

# بررسی کارآیی دو نوع پلیمر جاذب رطوبت در افزایش بهره‌وری آب در پروژه‌های بیابان‌زدایی

ذبیح‌الله اسکندری<sup>۱</sup>، مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

فتح‌الله غیور، مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

امیرحسین شعرباف، کارشناس ارشد، اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۰۶

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۶/۲۰

## چکیده

بحران و کمبود آب در مناطق خشک خصوصا در ایران، برای توسعه کشاورزی و همچنین به‌منظور گسترش پوشش گیاهی در طرح‌های بیابان‌زدایی به‌عنوان عامل مهم محدود کننده محسوب می‌شود. دستیابی به راهکارهایی که بتواند بهره‌وری آب را افزایش داده و هزینه‌ها را کاهش دهد، هدف بسیاری از پژوهش‌ها، از جمله این پژوهش می‌باشد. این پژوهش در بخشی از عرصه بیابانی تحت تأثیر فرسایش بادی واقع در شهرستان آران و بیدگل انجام شد. در این عرصه، دو گونه گیاه تاغ و قره‌داغ کشت شد و خاک محیط ریشه با استفاده از دو نوع ماده پلیمری جاذب رطوبت به نام‌های Aquasorb و TC به میزان پنج گرم در لیتر مخلوط شد. در این پژوهش، تیمار شاهد (بدون پلیمر) هر ۱۴ روز یک‌بار و بقیه تیمارها با اعمال پلیمر به فاصله‌های ۱۴، ۲۱، ۲۸، ۳۵ و ۴۲ روز آبیاری شد. در دو سال اول، درصد رطوبت محیط ریشه اندازه‌گیری و در سال سوم نیز زنده‌مانی نهال‌ها شمارش و داده‌برداری شد. بررسی نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری بین درصد رطوبت حجمی خاک تیمار شاهد با سایر تیمارهای دور آبیاری در سطح پنج درصد وجود دارد. بررسی تأثیر آبیاری بر روی درصد رطوبت حجمی خاک تیمارهای پلیمردار نشان داد، دور آبیاری ۲۱ روز در فاکتور رطوبت حجمی خاک بیشترین اختلاف معنی‌دار را با شاهد دارد، درحالی‌که اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آبیاری ۲۸ تا ۴۲ روز با کاربرد پلیمر وجود ندارد. به‌عنوان مثال، با به‌کارگیری پلیمر، اختلاف معنی‌داری بین فواصل آبیاری ۲۸ با ۳۵ و همچنین ۳۵ با ۴۲ روز در فاکتور رطوبت حجمی خاک به وجود نیامد. در همین ارتباط، بررسی نهال‌های مستقر شده (زنده‌مانی) بعد از سه سال از زمان کشت نشان داد که با اعمال پلیمر در زمان کشت نهال‌ها، امکان استقرار مطلوب نهال‌ها وجود دارد. به‌عبارت‌دیگر، می‌توان نتیجه گرفت پلیمرهای مورد استفاده به‌خوبی تنش رطوبتی ناشی از افزایش طول دور آبیاری را جبران کردند و باعث زنده‌مانی و استقرار بهتر نهال‌ها شدند. بنابراین، می‌توان مطرح نمود استفاده از پلیمرهای Aquasorb و TC در بالا بردن بهره‌وری آب در پروژه‌های بیابان‌زدایی در شرایط این پژوهش موفقیت‌آمیز بوده است، به‌طوری‌که هزینه‌های آبیاری را بین ۵۰ تا ۷۵ درصد کاهش داده است.

واژه‌های کلیدی: آران و بیدگل، بهره‌وری آب، تاغ و قره‌داغ، Aquasorb، TC

## مقدمه

کمبود آب در ایران یکی از عوامل محدود کننده اصلی توسعه فعالیت‌های اقتصادی در دهه‌های آینده به شمار می‌رود. ظفرنژاد (۱۳۷۵) نشان داد حدود ۹۲ درصد از آب استحصال‌شده سالانه ایران در بخش کشاورزی برای آبیاری زمین‌های زراعی و باغی مصرف می‌شود. به‌دلیل میزان گستردگی اراضی خشک و کم آب در ایران و به‌خصوص در استان اصفهان و همچنین ضرورت توسعه پوشش گیاهی و نهال‌کاری در پروژه‌های بیابان‌زدایی، دستیابی به روش‌هایی که بتواند از تلفات آب در محیط ریشه جلوگیری نموده و آب قابل دسترس گیاه را افزایش دهد، به‌طوری‌که بتوان از حداقل آب موجود حداکثر جذب و رشد را برای گیاه به وجود آورد، بسیار مفید و کارآمد خواهد بود. هر سال از طریق

<sup>۱</sup> نویسنده مسئول: eskandarizabi01@gmail.com

بخش‌های اجرایی و خصوصی مبادرت به کشت درختان مختلف در استان می‌شود و یا در بحث بیابان‌زدایی به‌وسیله ادارات منابع طبیعی با کشت بوته و درختچه‌های سازگار با مناطق بیابانی به‌عنوان موثرترین راه مقابله با کویر، اقدام به مبارزه بیولوژیک با گسترش بیابان‌ها می‌شود (ظفرنژاد، ۱۳۷۵). به‌دلیل کمبود نزولات آسمانی و همچنین توزیع نامناسب آن، نگهداری نهال‌ها در سال‌های اولیه هزینه‌های گزافی را به‌دنبال داشته و در صورت کمبود امکانات منجر به خشک شدن نهال‌ها می‌شود. لذا، دستیابی به روش‌هایی که بتوان با حداقل آب و کمترین هزینه‌های ممکن در مناطق خشک درخت‌کاری کرده و ایجاد فضای سبز نمود و شرایط زیست‌محیطی را بهبود داد، بسیار حائز اهمیت است.

استفاده از مواد جاذب رطوبت منجر به بهتر شدن ماندگاری آب در خاک شنی، جابه‌جایی، توزیع اندازه حفرات و کاهش تبخیر آب می‌شود که این عامل به‌طور قابل ملاحظه‌ای میزان آب در دسترس گیاه را افزایش می‌دهد (گنجی خرم‌دل، ۱۳۷۸). بنابراین، مواد جاذب رطوبت می‌توانند با کاهش تعداد دفعات آبیاری باعث کاهش هزینه‌ها و همچنین، با استفاده بهینه از آب، درصد موفقیت درخت‌کاری‌ها را بالا ببرند (ظفرنژاد، ۱۳۷۵). گنجی خرم‌دل (۱۳۷۸) معتقد است با افزایش پلیمر در خاک، ظرفیت نگه‌داشت آب و در نتیجه آب قابل دسترس گیاه افزایش می‌یابد. شهبازی و همکاران (۱۳۸۴) در منطقه هشترگرد تاثیر پلیمر اکریل آمید را بر فرسایش و رواناب خاک‌های شور-سدیمی بررسی نمودند و نشان دادند کلیه خاک‌های مورد مطالعه در شدت بارش ۳۰ میلی‌متر در ساعت، با ۲۰ کیلوگرم در هکتار و در شدت ۴۰ میلی‌متر در ساعت با ۳۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید بیشترین کاهش را در میزان رواناب داشته‌اند. اثر مالچ‌های نفتی بر روی جوانه‌زنی و استقرار بذر تاغ توسط رضایی (۱۳۸۸) بررسی شده و مشخص شد که کمترین میزان سبز شدن مربوط به تیمار مخلوط پلی‌لاتیس-شن و بیشترین تعداد سبز شدن مربوط به تیمار مالچ نفتی بود.

سید دراجی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند کاربرد ۰/۶ درصد وزنی پلیمر در شوری اولیه خاک شنی و لومی، میزان آب قابل استفاده گیاه را به‌ترتیب ۲/۲۰ و ۱/۲۰ برابر نسبت به شاهد افزایش می‌دهد. همچنین، نتایج حاکی از آن بود که مصرف پلیمر در خاک و مخصوصاً خاک‌های شنی می‌تواند با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و کاهش شوری خاک، باعث موفقیت برنامه‌های آبیاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک شود. اثر ماده پلیمری با پایه وینیل استات در میزان فرسایش بادی توسط موحدان و همکاران (۱۳۹۰) به‌صورت آزمایشگاهی در تونل باد ساخته شده، مورد بررسی قرار گرفت و نتایج با نمونه‌های تیمار شده با آب مقایسه شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد در شرایط باد با سرعت ۲۶ متر بر ساعت، اختلاف معنی‌داری بین میزان فرسایش بادی نمونه‌های خاک تیمار شده با ماده پلیمری و نمونه‌های تیمار شده با آب وجود داشته و افزودن ماده پلیمری پلی وینیل استات با میزان ۲۵ گرم در متر مربع، نسبت به نمونه‌های تیمار شده با آب، میزان فرسایش بادی را در نمونه‌های ماسه بادی به صفر رسانده و در خاک‌های با بافت متوسط و سنگین، حداقل ۹۰ درصد کاهش داده است.

طی پژوهشی، Sivapalan (۲۰۰۱) گزارش نمود تولید محصول در خاک‌های درشت بافت به‌دلیل کم بودن ظرفیت نگهداری آب به‌وسیله خاک و تلفات آب به عمق خاک محدودیت پیدا می‌کند که باعث کاهش راندمان مصرف آب و کود می‌شود، در صورتی‌که با استفاده از مواد جاذب رطوبت مشکل فوق برطرف می‌شود. طی پژوهشی، Peterson (۲۰۰۲) نشان داد که در مناطقی که زمان آبیاری برای گیاه محدود است، هیدروژل‌ها بیشترین اهمیت را در احیاء و آبادسازی دارند و آب قابل دسترس را برای اجتناب از خشک شدن بحرانی فراهم می‌کنند. Lu و همکاران (۲۰۰۶) میزان افزایش نمک در محلول پلیمر را بررسی نمودند، نتایج به‌دست آمده نشان داد با افزایش نمک در محلول پلیمر، مقدار جذب زیاد می‌شود و علت این امر کاهش نیروی دافعه الکتروستاتیک میان پلیمر آنیونی و ذرات خاک با بار منفی است. Sepaskhah و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند مقدار چهار کیلوگرم در هکتار پلیمر بر پایه اکریل آمید در شیب پنج درصد کمترین مقدار فرسایش خاک را موجب می‌شود و Kara و Tamsavas (۲۰۱۱) دریافتند که پلیمر اکریل آمید به‌طور معنی‌داری مقدار رواناب را کاهش و نرخ نفوذپذیری را نیز افزایش می‌دهد.

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت استفاده از پلیمرها باعث افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت، کاهش رواناب و افزایش نرخ نفوذپذیری می‌شود. در این ارتباط، هدف از این پژوهش، بررسی کارایی پلیمر جاذب رطوبت در افزایش بهره‌وری آب و دستیابی به راهکارهایی است که بتواند بهره‌وری آب را افزایش و هزینه‌ها را کاهش دهد، می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

**منطقه مورد پژوهش:** این پژوهش در بخشی از عرصه‌های وسیع بیابانی واقع در شمال شهرستان آران و بیدگل در استان اصفهان انجام شد. موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی به طول جغرافیایی ۵۰' و ۵۱' شرقی و عرض جغرافیایی ۳' و ۳۴" شمالی است که ارتفاع آن از سطح دریا ۸۹۰ متر و میزان تبخیر و تعرق آن ۲۶۲۶ میلی‌متر و متوسط بارش سالانه آن ۹۰ میلی‌متر است که عمدتاً در فصل زمستان می‌باشد. دمای مطلق حداکثر و حداقل آن به ترتیب ۴۸+ و ۱۲- درجه سانتی‌گراد در یک دوره ۲۰ ساله می‌باشد. اقلیم محدوده پژوهش از نوع گرم و خشک بیابانی است که فاقد پوشش گیاهی طبیعی بوده و شن‌های روان به ارتفاع حدود ۱۰ سانتی‌متر سطح منطقه را پوشانده است. منطقه مورد مطالعه در شیب جنوبی واقع شده و در حد فاصل دشت‌های دامنه‌ای قرار دارد. بنابراین، منطقه تحت تاثیر فرآیندهای بادرفتی از طرف بالادست و رطوبتی از طرف پایین‌دست قرار گرفته است.

قسمت بالادست منطقه مورد مطالعه، تأثیرپذیری بیشتری از فرآیندهای بادرفتی و تجمع ماسه بادی و گچ پودری دارد، درحالی‌که قسمت‌های پایین‌دست تأثیر بیشتری از آب‌های شور زیرزمینی دشت دارند. این فرآیندها در تاکسونومی این خاک‌ها نمود عینی داشته و موجب تشکیل خاک Typic Haplogypsis در بالادست و خاک Typic Gypsisolids در قسمت میانی و زیرین شده است. با این‌که خاک میانی و پایین تاکسونومی شباهت‌هایی دارند، ولی شوری زیاد خاک میانی از عمق ۵۰ سانتی‌متری شروع شده، درحالی‌که شوری خیلی زیاد خاک پایینی از سطح خاک شروع می‌شود. از آنجایی که توالی‌های متفاوت لایه‌های درشت بافت و ریز بافت همراه با شوری خیلی زیاد و گچ پودری در این خاک‌ها متفاوت است، لذا تصور می‌شود که تأثیر متفاوتی بر رویش و استقرار گیاهان بومی یا گیاهان استفاده شده برای جنگل‌کاری منطقه بگذارند. در خاک بالادست محدودیت شوری و تهویه خیلی کمتر بوده، لذا گیاهانی که به خاک‌های گچی مقاوم می‌باشند، در صورت وجود آب کافی می‌توانند در این خاک‌ها به راحتی رشد نمایند، ولی همان گیاهان در خاک‌های پایین‌دست باید با دو محدودیت یاد شده مقابله نمایند.

**روش پژوهش:** محدوده مورد پژوهش بخشی از بیابان‌های دارای سطوح دق مانند رسی است که تجمع گچ و شوری از محدودیت‌های اصلی خاک می‌باشد و افق سطحی خاک بر اثر حرکت ماسه‌های ناشی از طوفان‌های شن حالت ناپایداری داشته و فاقد ساختمان است. به همین منظور، با حفر گودال به قطر ۵۰ و عمق ۷۰ سانتی‌متر در سطح خاک، خاک آن برای کشت‌ها تعویض شد که این عمل در پروژه‌های بیابان‌زدایی هم معمول است. برای اصلاح خاک از خاک و ماسه‌هایی که فاقد گچ بوده و به صورت خاک تثبیت شده که در مناطق مجاور وجود دارد، استفاده شد. سپس، سنسورهای دستگاه اندازه‌گیری رطوبت حجمی TDR در ناحیه ریشه نهال‌ها نصب شد. برای دسترسی به سنسورها در هنگام اندازه‌گیری رطوبت خاک از لوله‌ای به قطر ۲۰ سانتی‌متر که در کنار نهال تعبیه شده بود، استفاده شد.

**تیمار گونه‌های گیاهی:** در این پژوهش از نهال‌های گلدانی تاغ و قره‌داغ که متناسب با شرایط اقلیمی و ویژگی‌های اکولوژیکی منطقه بود، استفاده شد. این دو گونه به لحاظ آناتومی گیاهی با هم متفاوت هستند. تاغ برخلاف قره‌داغ دارای ریشه قائم اصلی است که به سمت عمق خاک نفوذ کرده و تاج پوشش نهال‌های یک تا سه‌ساله که جوانه انتهایی آن‌ها قطع نشده به صورت استوانه‌ای شکل است. ریشه‌های قره‌داغ ریشه‌های فرعی بوده که به نسبت تاغ، عمقی نبوده و تا ۸۰ سانتی‌متری خاک نفوذ می‌کنند و از منابع آبی سطحی پروفیل خاک بهره می‌برند. تاج پوشش این گونه هم به صورت جست‌هایی است که بر روی زمین و از محل یقه گیاه گسترده می‌شوند.

**تیمار مواد پلیمری جاذب رطوبت:** در انتخاب نوع پلیمر جاذب رطوبت از نتایج پژوهش‌های قبلی استفاده شده و از بین تعداد زیادی پلیمر جاذب رطوبت ارزیابی‌هایی صورت گرفت و کارآیی دو پلیمر استفاده شده در این پژوهش از نظر حفظ و نگهداری بهتر رطوبت خاک در شرایط آزمایشگاهی تعیین شد. دو پلیمر Aquasorb و TC از جمله پلیمرهای مناسب تشخیص داده شدند که به میزان پنج گرم در هر لیتر خاک انتخاب و مورد استفاده قرار گرفت. به منظور پراکندگی یکنواخت ذرات پلیمر با خاک مورد استفاده در چاله نهال‌ها، در ابتدا پلیمر با خاک مخلوط شد. با توجه به

این که لازم بود تا ریشه نهال‌های کشت شده به سمت عمق خاک برای استقرار بهتر و استفاده بیشتر از رطوبت حرکت کند، پلیمر مخلوط شده با خاک با استفاده از قالب‌هایی دقیقاً در زیر نهال و در عمق ۴۰ تا ۷۰ سانتی‌متری تعبیه شد. تیمار آبیاری: در این بررسی میزان آب مورد نیاز هر نوبت آبیاری براساس ابعاد گودال‌ها که نهال‌ها در آن کشت می‌شود، تعیین شد که حدود ۴۰ لیتر بود. با توجه به هدف این پژوهش که افزایش بهره‌وری آب آبیاری در نهال‌کاری مناطق بیابانی بود، فاصله‌های آبیاری با فواصل هفت روز و تیمارهای ۱۴، ۲۱، ۲۸، ۳۵ و ۴۲ روز آبیاری شد و در هشت ماه زمان آبیاری (فروردین لغایت آبان ماه) به اجرا در آمد. نهال‌هایی که تیمار آبیاری ۲۸ روز را تجربه کردند، هشت نوبت آبیاری و تیمار آبی ۴۲ روز، پنج مرتبه و تیمار شاهد با توجه به روالی که هم اکنون در پروژه‌های بیابان‌زدایی معمول است، به فاصله ۱۴ روز یک‌بار آبیاری شد. در زمان کاشت نهال در تیمار شاهد از مواد جاذب رطوبت استفاده نشد تا امکان مقایسه آماری بین این حالت با فرضیات متفاوت کاربرد پلیمر امکان‌پذیر شود. به‌طور کلی، در تیمار آبیاری مقدار آب آبیاری یکنواخت و ثابت بود و علت این کار عدم تاثیر تیمارهای مقدار آب آبیاری نسبت به تیمارهای فواصل آبیاری است که در کاهش هزینه‌ها می‌تواند موثر باشد. به‌عبارت‌دیگر، توانایی پلیمرها در افزایش بهره‌وری منابع آب که در اختیار ریزوسفر (محدوده سیستم ریشه گیاه) می‌باشد، در حالت افزایش فواصل آبیاری، مورد سنجش این تیمار قرار گرفت. به‌منظور آبیاری از تانکرهای سه متر مکعبی و تراکتور که مقدار آب هر نوبت آبیاری به‌وسیله یک نفر (راننده تراکتور) با استفاده از یک اهرم کنترل در سطح چاله ریخته می‌شد، استفاده شد.

**تکنیک‌های سنجش متغیر وابسته:** برای سنجش درصد رطوبت حجمی خاک در قسمت زیرین ریشه نهال از دستگاه TDR که توانایی برآورد درصد رطوبت حجمی بدون نمونه‌گیری از خاک را دارد و دقت آن در حد ۹۸ درصد است، استفاده شد. سنسورهای دستگاه TDR مورد استفاده از نوع پورتابل بود. به‌منظور ثبت داده‌های رطوبت خاک در ناحیه ریشه نهال و دسترسی به خاک این محل در هر نوبت اندازه‌گیری رطوبت خاک با استفاده از سنسورها از یک لوله پلی اتیلنی به طول ۴۰ و قطر ۲۰ سانتی‌متر استفاده شد. این لوله در عمق صفر تا ۴۰ سانتی‌متری از سطح خاک و در کنار نهال گلدانی تعبیه شد. برای ممانعت از تبخیر از خاک این قسمت (لوله دسترسی به محدوده ریشه نهال) روی لوله پوشش داده شد. همچنین، روز قبل از آبیاری در تمام تیمارها زمان تعیین درصد رطوبت حجمی قرار داده شد و فواصل رطوبت سنجی یک هفته در میان بود. در این زمان، حداقل رطوبت حجمی در خاک وجود دارد. همچنین، در این بررسی از هر تیمار و در هر حالت سه‌بار با استفاده از TDR برداشت اطلاعات صورت گرفت و تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS به‌منظور تحلیل اختلاف بین تیمار شاهد و تمام تیمارهای دور آبیاری انجام شد.

به‌منظور به حداقل رساندن تغییرات در هر واحد خاک، در این پژوهش فواصل کشت (۱۰۸ اصله در هکتار) به حداقل ممکن کاهش یافت و برای اطمینان از بی‌تاثیر شدن عامل خاک، اولین و آخرین ردیف (بلوک) به تیمار آبیاری شاهد اختصاص داده شد تا با مقایسه آماری نتایج از عدم تفاوت خاک اطمینان حاصل شود. پس از اتمام مرحله کاشت نهال‌ها که شش روز به طول انجامید، تمامی نهال‌ها با فاصله یک روز آبیاری شد تا دوره آبیاری برای تمامی تیمارهای فواصل آبیاری از زمان صفر به صورت مشابه شروع شود.

**مدل آماری طرح:** تیمارهای نوع پلیمر و نوع گونه گیاهی در قالب مدل آماری اسپلیت پلات انجام شد. تیمار اصلی در این مدل تیمارهای دور آبیاری با علامت A (اندکس A) که در شش سطح ۱۴ روز (شاهد بدون پلیمر)، ۱۴ روز (دارای پلیمر)، ۲۱ روز (دارای پلیمر)، ۲۸ روز (دارای پلیمر)، ۳۵ روز (دارای پلیمر) و ۴۲ روز (دارای پلیمر) می‌باشد. تیمار فرعی اول گونه گیاهی با دو سطح و با اندکس B<sub>1</sub> (تاغ) و B<sub>2</sub> (قره‌داغ) و تیمار فرعی دوم پلیمر جاذب رطوبت با سه سطح و اندکس C<sub>1</sub> (شاهد، بدون پلیمر)، C<sub>2</sub> (پلیمر Aquasorb) و C<sub>3</sub> (پلیمر TC) است و متغیرهای وابسته، Y<sub>1</sub> درصد رطوبت حجمی خاک ریشه نهال (ریزوسفر) و Y<sub>2</sub> زنده‌مانی گیاه می‌باشند.

## نتایج و بحث

داده‌های طرح در مدل آماری اسپلیت پلات آنالیز شد. درصد رطوبت خاک به‌عنوان متغیر وابسته تحت تاثیر تیمارهای طرح واقع شده، تیمار اصلی، سطوح متفاوت دور آبیاری بوده و تیمار فرعی اول نوع گونه و تیمار فرعی دوم

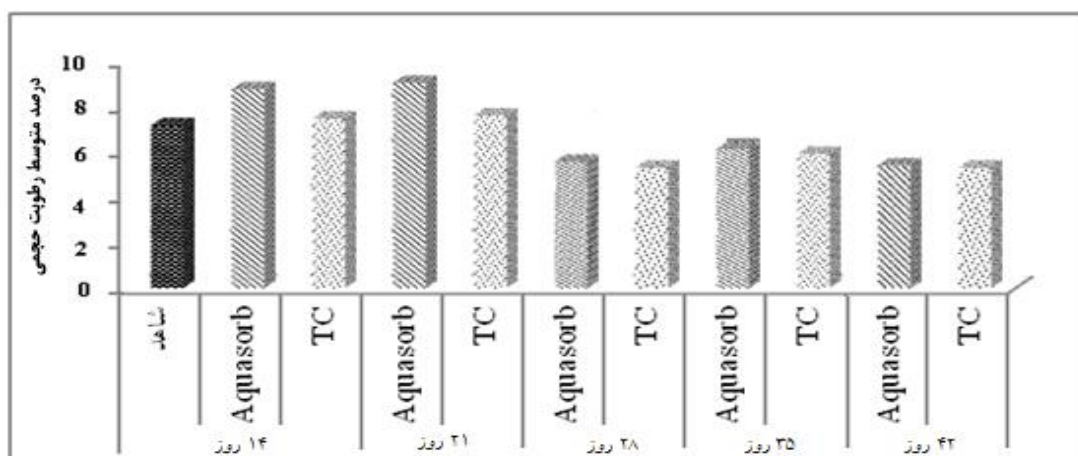
نوع پلیمر جاذب رطوبت می‌باشد. جدول تجزیه واریانس داده‌های رطوبت حجمی خاک در تیمارهای مختلف نشان داد که بین شاهد و تمام تیمارهای دور آبیاری دیگر در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. به عبارت دیگر، با به کارگیری پلیمر و افزایش فواصل آبیاری نسبت به حالتی که نهال‌ها بدون پلیمر و در فاصله دو هفته یک مرتبه آبیاری شده‌اند، اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد مشاهده می‌شود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر پلیمر بر تیمارهای مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	جمع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	Pr > F
A	۵	۲۰۵/۱۶	۳۴/۱۹	۷۶/۷۰	۰/۰۰۰۱**
B	۱	۱/۴۹	۱/۴۹	۳/۳۵	۰/۰۶
A*B	۶	۶/۱۶	۱/۰۲	۲/۳۱	۰/۰۳*
C	۲	۶۶/۲۷	۳۳/۱۳	۷۴/۴۱	۰/۰۰۰۱**
A*C	۱۲	۱۱۷/۳۵	۹/۷۷	۲۱/۹۶	۰/۰۰۰۱**
B*C	۲	۰/۵۲	۰/۲۶	۰/۵۹	۰/۵۵
A*B*C	۱۲	۳/۷۴	۰/۳۱	۰/۷۰	۰/۷۴

\*\* معنی‌دار در سطح یک درصد، \* معنی‌دار در سطح پنج درصد

بر اساس شکل ۱ در طول دور آبیاری ۱۴ روز با افزودن پلیمرهای جاذب رطوبت در مقایسه با تیمار شاهد که بدون پلیمر می‌باشد، نگهداشت و حفظ رطوبت خاک افزایش یافته و همچنین، پلیمر Aquasorb در مقایسه با پلیمر TC در تمام طول دورهای آبیاری این پژوهش از توانایی حفظ و نگهداشت بالاتری برخوردار بود. بنابراین، میزان رطوبت در دسترس ریشه گیاه با به کارگیری پلیمرهای جاذب رطوبت و با افزایش دور آبیاری تا ۲۸ روز، در مقایسه با زمانی که پلیمر استفاده نشده، از ماندگاری بهتر و قابل ملاحظه‌تری برخوردار شده، زیرا پلیمرها با کاهش تبخیر یا نفوذ عمقی باعث افزایش قدرت نگهداری رطوبت در ناحیه ریشه شده و در نتیجه تنش رطوبتی در گیاهان کاشته شده را به تأخیر می‌اندازد. اما از دور آبیاری ۲۸ تا ۴۲ روز از متوسط رطوبت حجمی کاسته شده، به طوری که در دور آبیاری ۴۲ روز کمترین مقدار رطوبت حجمی مشاهده شد.



شکل ۱- مقایسه درصد رطوبت حجمی خاک در شرایط شاهد و استفاده از دو پلیمر Aquasorb و TC در فواصل آبیاری مختلف

با افزایش طول فواصل آبیاری میزان رطوبت از طرق مختلف از جمله جذب به وسیله ریشه گیاه یا تبخیر و تعرق و یا حتی نفوذ عمقی آن کاسته شده و در نتیجه کارایی پلیمر نسبت به فواصل دور آبیاری‌های کمتر، اهمیت خود را از دست می‌دهد که با نتایج قاسمی و خوشخوی (۱۳۸۶) مطابقت دارد. بر اساس این نتایج، پلیمرها با افزایش ظرفیت

نگهداری آب خاک می‌توانند در به تاخیر انداختن تنش رطوبتی در گیاهان و تامین رطوبت مورد نیاز، مقاومت گیاه را در برابر از دست رفتن محصول در طول زمان بین دو آبیاری افزایش دهند. کار انجام شده توسط سید دراجی و همکاران (۱۳۸۹) که در آن افزایش ظرفیت بالای جذب آب پلیمر، همچنین تغییر در خواص خاک، منجر به افزایش بیشتر خلل و فرج می‌شود، نتایج این پژوهش را تایید می‌نماید. همچنین، نتایج نشان می‌دهد دور آبیاری ۲۱ روز در فاکتور رطوبت حجمی خاک از افزایش ظرفیت بالای جذب آب پلیمر، همچنین، نتایج نشان می‌دهد دور آبیاری ۲۱ روز در معنی‌داری در میزان رطوبت حجمی خاک اندازه‌گیری شده در طول دوره آبیاری ۱۴ با ۲۱ روز و تیمارهای آبیاری ۲۸ تا ۴۲ روز مشاهده نمی‌شود. به‌عنوان مثال، با به‌کارگیری پلیمر، اختلاف معنی‌داری بین فواصل آبیاری ۲۸ با ۳۵ و همچنین، ۳۵ با ۴۲ روز در فاکتور رطوبت حجمی خاک به‌وجود نیامده است.

همان‌طور که مطرح شد، پلیمرها با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت می‌توانند از اثرات تنش خشکی بکاهند و کاهش طول ساقه از اثرات تنش خشکی می‌باشد (قاسمی و خوشخوی، ۱۳۸۶). نتایج مطالعه طول ساقه در دو گونه مورد بررسی نشان می‌دهد که در گونه تاغ، طول متوسط ساقه در شرایط شاهد (بدون پلیمر و دور آبیاری ۱۴ روز) و افزودن پلیمر Aquasorb با دور آبیاری ۲۱ روز به‌ترتیب ۵۵/۶ و ۵۶/۹ و در شرایط شاهد و افزودن پلیمر TC با دور آبیاری ۲۱ روز به‌ترتیب ۱۰۲ و ۱۱۲/۳ می‌باشد. در مورد گونه قره‌داغ طول متوسط ساقه در شرایط شاهد (بدون پلیمر و دور آبیاری ۱۴ روز) و افزودن پلیمر Aquasorb با دور آبیاری ۲۱ روز به‌ترتیب ۱۱۹/۶ و ۱۳۷ و در شرایط شاهد و افزودن پلیمر TC با دور آبیاری ۲۱ روز به‌ترتیب ۱۲۰/۳ و ۱۲۶/۳ است. بنابراین، همان‌طور که مشخص است، با افزودن پلیمر بر طول ساقه افزوده شده است. این تفاوت قابل توجه در میزان رشد دو گونه تاغ و قره‌داغ تحت تیمارهای یکسان را می‌توان ناشی از ویژگی‌های متفاوت رشد ریشه در آن‌ها برشمرد.

نتایج مقایسه میانگین تیمار فرعی اول (نوع گونه) نشان می‌دهد در صورت استفاده از پلیمر جاذب رطوبت اختلاف معنی‌داری بین مقدار رطوبت حجمی اندازه‌گیری شده در ناحیه ریشه دو گونه مورد بررسی، مشاهده نمی‌شود. به‌عبارت‌دیگر، نقش تفاوت گونه گیاهی در تغییرات رطوبت عمق ریشه ناچیز بوده و بیشترین اثر، ناشی از تفاوت در نوع پلیمر جاذب رطوبت می‌باشد. در مقایسه میانگین انواع پلیمرهای مورد استفاده در پژوهش اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد میان پلیمرهای جاذب رطوبت با سه سطح وجود دارد، به‌طوری‌که پلیمر Aquasorb بیشترین اختلاف (بهترین راندمان نگهداری رطوبت) و سپس پلیمر TC کمترین اختلاف مقدار رطوبت حجمی را نسبت به شاهد (بدون پلیمر جاذب رطوبت) از خود نشان داده است. بنابراین، استفاده از پلیمرهای جاذب رطوبت کارایی بهتری نسبت به عدم استفاده از آن در نگهداری آب آبیاری شده، در کلیه تیمارهای آبیاری در خاک داشته‌اند (جدول ۱).

با توجه به این‌که هدف سازمان‌های اجرا کننده پروژه‌های نهال‌کاری، استقرار گیاه در شرایط بیابانی است، چنانچه بتوان با منابع آبی محدود این مناطق، عرصه بیشتری را به کشت نهال اختصاص داد که مانع روند بیابان‌زایی این عرصه‌ها شود، نتیجه مطلوب‌تری حاصل خواهد شد. نتایج تحلیل داده‌های آماربرداری شده از گیاهان (نهال‌های) تحت بررسی در جدول ۲ ارائه شده است. در این جدول، +P حضور پلیمر، -P عدم حضور پلیمر و ۱۴ تا ۴۲ تعداد روز بین دو آبیاری می‌باشد.

جدول ۲- درصد زنده‌مانی بوته‌ها در تیمارهای مختلف آبیاری

نوع گیاه	نوع پلیمر	-P	+P	+P	+P	+P	+P
تاغ	Aquasorb	۹۸	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
تاغ	TC	۹۹	۱۰۰	۹۹	۹۸	۱۰۰	۱۰۰
قره‌داغ	Aquasorb	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸	۹۶
قره‌داغ	TC	۱۰۰	۹۹	۹۸	۹۸	۱۰۰	۱۰۰

نتایج آنالیز داده‌های مربوط به درصد زنده‌مانی نهال‌ها، مندرج در جدول ۲ که از جمعیت و تعداد نمونه ۱۰۸ نهال کشت شده می‌باشد، حاکی از آن است که با استفاده از پلیمر و افزایش فواصل آبیاری امکان مستقر نمودن نهال وجود دارد و از ۱۰۸ نهال کشت شده تعداد ۱۵ نهال خشک شد و مستقر نشد. برای مثال در تیمار فواصل آبیاری ۲۸ روز (دو برابر فاصله آبیاری نسبت به تیمار شاهد) و ۳۵ روز آبیاری تفاوت چشم‌گیری در تعداد (نهال‌هایی) که خشک شده در مقایسه با تیمار شاهد به‌وجود نیامده و یا به‌عبارت‌دیگر میزان زنده‌مانی و استقرار گیاهان در دور آبیاری با ۲۸ و ۳۵ روز هم قابل قبول و موفقیت‌آمیز بوده است. البته نکته حائز اهمیت، توجه به شرایط می‌باشد. مثلاً تعویض خاک گودال غرس نهال و سایر موارد باید مورد توجه و دقت قرار گیرد. در مورد تیمار ۴۲ روز، تفاوت قابل توجهی در مورد زنده‌مانی نهال‌های تاغ نسبت به شاهد وجود ندارد. احیاناً دلیل مقاومت در برابر خشک شدن مربوط به سیستم ریشه‌ای این گیاه است، زیرا این گیاه دارای ریشه‌ها عمودی می‌باشد که به‌سمت عمق خاک نفوذ کرده است. در مورد نهال‌های خشک شده گیاه قره‌داغ، آمار نهال‌های خشک شده در تیمار ۴۲ روز چهار نهال بوده و نسبت به شاهد تفاوت قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد (جدول ۲). احتمالاً این تفاوت بیشتر به سیستم غیرعمقی گیاه قره‌داغ مربوط می‌شود، زیرا گیاه قره‌داغ برخلاف گیاه تاغ دارای ریشه‌های فرعی بوده که عمقی نمی‌باشد و نمی‌تواند از منابع عمقی آب استفاده نماید. بنابراین استفاده از سوپر جاذب‌ها در گیاهانی با ریشه‌های سطحی از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد.

در شرایط این پژوهش، استفاده از مواد پلیمری ابر جاذب رطوبت به نام‌های Aquasorb و TC، به همراه افزایش فاصله هر آبیاری از ۱۴ روز که روال معمول است، به ۲۸ روز را می‌توان در جذب و نگهداری رطوبت و همچنین جبران تنش رطوبت، موفقیت‌آمیز توصیف کرد. در این حالت هزینه‌های آبیاری نهال‌های غرس شده در پروژه‌های بیابان‌زدایی حداقل بیش از ۵۰ درصد کاهش خواهد یافت که تحول بزرگی در توسعه طرح‌های بیابان‌زدایی کشور محسوب می‌شود. با انجام این کار پلیمرها خصوصیات فیزیکی خاک را بهبود بخشیده و باعث رشد بهتر ریشه برای جذب بهتر آب شده‌اند. در این ارتباط، قاسمی و خوشخوی (۱۳۸۶) در بررسی خود بر روی گل داودی، نتیجه گرفتند که پلیمرها باعث تراکم ریشه و افزایش ریشه‌های فرعی می‌شوند و از دست رفتن آب به‌وسیله نفوذ عمقی جلوگیری می‌کند.

## تشکر و قدردانی

بر خود لازم می‌دانیم از اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان و پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری که با حمایت‌های همه جانبه در انجام هر چه بهتر این طرح با ما همکاری نمودند، تشکر و قدردانی نماییم.

## منابع مورد استفاده

۱. سید دراجی، س.، ا. گلچین و ش. احمدی. ۱۳۸۹. تاثیر سطوح مختلف یک پلیمر سوپ جاذب (SuperabA200) و شوری خاک بر ظرفیت نگهداشت آب در سه بافت شنی، لومی و رسی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۴(۲): ۳۱۶-۳۰۶.
۲. شهبازی، ع.، ف. سرمیدان، ح.ق. رفاهی و م. گرجی. ۱۳۸۴. تاثیر پلی اکریل آمید بر فرسایش و رواناب خاک‌های شور و سدیمی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۶(۵): ۱۱۱۲-۱۱۰۳.
۳. رضایی، س.ع. ۱۳۸۸. مقایسه پلیمر پلی لاتیس و مالچ نفتی در جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاه به‌منظور تثبیت بیولوژیک تپه‌های شنی. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۶(۱): ۱۳۶-۱۲۴.
۴. ظفرنژاد، ف. ۱۳۷۵. محدودیت تلفات و نرخ آب کشاورزی. فصلنامه آب و توسعه، ۱۵: ۱-۱۵.
۵. کیانی‌پور، ع. ۱۳۷۸. گزارش برآورد هزینه‌های آبیاری در پروژه‌های بیابان‌زدایی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ۸۳ صفحه.
۶. قاسمی، م. و م. خوشخوی. ۱۳۸۶. اثر پلیمر ابرجاذب بر دور آبیاری و رشد و نمو گیاه داودی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲۸(۲): ۸۲-۶۵.
۷. گنجی خرم‌دل، ن. ۱۳۷۸. تأثیر پلیمر جاذب رطوبت اکوازرپ PR3005A بر روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۰۷ صفحه.
۸. موحدان، م.، ن. عباسی و م. کرامتی. ۱۳۹۰. بررسی آزمایشگاهی تاثیر پلیمر پلی وینیل استات بر کنترل فرسایش بادی خاک‌ها. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵(۳): ۶۱۶-۶۰۶.

9. Lu, J.H., L. Wu and J. Letey. 2006. Effects of soil and water properties on anionic polyacrylamide sorption. *Soil Science Society of America Journal*, 66:578-584.
10. Peterson, D. 2002. Hydrophilic polymers and uses in landscape. *Horticulture Science*, Bo 175. Available: <http://WWW.hort.agri umn. Edu/h5015/ rrrmain. Htm>.
11. Sepaskhah, A.R. and A.R. Bazrafshan-Jahromi. 2002. Controlling runoff and erosion in sloping land with polyacrylamide under a rainfall simulator. *Biosystems Engineering*, 93: 469-474.
12. Sivapalan, S. 2001. Effect of polymer on soil water holding capacity and plant water use efficiency. *Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference*. Hobart.
13. Tamsavas, Z. and A. Kara. 2011. The effect of polyacrylamide (PAM) applications on infiltration, runoff and soil losses under simulated rainfall conditions. *African Journal of Biotechnology*, 10(15): 2894-2903.



## Investigating two kind of polymer absorbent in increasing the water use efficiency in rehabilitation projects

Zabihollah Eskandari,<sup>1</sup> Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Isfahan, Iran

Fathollah Ghayour, Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Isfahan, Iran

Amir Hossein Sherbaf, MSc, Agricultural and Natural Resources Research Center, Isfahan, Iran

Received: 10 September 2012

Accepted: 26 December 2012

### Abstract

Water deficiency in arid regions especially in Iran, generally reduces the cultivation and considered as a major limitation in green cover re-establishment process in deserted areas. This study aims to overcome on drought and to achieve a strategic way of increasing the water use efficiency and reduction of costs. This study is carried out in a wind-eroded part of Aran and Bidgol county of Isfahan province, Iran and two species of *Haloxylon* and *Nitraria sp* were cultivated in treated and check soils in mentioned area. The treatments were adding five  $grL^{-1}$  of two kinds of polymer water absorbent to the soil of root environment. The check samples were irrigated every 14 days once and the treated ones every 14, 28, 35 and 42 days once. During two years of study, the moisture of root environment was measured in all samples. In third year the amount of live seedlings were also accounted. The statistical analysis showed that there is a significant difference between the treated and check samples in all irrigation periods in significance level of 5%. In other words, increasing of irrigation period in treated samples compared with check treatment hold more moisture in root environment. Mean comparison between treatments showed no differences in volumetric moisture of 21 compared with 28 and 28 compared with 42 irrigation periods. And also there was no difference between two absorbent in all treatments. The increasing rate of live seedlings, after 3 years, between treated and check samples represents that the polymers give a good establishing circumstance to young seedlings. In other words it is resulted that these water absorbents are capable of reducing the moisture stress in root area of irrigation periods and increase the rate of established seedlings. We assume that Aquasorb polymers and TC are successfully increasing the water holding capacity of soils in green cover re-establishing activities of deserted areas. With increasing the water holding capacity they also reduce also the costs by 50-70 percent.

**Key words:** Aquasorb polymers and TC, Aran and Bidgol, Haloxylon, Nitraria, Water use

---

<sup>1</sup> Corresponding Author: eskandarizabi01@gmail.com