاری بیابان سال ۱۳۹۷ محاسبه شد (جدول ۱). با تشکیل جدول هزینه-فایده، مقدار هزینهٔ نهایی برای هر تیمار در واحد سطح (هکتار) و میزان افزایش هزینه به ازای هر نهال مشخص شد و نهایتاً همهٔ هزینه‌های ریالی به درصد تبدیل شد و کم هزینه‌ترین تیمارها مشخص شدند.

جدول ۱. هزینهٔ طرح نهال‌کاری سال ۱۳۹۷ در نظرآباد کرج

ردیف	عملیات	تعداد	هزینه خالص*	۲٪ ضریب منطقه ای	۳۰٪ ضریب بالاسری	۴٪ تجهیز کارگاهی	هزینه ناخالص (نهایی)
۱	خرید نهال	۲۸۰	۴۳۱۲	۸۶/۲۴	۱۲۹۳/۶	۱۷۲/۴۸	۵۸۶۴/۳۲
۲	حفر چاله	۲۸۰	۴۵۰۸	۹۰/۱۶	۱۳۵۲/۴	۱۸۰/۳۲	۶۱۳۰/۸۸
۳	حمل (ماشین، کارگر)	۲۸۰	۷۶۲/۱۶	۱۵/۲۴	۲۲۸/۶۵	۳۰/۴۹	۱۰۳۶/۵۴
۴	کاشت	۲۸۰	۱۲۳۰۸/۸	۲۴۶/۱۸	۳۶۹۲/۶۴	۴۹۲/۳۵	۱۶۷۳۹/۹۷
۵	آب(خرید،حمل،آبیاری)	۶ بار	۳۷۶۸۶/۸۸	۷۵۳/۷۴	۱۱۳۰۶/۰۶	۱۵۰۷/۴۸	۵۱۲۵۴/۱۶
	هزینهٔ یک هکتار نهال کاری		۵۹۵۷۷/۸۴				۸۱۰۲۵/۸۶
	هزینهٔ کشت یک اصله نهال		۲۱۲/۷۸				۲۸۹/۳۸

*قیمت‌ها به هزار ریال می‌باشد.

۳. نتایج

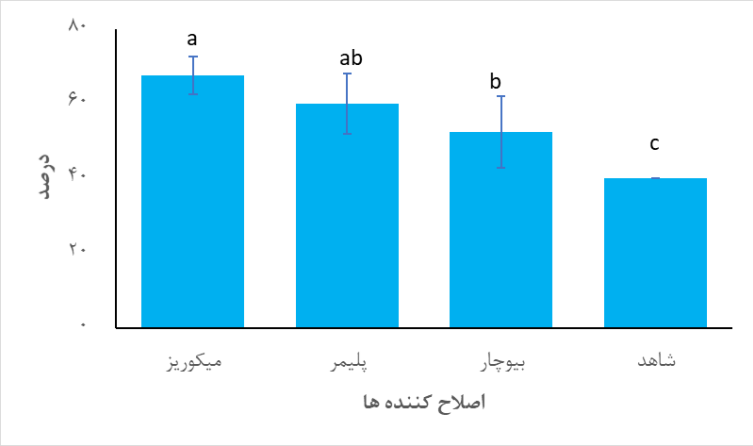
آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که تفاوت معنی‌داری (در سطح ۱ ٪) بین اصلاح کننده‌ها از نظر تأثیر بر استقرار نهال وجود دارد (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین چند دامنه‌ای دانکن بین تیمارها نشان داد که اصلاح کنندهٔ میکوریز دارای بیشترین درصد استقرار می‌باشد (شکل ۳). تیمارهای شاهد و بیوچار۲۰۰۰ گرم دارای کمترین میزان استقرار (۴۰ ٪) هستند و تیمارهای میکوریز ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم و پلیمر۵۰ گرم دارای بیشترین مقدار استقرار (۷۰ ٪) می‌باشند (شکل ۴).

هزینه-فایدهٔ محاسبه شده بر اساس هزینه‌های سال ۱۳۹۷برای تیمار های مختلف بیو چار، میکوریز و پلیمر رزین اکریلیک (جدول ۳) برای نهال‌های قره‌داغ نشان داد که تیمار های بیو چار ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم دارای توجیه اقتصادی بوده و تیمار بیوچار ۲۰۰۰ گرم دارای توجیه اقتصادی نیست (شکل ۵). همچنین همهٔ تیمارهای میکوریز و پلیمر رزین اکریلیک دارای توجیه اقتصادی هستند (شکل ۵، شکل ۷). تیمار بیوچار ۲۰۰۰ گرم هزینهٔ نهال کاری را شدیداً افزایش می‌دهد همچنین تیمارهای بیوچار ۱۰۰۰ گرم، پلیمر ۲۰۰ گرم و میکوریز ۴۰۰ گرم، درصد هزینهٔ نهال‌کاری را به طور قابل توجه افزایش می‌دهند.

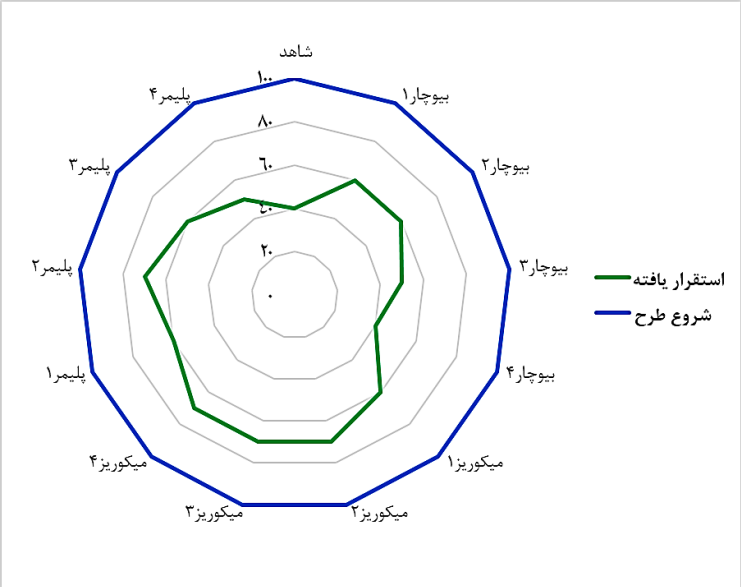
جدول ۲. تجزیهٔ واریانس تأثیر اصلاح کننده‌ها بر استقرار نهال‌های قره داغ

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
بین گروه‌ها	۳	۱۴۱۰/۰	۴۷۰/۰	۹/۴**
داخل گروه‌ها	۱۱	۵۵۰/۰	۵۰/۰	
مجموع	۱۴	۱۹۶۰/۰		

** معنی‌داری در سطح ۱٪ * معنی‌داری در سطح ۵٪ ns عدم معنی‌داری



شکل ۳. مقایسهٔ میانگین تأثیر اصلاح کننده‌ها بر استقرار نهال‌ها



شکل ۴. درصد استقرار نهال‌های سطوح مختلف (تیمارها) اصلاح کننده‌ها

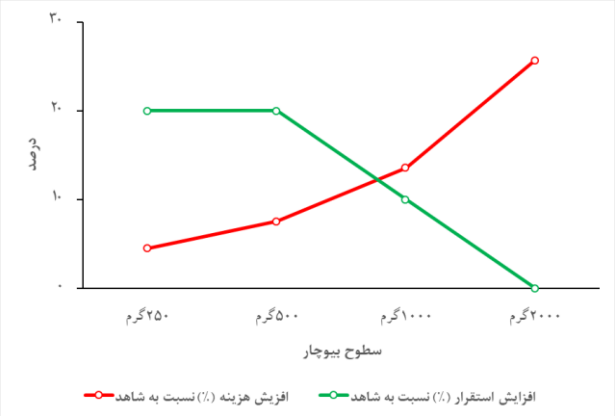
جدول ۳. هزینه-فایده استفاده از اصلاح کننده‌ها نسبت به شاهد برای نهال‌کاری قره داغ، سال ۱۳۹۷

ردیف	هزینه-فایده	فعالیت	قیمت واحد*	بیوچار۱	بیوچار۲	بیوچار۳	بیوچار۴
۱	هزینه (+)	خرید اصلاح کننده (بیوچار)	۳۵	۲۴۵۰	۴۹۰۰	۹۸۰۰	۱۹۶۰۰
۲	هزینه (+)	نیروی انسانی برای مخلوط کردن بیوچار با خاک	۶۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰
۳	فایده (-)	کاهش مصرف آب (یک دوره کاهش)	-۰/۰۶	-۶۱۰۱/۶۹	-۶۱۰۱/۶۹	-۶۱۰۱/۶۹	-۶۱۰۱/۶۹
۴	فایده (-)	درصد افزایش استقرار نهال‌ها نسبت به شاهد	-	-۱۶۲۰۵/۱۷	-۱۶۲۰۵/۱۷	-۸۱۰۲/۵۹	۰
		هزینه-فایده هر تیمار در هکتار		-۱۸۶۵۶/۸۶	-۱۶۲۰۶/۸۶	-۳۲۰۴/۲۷	۱۴۶۹۸/۳۱
		افزایش هزینه به ازای هر نهال		۱۳/۰۳۵	۲۱/۷۸۵	۳۹/۲۸۵	۷۴/۲۸۵

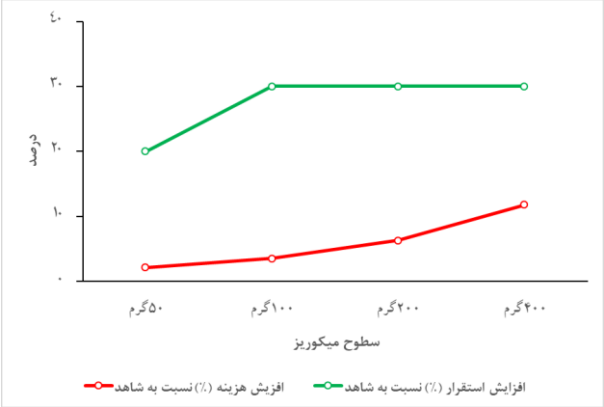
ادامه جدول ۳.

ردیف	هزینه-فایده	فعالیت	قیمت واحد	میکوریز۱	میکوریز۲	میکوریز۳	میکوریز۴
۱	هزینه(+)	خرید اصلاح کننده (میکوریز)	۸۰	۱۱۲۰	۲۲۴۰	۴۴۸۰	۸۹۶۰
۲	هزینه(+)	نیروی انسانی برای ریختن میکوریز در چاله	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰
۳	فایده (-)	کاهش مصرف آب (یک دوره کاهش)	-۰/۰۶	-۶۱۰۱/۶۹	-۶۱۰۱/۶۹	-۶۱۰۱/۶۹	-۶۱۰۱/۶۹
۴	فایده (-)	درصد افزایش استقرار نهال ها نسبت به شاهد	۰	-۱۶۲۰۵/۱۷	-۲۴۳۰۷/۷۶	-۲۴۳۰۷/۷۶	-۲۴۳۰۷/۷۶
		هزینه-فایده هر تیمار در هکتار		-۲۰۵۸۶/۸۶	-۲۷۵۶۹/۴۴	-۲۵۳۲۹/۴۴	-۲۰۸۴۹/۴۴
		افزایش هزینه به ازای هر نهال		۶/۱۴۲	۱۰/۱۴۲	۱۸/۱۴۲	۳۴/۱۴۲
ردیف	هزینه-فایده	فعالیت	قیمت واحد	پلیمر۱	پلیمر۲	پلیمر۳	پلیمر۴
۱	هزینه (+)	خرید اصلاح کننده (پلیمر)	۸۰	۱۱۲۰	۲۲۴۰	۴۴۸۰	۸۹۶۰
۲	هزینه (+)	نیروی انسانی برای ریختن پلیمر در چاله	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰
۳	فایده (-)	کاهش مصرف آب (یک دوره کاهش)	-۰/۰۶	-۶۱۰۱/۶۹	-۶۱۰۱/۶۹	-۶۱۰۱/۶۹	-۶۱۰۱/۶۹
۴	فایده (-)	درصد افزایش استقرار نهال ها نسبت به شاهد	۰	-۲۴۳۰۷/۷۶	-۱۶۲۰۵/۱۷	-۱۶۲۰۵/۱۷	-۸۱۰۲/۵۹
		هزینه-فایده هر تیمار در هکتار		-۲۰۸۶۶/۸۶	-۲۸۱۲۹/۴۴	-۱۸۳۴۶/۸۶	-۶۸۸۴/۲۷
		افزایش هزینه به ازای هر نهال		۵/۱۴۲	۸/۱۴۲	۱۴/۱۴۲	۲۶/۱۴۲

* قیمت‌ها به هزار ریال می‌باشد. (+) هزینه‌ها، (-) صرفه جویی در هزینه (فایده)



شکل ۵. درصد افزایش هزینه و استقرار نهال‌ها، بیوچار نسبت به شاهد



شکل ۶. درصد افزایش هزینه و استقرار نهال‌ها، میکوریز نسبت به شاهد

شکل ۱۰. درصد افزایش هزینه و استقرار نهال‌ها، پلیمر نسبت به شاهد

۴. بحث و نتیجه‌گیری

اصلاح کننده‌های مورد استفاده در این تحقیق تأثیرات متفاوتی بر استقرار نهال‌های قره داغ گذاشتند. به‌طوری که قارچ های میکوریزی آربسکولار در همهٔ سطوح بیشترین تأثیر را بر افزایش استقرار نهال‌ها داشت میکوریز موجب افزایش ازت، کربن و مادهٔ آلی خاک شده و رشد گیاهان را بهبود می‌بخشد [۳، ۲۴]. تلقیح گیاه با قارچ میکوریز سبب افزایش مقاومت به خشکی در گیاه می‌گردد [۲] میکوریز با استفاده از گسترش ریشه‌های خارجی و تغییر مورفولوژی ریشهٔ گیاهان و افزایش سطح جذب ریشه باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود [۱۳، ۱۶]، همچنین میکوریز باعث افزایش بیومایس و سطح برگ گیاه می‌شود [۴]. میکوریز از طریق افزایش جذب فسفر و پتاسیم اثرات منفی سدیم و شوری را کاهش داده و میزان رشد و عمکلرد بوته را بهبود می‌دهد [۱۷]. در این تحقیق تیمارهای میکوریز ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰گرم، در صد ا ستقرار را به طور یکسان افزایش دادند ولی هزینهٔ میکوریز ۱۰۰ گرم کمتر از بقیه می باشد بنابراین از نظر اقتصادی میکوریز ۲ (۱۰۰ گرم برای هر نهال) بهینه‌ترین تیمار در بین تیمارهای میکوریز می‌باشد.

همچنین بیوچار معدنی در سه سطح بر افزایش استقرار نهال‌ها تأثیرگذار بود. استفاده از بیوچار تا حدی تحمل به تنش خشکی را افزایش می‌دهد [۲۱] بیوچار منجر به افزایش رشد گیاه می‌شود [۱۰]. استفاده از بیوچار موجب افزایش سطح برگ گیاه می شود [۲۶]. در این تحقیق تیمارهای بیوچار ۲۵۰ و ۵۰۰ گرم، درصد استقرار را به طور یکسان افزایش دادند ولی هزینهٔ بیوچار ۲۵۰ گرم کمتر می‌باشد بنابراین از نظر اقتصادی بیوچار ۱ (۲۵۰ گرم برای هر نهال) بهینه‌ترین تیمار در بین تیمارهای بیوچار می‌باشد.

تیمارهای پلیمر رزین اکریلیک در همه سطوح موجب افزایش میزان استقرار نهال‌ها شد، کاربرد سوپرجاذب به صورت معنی‌داری میزان تولید را در گونه های درختی افزایش می‌دهد و کاربرد سوپر جاذب را در پروژه های نهال‌کاری و همچنین در نهالستان توصیه می‌شود [۱۱]. تیمار فرا جاذب هربوزورب ۰/۵ درصد و آکوازورب ۰/۵ درصد بهینه‌ترین تیمار از نظر درصد استقرار و هزینه در نهال‌کاری آتریپلکس، تاغ و قره‌داغ می‌باشد [۱۲]. استفاده از پلیمرها در زمان کشت نهال‌ها، موجب زنده مانی و استقرار بهتر نهال‌های تاغ و قره‌داغ می‌شود [۷]. پلیمر سوپرجاذب اثر مثبتی در حفظ زنده‌مانی نهال‌های کاج، آتریپلکس و زیتون داشته و میزان و تعداد دورهٔ آبیاری

مصـــرف آب را کاهش می‌دهد [۱۹]. پلیمر ضـــمن کاهش دادن وزن مخصـــوص ظاهری خاک موجب افزایش رطوبت خاک شـــده و از این طریق به رشـــد گیاهان کمک می‌کند [۲۸، ۹، ۵، ۱۴]. در این تحقیق تیمارهای پلیمر ۵۰ و ۱۰۰ گرم، در صد ا ستقرار را یکسان افزایش می‌دهند ولی هزینهٔ پلیمر ۵۰ گرم کمتر بوده و درصـــد اســـتقرار آن بیشـــتر می‌باشد بنابراین از نظر اقتصادی پلیمر ۲ (۵۰ گرم برای هر نهال) بهینه‌ترین تیمار در بین تیمارهای پلیمر می‌باشد.

در این تحقیق هر تیماری که استقرار نهال‌ها را حداقل ۱۰ درصـــد افزایش داد توجیه اقتصـــادی داشـــت یعنی فایده‌های آن تیمار بیشـــتر از هزینه‌های آن برآورد شـــد. باید درنظر داشت که در این تحقیق فقط فایده‌هایی که از نظر اقتصادی بازگشت مستقیم سرمایه یا صرفه جویی مالی مستقیم داشت، در نظر گرفته شد و واضح است که نهال‌کاری دارای فواید دیگری هم از نظر محیط زیســـتی می‌باشـــد که با درنظر گرفتن آن‌ها مطمئناً ارزش نهال‌ها بسیار بیشتر از نتایج حاصله خواهد شد. افزایش سطح استفاده از میکوریز اثرات منفی بر استقرار نهال‌ها نداشت. با افزایش ســـطح اســـتفاده از این اصـــلاح کننده، درصـــد استقرار نهال‌ها بیشتر افزایش یافت. ولی با افزایش سطح استفاده از پلیمر و بیوچار اثرات منفی آن‌ها نمایان شد و اســـتقرار نهال‌ها کاهش یافت به عبارت دیگر پلیمر و بیوچار دارای آستانهٔ مصرف می‌باشد به طوری که استفادهٔ بیش از آستانهٔ مصرف، اثر منفی بر استقرار نهال‌ها داشت.

References

[1] Abdel-Salam, E., Alatar, A. and El-Sheikh, M. A. (2018). Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi alleviates harmful effects of drought stress on damask Rose. Saudi Journal of Biological Sciences, 25(8), 1772-1780.

[2] Bagheri, V., Shamshiri, M. H., Alaei H. and Salehi, H. (2019). Effect of Three Species of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and Nutrients Uptake in Zinnia Plant under Drought Stress Conditions. Plant Productions (Scientific Journal of Agriculture), 41(4), 83-96.

[3] Bencherif, K., Boutekrabt, A., Fontaine, J., Laruelle, F., Dalpe, Y. and Sahraoui, A.L. (2015). Impact of soil salinity on arbuscular mycorrhizal fungi biodiversity and microflora biomass associated with *Tamarix articulate Vahll* rhizosphere in arid and semi-arid Algerian areas. Science of the Total Environment, 533, 488-494.

[4] Birhane, E., Sterck, F. J., Fetene, M., Bongers, F. and Kuyper, T. W. (2012). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance photosynthesis, water use efficiency, and growth of frankincense seedlings under pulsed water availability conditions. Oecologia, 169(4), 895-904.

[5] Cao, Y., Wang, B., Guo, H., Xiao, H. and Wei, T. (2017). The effect of super absorbent polymers on soil and water conservation on the terraces of the loess plateau. Ecological Engineering, 102, 270–279.

[6] Daftare fani mohandesi. (2005). Report of Country Vegetation Map Preparation Project. Forests, Range and Watershed Management Organization, 129 pages.

[7] Eskandari, Z., Ghayour, F. and Sherbaf, A. H. (2012). Investigating two kind of polymer absorbent in increasing the water use efficiency in rehabilitation projects. Watershed Engineering and Management, 4(3), 152-160.

[8] Evonik Industries. (2019). https://www.break-thru.com/product/break-thru/en/products/stockosorb/

[9] Guan, H.L., Yong, D.L., Fan, M.X., Yu, X.L., Wang, Z., Liu, J.J. and Li, J.B. (2018). Sodium humate modified superabsorbent resin with higher salt-tolerating and moisture-resisting capacities. Applied Polymer Science, 135(48), 46892.

[10] Gunes, A., Inal, A., Taskin, M.B., Sahin, O., Kaya, E.C. and Atakol, A. (2014). Effect of phosphorus enriched biochar and poultry manure on growth and mineral composition of lettuce (*Lactuca sativa L.*) grown in alkaline soil. Soil Use Management, 30, 182-188.

[11] Huettermann, A., Zommorodi, M. and Reise, K. (1999). Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of Pinus halepensis seedlings subjected to drought. Soil and Tillage Research, 50(3), 295-304.

[12] Jafari, M., Tavili, a., Esmaeilpour, Y., Azarnivand, H., Zare-chahooki, M. and Asghari, H. (2015). Investigating the Effect of Utilizing Water-Absorbing Polymer on Seedlings of Desert Areas in Terms of Establishment and Cost (Case Study: Semnan Province), Range and Watershed Management Research, ٦٨(٤), ٧٢٥-٧٣٨.

[13] James, B., Rodel, D., Lorettu, U., Reynaldo, E. and Tariq, H. (2008). Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) fungi inoculation on coppicing ability and drought resistance of *Senna Spectabilis*. Pakistan Journal of Botany, 40(5), 2217-2224.

[14] Kamali, P., Heshmati, G., Sepehri, A. and Ahmadi, S. (2017). Effects of acrylic resin containing clay nanoparticles and dry farmed wheat mulch on the establishment of Nitraria schoberi L. within curved micro catchment ponds (Case Study: international project of carbon sequestration, North Khorasan Province). Rangeland, 11(2), 246-257.

[15] Kim, H.S., Kim, K.R., Yang, J.E., Ok, Y.S., Owens, G., Nehls, T., Wessolek, G. and Kim, K.H. (2016). Effect of biochar on reclaimed tidal land soil properties and maize (*Zea mays L.*) response. Chemosphere, 142, 153-159.

[16] Kumar, V., Kumar, M., Sharma, S. and Prasad, R. (2017). Probiotics and plant health (Chapter 14). (pp. 337-352). Noida, India: Springer.

[17] Mohammadi Sardoueiyeh, S., Boroomand, N. and Moghbeli, E. (2018). Effect of different mycorrhizal species inoculation on concentration of nutrient elements, yield per plant and antioxidant activity in Peppermint (*Mentha piperita*) under salt stress. Soil Management and Sustainable Production, 8(4): 127-142.

[18] Pagano, M. C. and Dhar, P. P. (2014). Mycorrhizas associated with forests under climate change. In S. Lac, and M. Lucas-Borja (Eds.), Climate change and forest ecosystems (pp. 291-316). New York: Nova Science.

[19] Pourmaydany, A. and Khakdaman, H. (2004). Effects of Using Aquasorb Polymer on Irrigation of *Pinus Eldarica*, *Olea Europea* And *Atriplex Canescens*, Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 13(1), 79-92.

[20] Robiul-Islam, M., Shahidul-Alam, A.M., Egrinya Eneji, A., Ren, C., Song, W. and Hu, Y. (2011). Evaluation of a water-saving superabsorbent polymer for forage oat (*Avena sativa L.*) production in arid regions of northern China. Food, Agriculture & Environment, 9, 514-518.

[21] Safari, S., Nazari, F. and Vafaee, Y. (2019). Effect of drought stress and rice husk biochar on growth and development of perennial ryegrass cv. 'Barball' (Lolium perenne L. cv. 'Barball'). 11th Confference of Iran Horticultural Science, Urmia, 26-28 August.

[22] Seran, T. H., Srikrishnah, S., and Ahamed, M.M.Z. (2010). Effect of different levels of inorganic fertilizers and compost as basal application on the growth and yield of onion (*Allium cepa L.*). Agricultural Sciences, 5(2), 64-70.

[23] Shooshtarian, S., Abedi-Kupai, J. and Tehranifar, A. (2012). Evaluation of Application of superabsorbent Polymers in Green Space of Arid and semi-Arid regions with emphasis on Iran. International Journal of Forest, Soil and Erosion (IJFSE) 2, 24-36.

[24] Smith, S. and Read, D. (2008). Mycorrhizal Symbiosis, 3rd Edition. Academic Press, 800 pages. Hardcover ISBN: 9780123705266.

[25] Soil Science Society of America (SSSA). (2008). Glossary of Soil Science Terms. 88 pages, ISBN: 978-0-89118-851-3.

[26] Suppadit, T., Phumkokrak, N. and Poungsuk, P. (2012). The effect of using quail litter biochar on soybean (Glycine max L. Merr.) production. Chilean Journal of Agricultural Research, 72, 244-251.

[27] Tarin, M. W. K., Fan, L., Tayyab, M., Sarfraz, R., Chen, L., He, T. and Zheng, Y. (2018). Effects of bamboo biochar amendment on the growth and physiological characteristics of *Fokienia hodginsii*. Applied Ecology and Environmental Research, 16, 8055-8074.

[28] Xianglin, Y., Zhe, W., Jiajun, L., Hua, M., Yong, D. and Li J. (2019). Preparation, swelling behaviors and fertilizer-release properties of sodium humate modified superabsorbent resin. Materials Today Communications, 19, 124-130.

[29] Zhao, H. L., He, Y. H., Zhou, R. L., Su, Y. Z., Li, Y. Q., & Drake, S. (2009). Effects of desertification on soil organic C and N content in sandy farmland and grassland of Inner Mongolia. Catena, 77(3), 187-191.