مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJRDR.2021.123885
جلد ۲۸ شماره ۱، صفحه ۱۸۰-۱۶۴، (۱۴۰۰) | شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350875.1400.28.1.14.8

بررسی اثر پلیمر سوپرجاذب، خاک برگ و خاک ارّه بر صفات رویشی و فیزیولوژی نهال‌های کهور پاکستانی (*Prosopis juliflora*) در مناطق بیابانی (مطالعه موردی: منطقه مهران)

فیض‌اله قنبری[۱]، محسن توکلی[۲*]، مهدی حیدری[۳] و حسن فتحی‌زاد[۴]

۱-کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایران،

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایران، پست الکترونیک: tmohsen2010@hotmail.com

۳-دانشیار، گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایران

۴- دکترای بیابان‌زدایی، گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۱۰

چکیده

در حال حاضر کمبود آب و بیابان‌زایی از مشکلات جدی در بسیاری از نواحی دنیا محسوب شده که توسعه پوشش گیاهی و رشد محصولات کشاورزی را در معرض خطر جدی قرار داده است. ازاین‌رو مدیریت صحیح و بکارگیری روش‌های نوین به‌منظور افزایش بازدهی آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. یکی از این روش‌ها که اخیراً مورد توجه قرار گرفته، استفاده از افزودنی‌های مختلف مانند پلیمری و طبیعی است. هدف از این تحقیق بررسی اثر سوپرجاذب‌های طبیعی و مصنوعی بر عملکرد گونه کهور پاکستانی در شرایط اقلیمی و ادافیکی مناطق خشک استان ایلام به‌ویژه در دشت محسن‌آب شهرستان مهران است و موضوعی است که کمتر در این منطقه و به‌طورکلی در حوزه مناطق خشک و نیمه‌خشک به آن پرداخته شده است. در این راستا اثرهای افزودنی‌های طبیعی (خاک‌برگ و خاک‌ارّه) و سوپرجاذب مصنوعی (پلیمر نانوهورسان) بر نهال‌های کهور پاکستانی با مقایسه میانگین ۱۳ شاخص رویشی و فیزیولوژی در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان داد که اثر منابع تغییرات برون گروهی (تیمارها) بر کلیه صفات مورفولوژی و فیزیولوژی گونه مورد مطالعه به‌جز در صفات رویشی، ضریب پایداری و شاخص ویژه سطح برگ در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بوده است. بنابراین به عنوان یک نتیجه‌گیری کلی، می‌توان گفت که اکثریت شاخص‌های رویشی نهال‌های کهور پاکستانی در اثر استفاده از تیمارهای مورد بررسی بهبود یافته است، بنابراین اضافه کردن افزودنی‌های طبیعی و غیرطبیعی در این منطقه و مناطق مشابه توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سوپرجاذب، کهور پاکستانی، خاک اره، بقایای گیاهی، مهران.

مقدمه

در حال حاضر فقدان آب و بیابان‌زایی از مشکلات جدی در بسیاری از نواحی دنیا محسوب شده که توسعه پوشش گیاهی و رشد کشاورزی را در معرض خطر جدی قرار داده است (Puoci & Lemma, 2008). دسترسی به آب، عامل کلیدی رشد گیاه به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (Chirino *et al.*, 2011). ازاین‌رو، تحقیق و پژوهش در راستای برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح آبیاری در مزارع و عرصه‌های بیابانی کشور به‌عنوان یکی از گزینه‌های به‌زراعی و جنگل‌کاری، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. شرایط

اقلیمی مناطق بیابانی به گونه‌ای است که همواره مسائل و مشکلات عدیده‌ای را در روند اجرای پروژه‌های بیولوژیکی و تثبیت ماسه‌های روان به وجود می‌آورد. مواردی مانند کمبود بارش سالانه و تبخیر و تعرق بالا ضرورت تأمین آب مورد نیاز برای اجرای این پروژه‌ها را اجتناب‌ناپذیر نموده است. از سویی تأمین و انتقال مداوم آب به این عرصه‌ها با توجه به گستردگی سطح و بعضاً بعد مسافتی زیاد، هزینه‌های فراوانی را به دنبال دارد. در حال حاضر بیش از ۷۰ درصد اعتبارات طرح‌های بیولوژیکی بیابان‌زدایی و تثبیت ماسه‌های روان صرف عملیات تأمین آب و آبیاری در مناطق بیابانی کشور می‌گردد. محدودیت منابع آب کشور ضرورت صرفه‌جویی را در مصرف آب روشن می‌سازد. ازاین‌رو اگر بتوان با استفاده از تکنیک‌های نوین نیاز آبیاری نهال‌های کاشت شده را کاهش داد کمک شایانی به موفقیت این پروژه‌ها خواهد شد. با توجه به خشکسالی‌های اخیر کشور و کمبود منابع آبی، ضرورت استفاده بهینه از منابع آبی برای اجرای طرح‌های احیایی در مناطق بیابانی اجتناب‌ناپذیر است. اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان ایلام برای اجرای طرح‌های احیایی (جنگل‌کاری) در راستای مبارزه با بیابان‌زایی و کاهش اثرهای ریزگردها در شهرستان‌های مهران و دهلران در قالب طرح‌های جام (جنگل‌کاری اقتصادی مشارکتی) و جماب (جنگل‌کاری، مرتع‌داری، آبخیزداری و بیابان‌زدایی) بخش زیادی از اعتبارات اجرای این طرح‌ها را صرف هزینه‌های آبیاری می‌نماید و به‌نوعی موفقیت و عدم موفقیت طرح‌ها به این عامل ارتباط پیدا می‌کند. ازاین‌رو به‌منظور کاهش هزینه‌ها و موفقیت اجرای طرح‌های نهال‌کاری ارائه راهکاری برای افزایش دور آبیاری و مدیریت بهینه منابع آبی و به‌حداقل رساندن تنش‌های وارده برای نهال‌های کاشت شده امری ضروری و حیاتی است. یکی از گونه‌های درختی که در اجرای این طرح‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد نهال‌های کهور پاکستانی بوده که به دلیل سریع‌الرشد بودن و مقاومت در برابر شرایط نامساعد محیطی مورد توجه قرار گرفته است. استقرار کامل نهال‌ها هزینه‌های فراوانی بابت آبیاری بر این پروژه‌ها اعمال می‌کند. ازجمله اقداماتی که در این مناطق به منظور حفظ و ذخیره رطوبت و کاهش نیاز آبی گونه‌های کاشت شده می‌توان استفاده کرد، بهره‌گیری از سوپرجاذب‌هاست. کاربرد مواد سوپرجاذب، جدیدترین شیوه آبیاری برای مناطق خشک است که به‌کمک آن می‌توان تا ۵۰ درصد مصرف آب آبیاری را کاهش داد و ضمناً در مصرف آب و هزینه‌های آبیاری صرفه‌جویی نمود (Yadav and Rhee, 2012). ازاین‌رو نیاز است که تأثیرگذاری سوپرجاذب‌های مختلف برای نگهداری رطوبت خاک و افزایش امکان استقرار و افزایش عملکرد مورفولوژی و فیزلوژی گیاهان با توجه به مشکل تأمین آب در این مناطق به‌ویژه در برنامه‌های بیابان‌زدایی مورد ارزیابی قرار گیرد تا استفاده از این مواد ارزان در صورت مطلوبیت نتایج، با اطمینان بیشتری توصیه شود. نتایج بررسی اثر سوپرجاذب‌ها بر روی عملکرد گیاه سیاه‌تاغ در بیرجند نشان داد که افزودن هیدروژل استاکوزورب به خاک، سبب افزایش ارتفاع نهال، افزایش تولید ماده خشک، اندام‌های هوایی، ریشه و طول آن می‌شود (Zangooei *et al.*, 2013). Tongo و همکاران (۲۰۱۴)، به بررسی تأثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب اکوازورب بر روی برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نهال آکاسیا ویکتوریا تحت سطوح مختلف تنش خشکی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که کاربرد سوپرجاذب موجب افزایش تعداد، وزن، سطح برگ و طول ریشه می‌گردد؛ بعکس نتایج حاصل از افزایش کم آبی موجب کاهش صفات ذکرشده و افزایش میزان کلروفیل همراه با کاهش مصرف آب گردید. Rezaie و Raiesi (۲۰۱۶)، به بررسی اثر تنش خشکی بر برخی فعالیت‌های میکروبیولوژیکی خاک در حضور مواد طبیعی و مصنوعی جاذب رطوبت (هیدروژل) پرداختند. دو نوع ماده طبیعی جاذب رطوبت (کوکوپیت و خاک‌اره) و دو نوع ماده مصنوعی جاذب رطوبت (سوپرجاذب A200 و A300) در رطوبت‌های ۳۰٪ و ۷۰٪ ظرفیت مزرعه‌ای به خاک اضافه و خصوصیات میکروبیولوژیکی خاک شامل تنفس و زیتوده میکروبی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با کاهش رطوبت

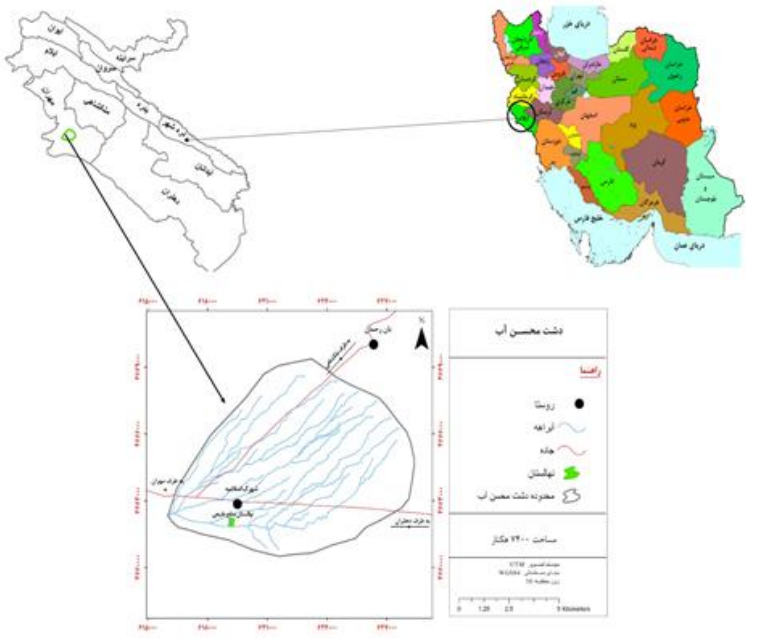
از ۷۰٪ به ۳۰٪ ظرفیت مزرعه‌ای کل تنفس میکروبی در خاک شاهد، کوکوپیت و خاک اره کاهش یافت (۷۲٪–۴۹)، ولی در دو تیمار سوپرجاذب افزایش (۲۲۱٪–۱۸۸) و کربن زیتوده میکروبی در تمامی تیمارها کاهش (۵۹٪–۱۰) اما در سوپرجاذب A300 افزایش داشت. نتایج این بررسی حکایت از آن دارد که مواد مصنوعی جاذب رطوبت (سوپرجاذب‌ها) اثرهای بیشتری بر تنفس و زیتوده میکروبی به‌ویژه در شرایط تنش خشکی دارند. Rafiei Majomard و همکاران (۲۰۱۲)، در تحقیقی اثر پلیمر جاذب رطوبت فراوری شده با نشاسته و آلژینات در چهار سطح ۰ (شاهد)، ۱، ۲ و ۳ درصد وزنی در حالت کشت گلدانی بر روی ویژگی‌های رویشی سیاه‌تاغ شامل ارتفاع، وزن تر و خشک قسمت هوایی، وزن تر و خشک ریشه، قطر یقه و طول ریشه را در نهالستان اشکذر مورد ارزیابی قرار دادند. به‌علاوه مقدار آب مصرفی در هر گلدان تحت شرایط استفاده و عدم استفاده از پلیمر جاذب رطوبت نیز در طول دوره آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و چهار تکرار (در هر تکرار ۶ نهال تاغ) انجام شد. در مقایسه با شاهد (بدون پلیمر)، بهبود صفات مورد بررسی در حالت استفاده از پلیمر مشاهده شد. تأثیر ماده اصلاحی پلیمر روی مقدار آب مصرفی در طول دوره نیز اختلاف معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان داد، به‌طوری که در شاهد مقدار آب مصرف شده برای آبیاری گلدان‌ها تقریباً دو برابر حالت ۳ درصد پلیمر بود. حداکثر عملکرد ماده تر و خشک و رطوبت نگهداری شده در خاک مربوط به تیمار ۳ درصد پلیمر و حداقل آن مربوط به تیمار شاهد بود. به‌طور کلی نتایج این تحقیق بیانگر تأثیر مثبت پلیمر بر ویژگی‌های رویشی و استقرار نهال سیاه‌تاغ و کاهش مقدار آب مصرفی در مقایسه با حالت عدم استفاده از این ماده بود. به سایر تحقیقات انجام شده در استفاده از پلیمرهای مختلف می‌توان به (Banedjschafie *et al.*, 2017; Rezaie, 2009; Hosseini *et al.*, 2019) اشاره کرد

هدف این تحقیق آن است که اثر این مواد بر عملکرد گونه کهور پاکستانی (*Prosopis juliflora*) به‌عنوان یکی از گونه‌های سازگار با شرایط خشکی در طرح‌های جنگل‌کاری و بیابان‌زدایی استان ایلام مورد بررسی قرار گیرد. بنابراین چنانچه این تحقیق نتایج مثبتی نشان دهد با استفاده از این راهکار می‌توان بخش قابل توجهی از هزینه آبیاری طرح‌های جنگل‌کاری با این گونه را کاهش داد. ضمن اینکه در اثر خشکسالی و کاهش میزان بارندگی‌ها می‌توان به استقرار نهال‌ها در عرصه مورد مطالعه نیز امیدوار بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش

دشت محسن‌آب با وسعت ۷۴۰۰ هکتار و محیط ۳۲/۸ کیلومتر در استان ایلام، شهرستان مهران بخش مرکزی قرار دارد. محدوده طرح از شمال به روستای بان‌رحمان، از جنوب به مسیل آبشور، از شرق به باغ طالب تا جاده مهران– دهلران و از غرب به رودخانه گاوی تا جاده مهران– دهلران منتهی می‌شود و از نظر موقعیت جغرافیایی در حد فاصل ۳۰ ۲۲ ۴۶ تا ۲۴ ´۱۴ °۴۶ طول شرقی و ″ ۲۱ ۱۵ °۳۳ تا ۳۳ ۰۴ °۳۳ عرض شمالی واقع می‌باشد. تنها منطقه مسکونی در محدوده طرح، شهرک اسلامیه می‌باشد. ارتفاع پست‌ترین و مرتفع‌ترین نقطه آن به‌ترتیب ۱۸۰ و ۲۹۵ متر از سطح دریاست. بر اساس شاخص خشکی دومارتن منطقه دارای اقلیم خشک (بیابانی) است. منشأ خاک‌های منطقه عموماً آبرفتی و بافت آنها ریز و بدون تکامل پروفیلی است ولی در بعضی از قسمت‌ها تکامل نیز مشاهده می‌شود. رسوبات متشکله اکثراً مربوط به رودخانه گاوی می‌باشد. بیشتر خاک‌ها جزء گروه خاک‌های رسوبی آبرفتی می‌باشد که در بعضی از قسمت‌ها با شوری همراه است. محدوده انتخاب شده برای انجام این تحقیق، قطعه‌ای به مساحت ۱۵۰ مترمربع در ضلع شرقی نهالستان گرمسیری محسن‌آب در ۱۳ کیلومتری شهرستان مهران و در فاصله ۵۰۰ متری شهرک اسلامیه واقع شده است. شکل (۱) موقعیت محدوده مطالعاتی را در استان ایلام و شهرستان مهران را نشان می‌دهد.

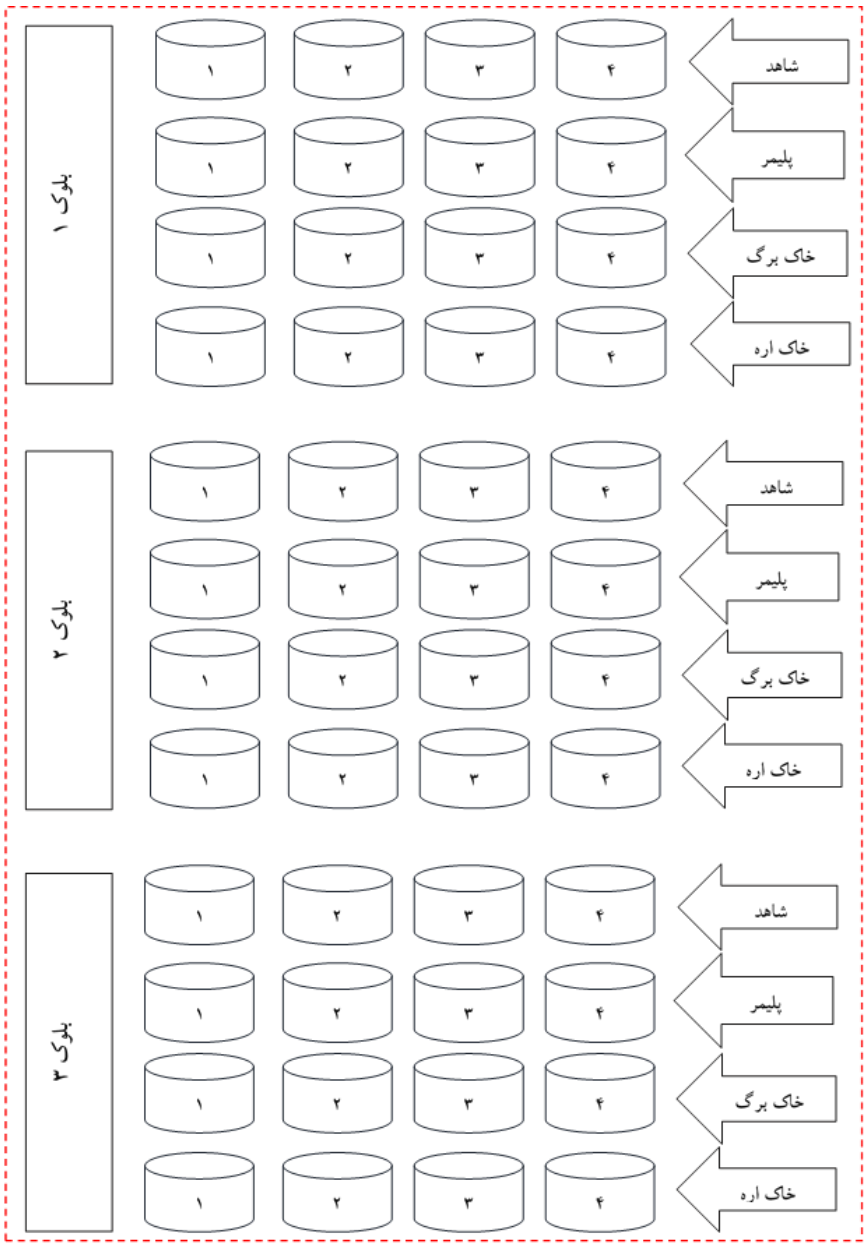


شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان ایلام

جمع‌آوری داده‌ها

تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (بدون اعمال سوپرجاذب و افزودنی) و سه تیمار دیگر با مقدار ۲۵۰ گرم پلیمر سوپرجاذب نانوهورسان، خاک برگ و خاک ارّه بود. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار در ۳ بلوک انجام شده است و در مجموع تعداد نهال‌ها در هر بلوک ۱۶ نهال بوده است (شکل ۲). کاشت نهال‌ها، اعمال تیمارها و آبیاری در شهریورماه ۱۳۹۶ آغاز شد. نهال‌های مورد استفاده گلدانی و یکساله بوده که در عرصه مورد نظر کاشته شده‌اند. یادآوری می‌شود به دلیل حساسیت کهور پاکستانی به سرما، کشت نهال‌ها الزاماً در فصل گرم و گذراندن یک دوره کوتاه‌مدت گرما و ریشه‌دوانی و استقرار آن انجام شده است.

افزودنی‌های مورد نظر به صورت خشک با خاک مخلوط شده و در داخل چاله‌هایی که بدین‌منظور حفر شده بودند قرار گرفت. آبیاری نهال‌ها به صورت یکسان و در شرایط دمای بالا در تمام دوره مطالعه (شهریور ۹۶ تا تیرماه ۹۷) با فواصل زمانی متفاوت ادامه داشته و اندازه‌گیری قطر یقه و ارتفاع نهال‌ها همزمان با کاشت نهال‌ها انجام شده است. در اواسط تیرماه و در پایان دوره تحقیق، کلیه شاخص‌های رویشی مشتمل بر ارتفاع کل نهال، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، طول ریشه، قطر یقه نهال، درصد زنده‌مانی، شادابی، ضریب پایداری (قطر یقه به ارتفاع نهال)، فتوسنتز خالص برگ، دوام سطح برگ و شاخص ویژه سطح برگ اندازه‌گیری شده و با استفاده از آزمون‌ها و تحلیل‌های آماری، داده‌ها مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. تیمارها با هم مقایسه شده و تأثیرات هر یک از تیمارها روی شاخص‌های رویشی مقایسه شده و در نهایت بیشترین تأثیر روی عملکرد نهال‌ها مشخص شد. علاوه‌برآن ارزیابی اقتصادی نیز انجام شده و گزینه مناسب معرفی گردید. در این تحقیق به‌منظور کاهش هزینه‌ها، سهولت دسترسی و موجودیت آن در بازار فروش، از سوپرجاذب پلیمری نانوهورسان و افزودنی آلی خاک‌برگ و خاک‌ارّه استفاده شده و کارایی آنها مورد مقایسه قرار گرفته است. در صورت موفقیت طرح، می‌توان از هر یک از این مواد با توجه به قیمت روز آن، در اجرای پروژه‌های نهال‌کاری در عرصه‌های بیابانی استان استفاده نمود.



شکل ۲- شماتیک اجرای طرح

تجزیه‌وتحلیل آماری

به‌منظور بررسی تأثیر افزودنی‌های طبیعی و مصنوعی مورد استفاده یعنی پلیمر نانوهورسان، خاک‌برگ و خاک‌ارّه بر عملکرد نهال‌های کهور پاکستانی، شاخص‌های رویشی شامل ارتفاع کل نهال، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، طول ریشه، قطر یقه نهال، درصد زنده‌مانی، شادابی، ضریب پایداری، فتوسنتز خالص برگ، دوام سطح برگ و شاخص ویژه سطح برگ اندازه‌گیری می‌شوند. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های بدست آمده، از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده شده است. به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف استفاده شده که با توجه به نرمال بودن داده‌ها از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد. برای

بررسی معنی‌داری اثر سوپرجاذب‌های مصنوعی (پلیمر نانوهورسان) و سوپرجاذب‌های طبیعی (خاک‌برگ و خاک‌ارّه) بر عملکرد شاخص‌های رویشی نهال‌های کهور از تجزیه واریانس یکطرفه (ANOVA) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج

نتایج آزمون آماری اسمیرنف -کلموگراف

برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون اسمیرنف- کلموگراف و نرم‌افزار SPSS استفاده شده و نتایج آن در جدول (۱) آمده است. با توجه به سطح معنی‌داری بیش از ۵ درصد، داده‌ها دارای توزیع نرمال هستند.

جدول ۱- نتایج بررسی نرمال بودن داده‌ها بر اساس آزمون اسمیرنف - کلموگروف

آزمون اسمیرنف- کلموگروف / پارامتر	تعداد	پارامتر نرمال: میانگین	پارامتر نرمال: انحراف معیار	اسمیرنف- کلموگروف	معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪
ارتفاع نهال	۱۲	۴۸/۲۷	۱۲/۴	۰/۶۹۷	۰/۷۱۶
وزن تر اندام هوایی	۱۲	۳۲۱/۴	۹۵/۴	۰/۶۳۵	۰/۸۱۵
وزن خشک اندام هوایی	۱۲	۱۶۵/۳	۶۱/۶	۰/۶۴۹	۰/۷۹۳
درصد تاج پوشش	۱۲	۷۲/۶	۱۱/۵	۰/۴۹۷	۰/۹۶۶
وزن تر ریشه	۱۲	۱۹/۵	۴/۴	۰/۴۷۳	۰/۹۷۹
وزن خشک ریشه	۱۲	۱۰/۲	۲/۱	۰/۳۷۰	۰/۹۹۹
طول ریشه	۱۲	۱۹/۳۷	۶/۷۴	۰/۸۳۱	۰/۴۹۴
قطر یقه	۱۲	۱۲/۳	۴/۰	۰/۴۸۷	۰/۹۷۲
درصد زنده‌مانی	۱۲	۸۵/۰	۱۷/۰	۱/۱	۰/۱۹۸
شادابی	۱۲	۹۳/۰	۹/۴	۰/۹۵۵	۰/۳۲۲
ضریب پایداری	۱۲	۰/۰۲۴	۰/۰۰۴	۰/۵۰۱	۰/۹۶۴
فتوسنتز خالص برگ	۱۲	۲/۴	۱/۰۳	۰/۷۹۲	۰/۵۵۸
دوام سطح برگ	۱۲	۶۶/۷	۷/۶	۰/۶۲۶	۰/۸۲۸
شاخص ویژه سطح برگ	۱۲	۱۲/۹	۱۲/۴	۰/۶۰۲	۰/۸۶۱

نتایج اندازه‌گیری شاخص‌های رویشی گونه کهور پاکستانی تحت تیمارهای مورد مطالعه

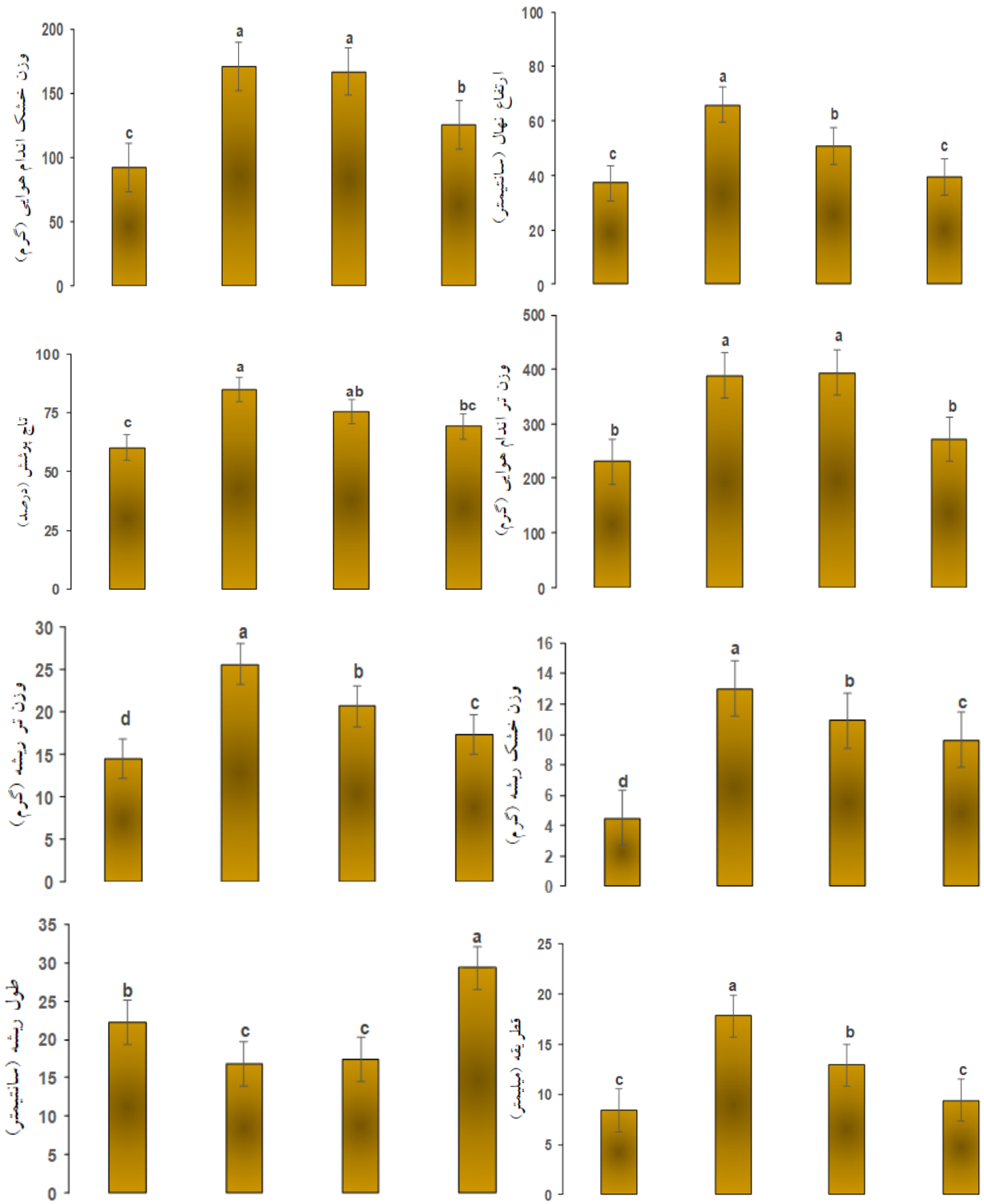
به‌منظور بررسی اثر افزودنی‌های مصنوعی (پلیمر نانوهورسان) و طبیعی (خاک‌برگ و خاک‌ارّه) بر عملکرد کهور پاکستانی تعداد ۱۳ شاخص رویشی و فیزیولوژی این نهال اندازه‌گیری و مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفته است. شاخص‌های مورد بررسی شامل ارتفاع کل نهال، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، طول ریشه، قطر یقه نهال، درصد زنده‌مانی، شادابی، ضریب پایداری، فتوسنتز خالص برگ، دوام سطح برگ و شاخص ویژه سطح برگ می‌باشند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مورد مطالعه بر همه صفات بررسی شده بجز ضریب پایداری و شاخص ویژه سطح برگ معنی‌دار است (جدول ۲).

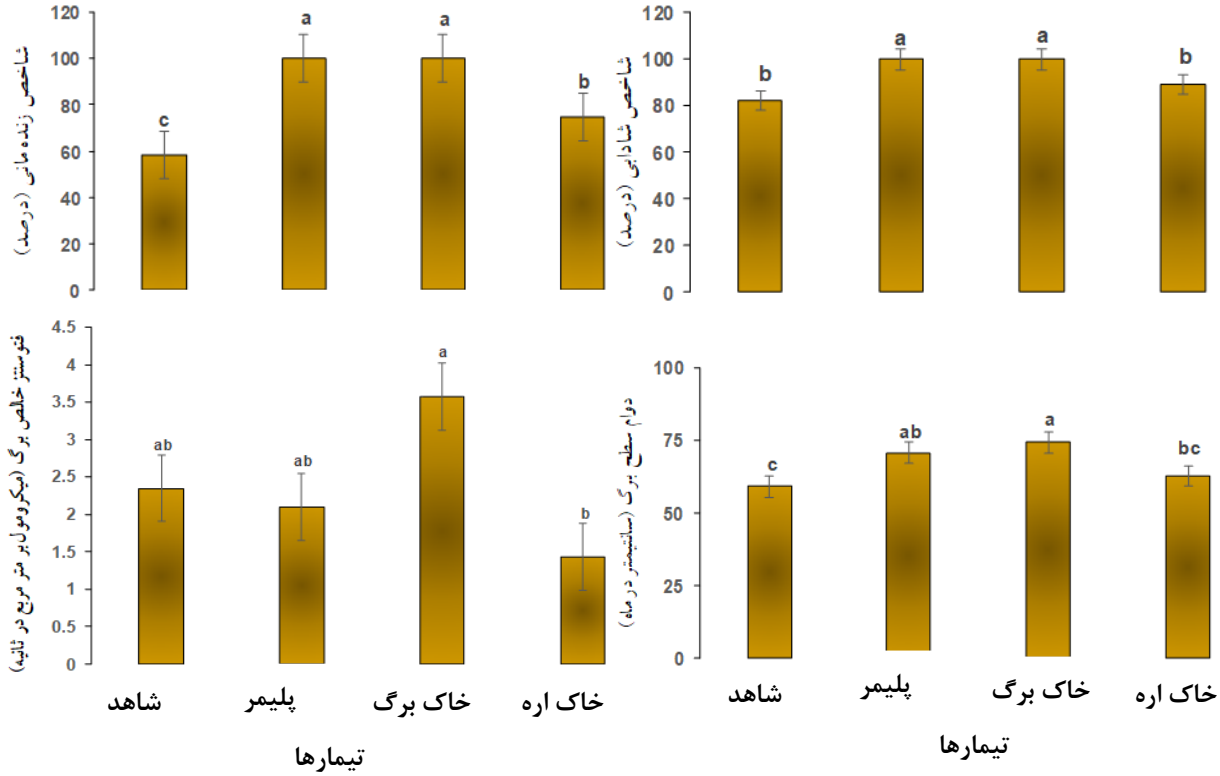
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های رویشی

شاخص‌های رویشی	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
ارتفاع نهال	۱۵۵۱/۸۷	۳	۵۱۷/۲۹	۳۱/۷	۰/۰۰
وزن تر اندام هوایی	۶۱۳۹۵/۲۴	۳	۲۰۴۶۵/۱	۴/۲۱	۰/۰۴۶
وزن خشک اندام هوایی	۲۵۲۱۰/۷	۳	۴۸۰۳/۶	۴/۱	۰/۰۵۰
درصد تاج پوشش	۹۷۸/۸۵	۳	۳۲۶/۳	۵/۴	۰/۰۲۵
وزن تر ریشه	۲۰۷/۷۶	۳	۶۹/۲۵	۵۱/۲	۰/۰۰
وزن خشک ریشه	۴۸/۶۶	۳	۱۶/۲۲	۵۳/۳۸	۰/۰۰
طول ریشه	۳۰۱/۲۴	۳	۱۰۰/۴۱	۳۳/۳۳	۰/۰۰
قطر یقه نهال	۱۶۱/۲۴	۳	۵۳/۷۴	۱۹/۵۸	۰/۰۰
درصد زنده‌مانی	۳۷۵۰/۰	۳	۱۲۵۰/۰	۲۴/۰	۰/۰۰
شادابی	۶۸۳/۴۵	۳	۲۲۷/۸۲	۶/۲	۰/۰۱۸
ضریب پایداری	۰/۰۰	۳	۰/۰۰	۰/۸۳	۰/۹۶۷
دوام سطح برگ	۴۴۷/۲	۳	۱۴۹/۱	۶/۴	۰/۰۱۶
سطح ویژه برگ	۳/۹۷	۳	۱/۳۲	۰/۲۲۳	۰/۸۷۸

اعداد دارای خط زیر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد است.

مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف این تحقیق بر شاخص‌های رویشی و فیزیولوژی بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد که اثر تیمار شاهد در شاخص‌های رویشی سطح ویژه برگ و ضریب پایداری در مقایسه با سایر تیمارها، عملکرد مشابهی نشان داده است. پایین‌ترین عملکرد تیمار شاهد در مقایسه با سایر تیمارها در شاخص‌های وزن تر و خشک ریشه مشاهده شده است. اثر تیمارهای پلیمری و خاک‌برگ بر عملکرد شاخص‌های رویشی وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، زنده‌مانی، شادابی، طول ریشه، ضریب پایداری، دوام سطح برگ، سطح ویژه برگ و فتوسنتز خالص برگ یکسان و در سطح احتمال ۵ درصد با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. سوپرجاذب پلیمری در مقایسه با خاک‌برگ، در شاخص‌های ارتفاع، وزن تر و خشک ریشه و قطر یقه عملکرد بالاتر و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد از خود نشان داده است. سوپرجاذب پلیمری نسبت به خاک‌ارّه، در تمامی شاخص‌ها به‌جز در شاخص طول ریشه عملکرد بالاتر و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشته است. مقایسه میانگین عملکرد تیمارهای خاک‌برگ با خاک‌ارّه نشان داد که اثر تیمار خاک‌برگ به‌جز در شاخص طول ریشه عملکرد بالاتری داشته و در شاخص‌های سطح ویژه برگ و ضریب پایداری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نداشتند. شکل (۳)، نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف را بر روی عملکرد شاخص‌های رویشی بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد.


وزن خشک اندام هوایی (گرم)
ارتفاع نهال (سانتیمتر)
تاج پوشش (درصد)
وزن تر اندام هوایی (گرم)
وزن تر ریشه (گرم)
وزن خشک ریشه (گرم)
طول ریشه (سانتیمتر)
قطر یقه (میلیمتر)



شکل ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر روی عملکرد شاخص‌های رویشی و فیزیولوژی بر اساس آزمون دانکن (تیمارهای دارای حروف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند).

جدول ۳- برآورد هزینه کاشت نهال گونه کهور به ازای یک هکتار در سال ۱۳۹۶

ردیف	شرح هزینه	واحد کار	مقدار کار	هزینه واحد به (هزار ریال)	جمع هزینه در هکتار (هزار ریال)
۱	حفر چاله	چاله	۱۰۰	۲۲	۲۲۰۰
۲	کود دامی	مترمکعب	۱۰	۱۵۰	۱۵۰۰
۳	خرید نهال	اصله	۱۰۰	۱۵	۱۵۰۰
۴	حمل، انتقال و بارگیری نهال	اصله	۱۰۰	۲	۲۰۰
۵	کاشت نهال	اصله	۱۰۰	۵	۵۰۰
۶	آبیاری	چاله	۱۰۰	۴۸	۴۸۰۰
۷	مراقبت و نگهداری	هکتار	۱	۴۴	۴۴
۸	عملیات واکاری	اصله	۱۰۰	۱۴	۱۴۰۰
	جمع کل				۱۲۱۴۴

تحلیل اقتصادی طرح

به استناد نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های رویشی و فیزیولوژی، نهال‌های تحت تیمار افزودنی افزایش عملکرد معنی‌داری در مقایسه با تیمارهای

شاهد از خود نشان داده‌اند. بنابراین بهره‌گیری از افزودنی های مصنوعی و طبیعی به غیر از هزینه‌های مشترک طرح جنگل‌کاری و بیابان‌زدایی ازجمله هزینه‌های چاله‌کنی، خرید و کاشت نهال باعث عدم نیاز و یا کاهش نیاز به برخی نهاده‌ها مانند کودپاشی، واکاری و عملیات آبیاری می‌گردد و به‌تبع آن، هزینه‌های مترتب بر طرح را کاهش خواهد داد. ازاین‌رو اگر میزان صرفه‌جویی و کاهش هزینه‌های مذکور با هزینه‌های تهیه افزودنی‌ها با هم مقایسه شود می‌توان در مورد اقتصادی یا غیر اقتصادی بودن استفاده از آنها اظهارنظر نمود. به‌طورکلی برای اجرای یک طرح جنگل‌کاری هزینه‌های جدول (۳) لازم است. جدول (۴) هزینه‌های تهیه افزودنی‌های مورد استفاده و جدول (۴) میزان صرفه‌جویی در هزینه‌های طرح را با استفاده از افزودنی‌ها نشان می‌دهد.

این هزینه‌ها براساس فهرست بهاء کشاورزی و منابع طبیعی سال ۱۳۹۶ لحاظ شده است و هزینه‌های پیش‌بینی نشده در آن اعمال نشده است. با توجه به اینکه حداقل دوام سوپرجاذب‌ها دو سال در نظر گرفته می‌شود، بنابراین محاسبات نیز برای مدت دو سال منظور می‌گردد. با توجه به درصد زنده‌مانی نهال‌ها در تیمارهای پلیمری و خاک‌برگ که صددرصد بوده هزینه‌های واکاری طرح از هزینه‌های ذکرشده کسر می‌گردد. همچنین با توجه به اینکه استفاده از کود به دلیل افزایش عملکرد و نیاز تغذیه‌ای نهال‌ها استفاده می‌شود، بنابراین بهره‌گیری از سوپرجاذب‌ها به دلیل نگهداری آب و عناصر غذایی این نیاز را مرتفع نموده، ازاین‌رو هزینه کودپاشی نیز از هزینه‌های ذکرشده کسر می‌شود. بر اساس تحقیقات (Nazarli *et al.*, 2010) پلیمرهای سوپرجاذب باعث افزایش ماندگاری آب در خاک شده و تعداد دفعات آبیاری را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهند. ازاین‌رو ۵۰ درصد هزینه‌های آبیاری نیز از هزینه‌های ذکرشده کسر می‌شود. بنابراین در مجموع به میزان ۵۳۰۰ هزار ریال در هکتار از هزینه‌های طرح کاسته می‌شود. یادآوری می‌شود که مقدار ۵۰ درصد کاهش نیاز آبی بر اساس این تحقیق ملاک عمل قرار گرفته و ارزیابی دقیق آن هدف این پژوهش نبوده است. همچنین از میان شاخص‌های مورد بررسی، درصد زنده‌مانی نهال‌ها در طرح‌های جنگل‌کاری و بیابان‌زدایی مورد توجه است و سایر شاخص‌ها تحت‌الشعاع آن قرار دارند. بر اساس نتایج بدست آمده در این تحقیق، درصد زنده‌مانی در تیمارهای خاک‌ارّه نسبت به دو تیمار دیگر متفاوت بوده، ازاین‌رو ارزیابی آن متفاوت خواهد بود. درصد زنده‌مانی نهال‌های تحت تیمار خاک‌ارّه ۷۵ درصد بوده، بنابراین هزینه واکاری تا ۷۵ درصد کاهش می‌یابد. سایر هزینه‌ها مانند سایر تیمارها بوده، در مجموع ۴۹۵۰ هزار ریال در هکتار از هزینه‌های طرح کاسته می‌شود.

جدول ۴- هزینه تهیه سوپرجاذب‌های مورد استفاده در طرح بیابان‌زدایی (هزار ریال)

نوع سوپرجاذب	مقدار مصرف برای هر نهال بر حسب گرم	قیمت واحد (کیلوگرم در هزار ریال)	قیمت برای هر نهال	تعداد نهال در هر هکتار	مقدار هزینه مصرف در هکتار
پلیمر نانوهورسان	۲۵۰	۲۴۰	۶۰	۱۰۰	۶۰۰۰
خاک برگ	۲۵۰	۱۰	۲/۵	۱۰۰	۲۵۰
خاک ارّه	۲۵۰	۰	۰	۱۰۰	۰

جدول ۵- میزان صرفه‌جویی در هزینه‌های طرح با استفاده از افزودنی‌های طبیعی و مصنوعی (هزار ریال)

ردیف	سوپرجاذب‌های مورد استفاده	برآورد میزان صرفه‌جویی در هزینه‌های طرح در سطح یک هکتار
۱	پلیمر نانو هورسان	۵۳۰۰-۶۰۰۰=- ۷۰۰
۲	خاک‌برگ (هوموس)	۵۳۰۰-۲۵۰ =۵۰۵۰
۳	خاک ارّه	۴۹۵۰-۰ =۴۹۵۰

با مقایسه هزینه تهیه سوپرجاذب پلیمری و هزینه کسر شده بالا، در صورت استفاده از سوپرجاذب پلیمری به میزان ۷۰۰ هزار ریال به هزینه ذکرشده اضافه می‌شود که با افزایش مساحت طرح، میزان افزایش هزینه نیز اضافه خواهد شد. به استناد این بررسی‌ها حتی اگر میزان آبیاری تا ۵۰ درصد کاهش یابد استفاده از این سوپرجاذب توجیه اقتصادی ندارد. البته با توجه به کمبود جدی منابع آبی در سطح کشور می‌توان در مقیاس کوچکتر از این مواد هم بهره جست. با مقایسه هزینه تهیه خاک‌برگ و هزینه کسر شده بالا، به میزان ۵۰۵۰ هزار ریال از هزینه طرح صرفه‌جویی شده، ازاین‌رو استفاده از این افزودنی آلی توجیه اقتصادی دارد. با توجه به اینکه افزودنی خاک‌ارّه از ضایعات چوب بدست می‌آید و عمدتاً به صورت رایگان تهیه می‌شود، بنابراین در این بخش صرفه‌جویی کامل هزینه به میزان ۴۹۵۰ هزار ریال در هکتار ایجاد خواهد شد. ازاین‌رو استفاده از این افزودنی آلی توجیه اقتصادی دارد.

بحث

با مقایسه میانگین عملکرد ۱۳ شاخص رویشی و فیزیولوژی گونه کهور پاکستانی تحت اعمال تیمارهای پلیمر نانوهورسان، خاک‌برگ و خاک‌ارّه مشاهده گردید که این افزودنی‌ها نسبت به تیمار شاهد در بسیاری از شاخص‌ها عملکرد بالاتری در نهال ایجاد کرده‌اند. به‌طور کلی تیمار خاک‌ارّه نسبت به دو تیمار دیگر عملکرد پایین‌تری از خود نشان داده ولی نسبت به تیمار شاهد تفاوت عملکردی بالایی داشته است. بنابراین به نظر می‌رسد تخلخل کل زیاد خاک‌ارّه (۹۶/۸٪) موجب ظرفیت نگهداشت کم آب شده و این شرایط فیزیکی نامناسب، باعث شده این بستر قادر به تأمین آب و عناصر غذایی کافی برای گیاه نباشد (Manas *et al.*, 2008; Liu *et al.*, 2013) و سبب رشد کم گیاه در مقایسه با دو تیمار دیگر شده است. نتایج این بررسی‌ها نشان داد که سوپرجاذب پلیمری نانوهورسان در مقایسه با دیگر افزودنی‌های این تحقیق در افزایش صفات مهمی مانند ارتفاع نهال، قطر یقه و وزن تر و خشک ریشه اثر بالاتری از خود نشان دادند و افزودنی‌های خاک‌برگ و خاک‌ارّه به‌ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌دار عملکرد خاک‌برگ روی شاخص‌های رویشی علاوه بر حفظ ذخیره رطوبتی گیاه، احتمالاً به دلیل وجود عناصر غذایی فراوانی است (Heydari *et al.*, 2015) که در آن وجود داشته و می‌تواند مورد استفاده گیاه قرار گیرد. از بررسی ۱۳ شاخص رویشی و فیزیولوژی، دو شاخص ضریب پایداری و شاخص ویژه سطح برگ تفاوت معنی‌داری در اثر کاربرد افزودنی‌ها با تیمار شاهد از خود نشان ندادند و عملکرد مشابهی داشتند. عدم تغییر عملکرد در شاخص‌های مذکور با وجود اعمال سوپرجاذب‌ها را می‌توان چنین توجیه کرد که شاخص ضریب پایداری که در واقع نسبت قطر یقه به ارتفاع نهال را نشان می‌دهد در اثر استفاده از سوپرجاذب‌ها، میزان افزایش ارتفاع نهال بیش از قطر یقه بوده، بنابراین مقدار ضریب، اولاً همواره کمتر از یک بوده، درثانی به هر میزان هم تفاوت ایجاد شود به دلیل نزدیک بودن ارقام حاصل در سطح احتمال مورد نظر همواره معنی‌دار نخواهد بود. یکی از روش‌های سازگاری گیاهان مناطق بیابانی با شرایط خشکی محیط، رشد محدود برگ‌ها برای کاهش میزان تعرق می‌باشد. در گونه کهور پاکستانی

حتی در اثر استفاده از سوپرجاذب و سایر افزودنی‌ها و تأمین نیاز آبی گیاه، به دلیل ویژگی‌های ژنتیکی و فیزیولوژیکی، رشد برگ‌ها همواره محدود بوده است. بنابراین تغییر قابل ملاحظه‌ای در شاخص ویژه سطح برگ که نسبت سطح برگ به وزن خشک برگ را نشان می‌دهد، حاصل نشده است. یادآوری می‌شود عمده مطالعاتی که تاکنون در ارتباط با اثرهای سوپرجاذب‌ها بر عملکرد شاخص‌های رویشی و فیزیولوژی انجام شده تنها به صورت اثرهای یک سوپرجاذب در سطوح مختلف وزنی بر روی یک شاخص یا چندین شاخص انجام شده است (Zangoui nasab *et al.*, 2012; Najafi Alishah *et al.*, 2013). تحقیقات بسیار اندکی به صورت مقایسه همزمان چندین افزودنی مانند سوپرجاذب پلیمری، خاک برگ و خاک‌ارّه بر روی چندین شاخص گیاهان انجام شده است (Isvand & Farhadian Asgarabadi, 2017; Lotfy *et al.*, 2016) که این از مهمترین تفاوت‌های این تحقیق با دیگر مطالعات انجام شده می‌باشد. با مقایسه میانگین عملکرد اثرهای افزودنی‌ها بر شاخص رویشی ارتفاع نهال مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری بین سه تیمار پلیمر، خاک‌برگ و خاک‌ارّه با هم وجود دارد. به‌طوری‌که بیشترین میزان عملکرد در تیمار پلیمر بوده و تیمارهای خاک‌برگ و خاک‌ارّه در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. بالا بودن میزان عملکرد تحت تأثیر پلیمر ناشی از نگهداشت رطوبت مناسب در خاک و کاهش تبخیر فیزیکی بوده و باعث بهبود صفت مورد اندازه‌گیری در مقایسه با شاهد شده است (Fazeli Rostampur *et al.*, 2010; Wu *et al.*, 2008). با مقایسه میانگین عملکرد تیمارهای مختلف بر شاخص رویشی وزن تر اندام هوایی مشاهده گردید که تیمارهای خاک‌برگ و پلیمر نانوهورسان نسبت به تیمار شاهد اثر قابل توجه و معنی‌داری داشته ولی اختلاف معنی‌داری بین تیمار خاک‌ارّه و شاهد مشاهده نشد. افزایش وزن تر اندام هوایی در اثر اعمال تیمارهای طبیعی و پلیمری با نتایج به‌دست آمده با تحقیقات Yadav و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. اثر افزودنی‌های مختلف این تحقیق بر شاخص‌های وزن خشک اندام هوایی و وزن تر اندام هوایی نتایج تقریباً مشابهی داشت و در این رابطه تیمارهای خاک‌برگ و پلیمر نانوهورسان نسبت به تیمار شاهد و خاک اره اثر بیشتر و معنی‌داری داشتند. نتایج به‌دست‌آمده با تحقیق Anjavi Mousavi (۲۰۱۱) که به بررسی اثر سوپرجاذب بر خصوصیات گیاهچه استبرق پرداختند مطابقت دارد. بالا بودن وزن تر و خشک اندام‌های هوایی تحت تیمارهای پلیمری و خاک‌برگ به دلیل فراهمی آب مورد نیاز گیاه بوده که یکی از نیازهای اساسی گیاه در مناطق خشک برای انجام عمل فتوسنتز و تولید اندام‌های هوایی است (Muller *et al.*, 2011; Condon *et al.*, 2002). بنابراین نهال‌های شاهد که با کمبود آب مواجه می‌شوند، کاهش فتوسنتز و تولید ماده گیاهی امری بدیهی و اجتناب‌ناپذیر است. با مقایسه میانگین عملکرد اثرهای تیمارهای مختلف این تحقیق بر شاخص رویشی وزن تر ریشه نهال‌ها مشاهده گردید که تفاوت قابل ملاحظه و معنی‌داری بین چهار تیمار وجود داشته است. سوپرجاذب پلیمری، خاک‌برگ، خاک‌ارّه و شاهد به‌ترتیب بالاترین عملکرد را از خود نشان داده‌اند. نتایج به‌دست آمده با تحقیق Ghasemi وKhakshahi (۲۰۰۷) مطابقت دارد. با مقایسه میانگین عملکرد اثرهای افزودنی‌ها بر شاخص رویشی وزن خشک ریشه نهال‌ها نتایج کاملاً مشابهی با وزن تر ریشه آنها بدست آمد. به‌عبارت‌دیگر، این شاخص رویشی به‌طور مشابه تحت تأثیر تیمارهای مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده با تحقیق Anjavi Mousavi (۲۰۱۱) مطابقت دارد. در این تحقیق بیشترین وزن تر و خشک ریشه در تیمار پلیمر به‌دست آمد. با کاهش قابلیت آب، وزن خشک ریشه نیز کاهش می‌یابد (Haase & Rose, 1993; Fernández *et al.*, 2016). با کاربرد سوپرجاذب‌ها نوسانهای رطوبتی کاهش و دوام و رشد گیاه نیز افزایش می یابد (Cao *et al.*, 2017) و با تداوم رشد گیاه بر وزن تر و خشک آن نیز افزوده می‌شود. با مقایسه میانگین عملکرد اثرهای افزودنی‌ها بر شاخص رویشی طول ریشه نهال مشاهده گردید که عملکرد طول ریشه در اثر استفاده از این تیمارها نسبت به دیگر شاخص‌ها وضعیت متفاوتی داشته، به

طوری‌که بالاترین عملکرد مربوط به تیمار خاک‌ارّه بوده است و پایین‌ترین عملکرد در تیمارهای پلیمری و خاک‌برگ مشاهده گردید. نتایج به‌دست‌آمده که حکایت از کاهش عملکرد طول ریشه در اثر سوپرجاذب دارد با تحقیق Zangooei nasab و همکاران(۲۰۱۲)، مغایر بود. بنابراین به نظر می‌رسد تخلخل زیاد خاک‌ارّه، ظرفیت نگهداری آب را کاهش داده و این شرایط فیزیکی نامناسب، باعث شده این بستر قادر به تأمین کافی آب و عناصر غذایی برای گیاه نباشد. در نهال‌های تحت تیمارهای خاک‌ارّه و شاهد به دلیل سرمایه‌گذاری بیشتر گیاه برای توسعه ریشه به‌منظور جذب آب، توسعه ریشه در مناطق عمیق خاک اتفاق افتاده است، زیرا هنگامی که گیاه با خشکی مواجه می‌شود سیستم ریشه‌ای عمیق‌تر می‌شود (Paez-Garcia *et al.*, 2015). با مقایسه میانگین عملکرد اثرهای تیمارها بر شاخص رویشی قطر یقه نهال‌ها مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. به‌طوری‌که ترتیب افزایش شاخص قطر یقه نهال به‌ترتیب در پلیمر نانوهورسان، خاک‌برگ، خاک‌ارّه و شاهد بوده است. علت افزایش قطر یقه در تیمارهای افزودنیهای پلیمری، خاک برگ و خاک اره نسبت به تیمار شاهد را می‌توان به دلیل خاصیت نگهداری آب و مواد غذایی و افزایش فرایندهای متابولیسمی گیاه، توسط این افزودنی‌ها دانست. با مقایسه میانگین عملکرد اثر تیمارهای افزودنی بر شاخص رویشی زنده‌مانی نهال‌ها مشاهده گردید که تیمارهای خاک‌برگ و پلیمر نانوهورسان نسبت به خاک‌ارّه بر شاخص مورد نظر اثر قابل توجه و معنی‌داری داشته ولی اختلاف معنی‌داری بین این دو تیمار با هم مشاهده نشد. همچنین اختلاف معنی‌داری بین تیمار خاک‌ارّه با تیمار شاهد مشاهده گردید. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از این تیمارهای افزودنی در یک منطقه خشک و بیابانی رطوبت مورد نیاز گیاه را تأمین کرده و باعث استقرار و زنده‌مانی نهال‌ها شده است. نتایج به‌دست آمده با تحقیق Jafari و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد.

با مقایسه میانگین عملکرد اثرهای افزودنی‌های پلیمری، خاک برگ و خاک اره بر شاخص رویشی شادابی نهال مشاهده گردید که تیمارهای خاک‌برگ و پلیمر نانوهورسان نسبت به تیمار شاهد اثر قابل توجه و معنی‌داری داشته ولی اختلاف معنی‌داری بین تیمار خاک‌ارّه با شاهد مشاهده نشد. سوپرجاذب پلیمری و خاک‌برگ با بهبود شرایط فیزیکی خاک و فراهمی رطوبت مورد نیاز گیاه، باعث شده گیاه کمتر تحت تأثیر شرایط تنش خشکی قرار گیرد. ازاین‌رو شادابی گیاه که بیانگر درصد برگ‌های کاملاً سبز است بیشتر نمود پیدا کرده است. کاربرد سوپر جاذب سبب افزایش میزان نگهداری آب موجود در خاک و به‌تبع آن افزایش درصد رطوبت نسبی برگ و شادابی گیاه در شرایط خشکی می‌شود (Rezashateri *et al.*, 2017; Khodadadi Dehkordi, 2016). با مقایسه میانگین عملکرد اثرهای افزودنی‌ها بر شاخص فیزیولوژی فتوسنتز خالص برگ نهال‌ها وضعیت کاملاً متفاوتی در مقایسه با سایر شاخص‌ها بروز کرد. تیمار خاک‌برگ نسبت به سایر تیمارها عملکرد بالاتری داشته ولی سایر تیمارها در مقایسه با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. به‌عبارت‌دیگر اثر اعمال تیمارهای سوپرجاذب پلیمری، خاک‌ارّه و شاهد بر روی شاخص فتوسنتز خالص برگ نهال‌ها با هم یکسان بوده است. در بررسی شاخص فتوسنتز خالص برگ و مقایسه تیمارها با هم می‌توان نتیجه گرفت که خاک‌برگ به حفظ بیشتر آب و عناصر غذایی و به تبع آن افزایش سطح برگ، حفظ کلروفیل گیاه و تداوم فتوسنتز کمک کرده و شرایط مطلوب‌تری را برای افزایش فتوسنتز خالص برگ به‌عنوان یک شاخص فیزیولوژیکی فراهم کرده است (Azuma et al., 2019). نتایج اثر تیمارهای افزودنی بر شاخص رویشی دوام سطح برگ نهال‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای پلیمر با خاک‌برگ و خاک‌ارّه با هم مشاهده نشد. دو تیمار پلیمری و خاک‌برگ نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند ولی خاک‌ارّه نسبت به تیمار شاهد اختلافی معنی‌داری نداشت. بنابراین به نظر می‌رسد که سوپرجاذب به دلیل کاهش آب و مواد غذایی ازدست‌رفته و افزایش کارایی مصرف آنها در طی فصل رشد، باعث افزایش سرعت رشد محصول، دوام سطح

برگ و طول دوره فتوسنتز در گیاه شده و باعث افزایش عملکرد در مقایسه با شاهد در گیاه شده است. Dale و Daniels (۱۹۹۵)، بیان کردند که برگ‌های رشد کرده در شرایط مصرف سوپرجاذب معمولاً کمتر در معرض تنش خشکی قرار گرفته، در نتیجه از سطح ویژه بالاتری برخوردار هستند که باعث افزایش شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و در نهایت عملکرد کمی و کیفی علوفه می‌گردد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. با مقایسه میانگین عملکرد اثر تیمارهای افزودنی پلیمر و غیرپلیمری بر شاخص رویشی سطح ویژه برگ نهال‌ها مشاهده گردید که نتایج بدست‌آمده با شاخص ضریب پایداری مشابهت دارد. به‌عبارت‌دیگر اختلاف معنی‌داری بین اثر تیمارها بر شاخص مورد بررسی وجود ندارد. به‌طور کلی نتایج حاصل از جدولهای تجزیه واریانس کلیه شاخص‌ها نشان داد که اثر منابع تغییرات برون گروهی (تیمارها) بر کلیه صفات مورفولوژی و فیزیولوژی گونه مورد مطالعه به‌جز در صفات رویشی ضریب پایداری و شاخص ویژه سطح برگ در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بوده است. بنابراین می‌توان افزایش عملکرد را به نقش مثبت سوپرجاذب مورد استفاده در کاهش آب‌شویی عناصر غذایی در مقایسه با تیمار شاهد نسبت داد. به‌عبارت دیگر علت بالا بودن اکثریت شاخص‌های رویشی در سوپرجاذب‌های پلیمری و خاک‌برگ در مقایسه با شاهد، توانایی برای استفاده از آب به طور بهینه و تحمل بیشتر این گیاهان به خشکی و توانایی تولید بالاتر است. به استناد نتایج حاصل از این تحقیق اکثریت شاخص‌های رویشی نهال‌های کهور پاکستانی در اثر استفاده از تیمارهای مورد بررسی بهبود یافته است. تحقیقات نشان داد که کاربرد افزودنی‌های پلیمری و غیرپلیمری خاک‌برگ و خاک‌اره (به‌ویژه پلیمر و خاک برگ) سبب بهبود بیشتر صفات مورد بررسی نهال کهور شده است. با مقایسه میانگین‌های به‌دست آمده و با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی و به‌ویژه کمبود آب و تبخیر بسیار بالا در منطقه، می‌توان کاربرد تیمارهای خاک‌برگ را برای استقرار نهال‌های کهور پاکستانی پیشنهاد کرد که در این حالت می‌توان گیاهان با کیفیت بالاتری تولید کرد و با انتقال نهال‌ها به عرصه، از پدیده مخرب بیابان‌زایی جلوگیری به‌عمل آورد.

سپاسگزاری

این مقاله در راستای اهداف هسته پژوهشی مدیریت حوزه آبخیز دانشگاه ایلام تهیه شده است. بنابراین از دست‌اندرکاران قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Anjavi Mousavi, F., 2011. Investigation of the effect of different levels of super absorbent on improving the primary crop and efficiency of seedling water consumption in drought stress conditions, M.Sc. thesis, Shiraz University.
- Azuma, W., Ishii, H.R. and Masaki, T., 2019. Height-related variations of leaf traits reflect strategies for maintaining photosynthetic and hydraulic homeostasis in mature and old Pinus densiflora trees. Oecologia, pp: 1-12.
- Banedjschafie, S., Khosroshahi, M., Jafari, A.A., Khaksarian, F. and Zenouzi, L.K., 2017. Effects of superabsorbent polymer and Plantbac panels on water consumption and growth in Saxaul in order to create green space in desert regions. Iranian Journal of Range and Desert Research, 24(1): 224-237.
- 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. Journal of Ecological Engineering, 102: 270-279.
- Chirino, E., Vilagrosa, A. and Vallejo, V.R., 2011. Using hydrogel and clay to improve the water status of seedlings for dry land restoration. Journal of Plant Soil, 344: 99-110.
- Condon, A.G., Richards, R.A., Rebetzke, G.J. and Farquhar, G.D., 2002. Improving intrinsic water-use efficiency and crop yield. Journal of Crop science, 42(1):122-131.
- Dale, R.F. and Daniels, J.A., 1995. A weather-soil variable for estimating soil moisture stress and corn yield probabilities. Agronomy Journal, 87: 115-121.
- Fazeli Rostampur, M., Seghataleslami, M.J. and Moosavi, S.R., 2010. The effect of water stress and polymer superabsorbent A 200 on yield and water use efficiency maize (Zea mays L.) in zone birjand. Journal of Environment Strees Crop Science, 4: 1. 11-19.
- Fernández, M.E., Passera, C.B. and Cony, M.A. 2016.

Forests, 37: 295-311.
– Muller, B., Pantin, F., Génard, M., Turc, O., Freixes, S., Piques, M. and Gibon, Y., 2011. Water deficits uncouple growth from photosynthesis, increase C content, and modify the relationships between C and growth in sink organs. Journal of experimental botany, 62(6):1715-1729.
– Najafi Alishah, F., Golchin, A. and Mohebi, M., 2013. The effects of Aquasorb water-absorbing polymer and irrigation frequency on yield, water use efficiency and growth indices of greenhouse cucumber. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center, 4 (3):1-14.
– Nazarli, H., Zardashti, M.R., Darvishzadeh, R. and Najafi, S., 2010. The effect of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits of sunflower. Journal of Notulae Scientia Biologicae, 2(4):53-58.
– Paez-Garcia, A., Motes, C., Scheible, W.R., Chen, R., Blancaflor, E. and Monteros, M., 2015. Root traits and phenotyping strategies for plant improvement. Journal of Plants, 4(2): 334-355.
– Puoci, F. and Lemma, F., 2008. Polymer in agriculture: a review. American Journal of Agricultural and Science Publications, 3(1): 299-314.
– Rafiei Majomard, Z., Tavili, A., Zehtabian, G., Heidari, M. and Soltani Gardfaramarzi, M., 2012. Investigation of the effect of moisture absorbing polymer on the vegetative characteristics of black hawthorn seedlings and the amount of water used in the nursery. Journal of Rangeland Research, 6 (2): 119-111.
– Rezaie, R. and Raiesi, F., 2016. Effect of superabsorbent polymers on soil microbial respiration and biomass under drought stress condition. Journal of Soil Biology, 3 (2):151-162.
– Rezaie, S.A., 2009. Comparison between polylatice polymer and petroleum mulch on seed germination and plant establishment in sand dune fixation. Iranian Journal of Range and Desert Research, 16(1):124-136.
– Rezashateri, M., Khajeddin, S.J., Abedi-Koupai, J., Majidi, M.M. and Matinkhah, S.H., 2017. Growth characteristics of *Artemisia sieberi* influenced by super absorbent polymers in texturally different soils under water stress condition. Archives of Agronomy and Soil Science, 63(7): 984-997.
– Tongo, A., Mahdavi, A. and Sayad, E., 2014. Effect of superabsorbent polymer aquasorb on chlorophyll, antioxidant enzymes and some growth characteristics of Acacia Victoriae seedlings under Sapling growth, water status and survival of two native's hrubs from the Monte Desert, Mendoza, Argentina, under different preconditioning treatments. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 48(1):58-75.
– Ghasemi, M. and Khakshahi, M., 2007. Effect of super absorbent polymer on irrigation and growth of chrysanthemum. Journal of Iranian Horticultural Science and Technology, 8 (2): 65-82.
– Haase, D.L. and Rose, R., 1993. Soil moisture stress induces transplant shock in stored and unstored 2+ 0 Douglas-fir seedlings of varying root volumes. Journal of Forest Science, 39 (2): 275-294.
– Heydari, M., Pothier, D., Jaferyan, E., Merzaei, V. and Heidarpour, A., 2015. Effect of organic soil amendments on growth and efficiency of redbud (Cercis griffithii) seedlings in nurseries. Journal of Ecopersia, 3(1):867-879.
– Hosseini, S., Sadeghipour, A. and Nikoo, S.H., 2019. The effect of clay nanoparticles in synthetic polymeric resins on germination and growth in two species of Nitraria schoberi and Halothamnus glaucus. Iranian Journal of Range and Desert Research, 26(4):1032-1041.
– Isvand, H.R. and Farhadian Asgarabadi, K., 2017. Effects of mycorrhiza and superabsorbent on root morphological characteristics and yield of chickpea (Cicer arietinum L.) under rain-fed conditions. Journal Crop Production. 10 (2): 61-73.
– Jafari, M., Ali, M. and Tavili, A., 2012. Application of superabsorbent hydrogels on soil moisture preservation and Atriplex canescens deployment in arid regions. Journal of Renewable Natural Resources Research, 3(2):18-11.
– Khodadadi Dehkordi, D., 2016. The Effects of Superabsorbent Polymers on Soils and Plants. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science, 39(3):356-372.
– Liu, F., Ma, H., Xing, S., Du, Z., Ma, B. and Jing, D., 2013. Effects of super-absorbent polymer on dry matter accumulation and nutrient uptake of Pinus pinaster container seedlings. Journal of forest research, 18(3):220-227.
– Lotfy, F., Sodaeizadeh, H., Mirmohammady Maibody, S.A.M. and Mosleh Arani, A., 2016. Ameliorative effects of Stockosorb and Xanous superabsorbents on cucumber growth under saline-soil conditions. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center, 7 (2):1-9.
– Manas, P., Castro, E. and Heras, D., 2008. Quality of maritime pine (Pinus pinaster Ait) seedlings using waste materials as nursery growing media. New

drought stress. Ecopersia Journal, 2(2): 571-583.
– Wu, L., Liu, M. and Liang, R., 2008. Preparation and properties of a doublecoated slow-release NPK compound fertilizer with superabsorbent and water retention. Journal of Bioresource Technology, 99: 547-554.
– Yadav, M. and Rhee, K.Y., 2012. Superabsorbent nan composite (alginate-g-PAMPS/MMT): synthesis, characterization and swelling behavior. Journal of Carbohydrate Polymers, 90: 165-173.
– Zangooei Nasab, S.H., Emami, H., Astaraei, A.R. and 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.
– Zangoui nasab, S.H., Emami, H., Astaraei, A. and Yari, A., 2012. Effects of different amounts of super absorbent and irrigation interval on some soil physical properties and Atriplex Growth Indices. Journal of Water Research in Agriculture, 26 (2): 211-223.

The effect of superabsorbent polymer, humus and sawdust on vegetative traits and physiology of of *Prosopis juliflora* in desert area (Case Study: Mehran Region)

F. Ghanbari[1], M. Tavakoli[2*], M. Heydari[3] and H. Fathizad [4]

1- M.Sc. in Combating Desertification, Department of Rangeland and Watershed Management, Agriculture Faculty, Ilam University, Ilam, Iran
2*- Corresponding author, Associate Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture, Ilam University, Iran, Email:tmohsen2010@hotmail.com
3- Associate Professor, Department of Forest Sciences, Faculty of Agriculture, Ilam University, Iran
4- Ph.D. in Combating Desertification, Department of Arid and Desert Regions Management, College of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Iran

Received: 05/14/2020 Accepted: 11/30/2020

Abstract

Nowadays, water scarcity and desertification are serious problems in many parts of the world, which puts the development of vegetation and the growth of agricultural products at serious risk. Therefore, proper management and application of new methods to increase irrigation efficiency and thus improve the utilization of limited water resources is an inevitable necessity. One of these methods that have been considered recently is the use of various additives such as polymer and natural. This study aimed to investigate the effect of natural and artificial superabsorbents on the performance of *Prosopis Juliflora* in climatic and edaphic conditions of arid areas of Ilam province, especially in Mohsenab plain of Mehran city, and it is an issue that is less addressed in this region and in general in the field of arid and semi-arid regions. In this regard, the effects of natural additives (Humus and Sawdust) and artificial superabsorbent (Nanohursan polymer) on *Prosopis juliflora* have been compared by comparing the average of thirteen vegetative and physiological indexes in a completely randomized block design. The results of this study showed that the effect of superabsorbents (treatments) on all morphological and physiological traits of the studied species except for vegetative traits, stability coefficient, and specific leaf area index was statistically significant at $p< 0.05$. Therefore, as a general conclusion, it can be said that the majority of growth characteristics of *Prosopis juliflora* have improved due to the use of the studied treatments, and therefore, the addition of natural and unnatural additives in this region and similar areas is recommended.

Keywords: Superabsorbent, *Prosopis juiliflora*, humus and sawdust, Mehran.