مجله علمی‌پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان

سال یازدهم، شماره سی‌وچهارم، بهار ۱۴۰۱، صفحه ۴۷ـ۵۸

مقاله پژوهشی

تأثیر زئولیت و جیوهوموس بر شاخص‌های رشدی گیاه اسکنبیل (*Calligonum comosum*) و برخی خصوصیات خاک در مناطق بیابانی

فاطمه زارعیان[۱]، محمد جعفری[۲*]، سید اکبر جوادی[۳]، علی طویلی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۱۵ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۳۰**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سوپرجاذب و دور آبیاری بر عملکرد گیاه اسکنبیل، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی از اسفندماه ۱۳۹۴ به‌مدت دو سال در مرکز تحقیقات همزیستی با کویر کاشان انجام شد. در این تحقیق، تأثیر زئولیت در سه سطح (۰، ۱۰، ۱۵٪ وزنی) و سوپرجاذب جیوهوموس در چهارسطح (۰، ۱۰۰، ۲۵۰، ۱۵۰ گرم در هر چاله) و دور آبیاری (آبیاری معمولی، کم‌آبیاری)، بر ویژگی‌های رویشی گیاه اسکنبیل و برخی خصوصیات خاک مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها بر اساس جدول تجزیهٔ واریانس و برای مقایسهٔ میانگین تیمارها از آزمون مقایسهٔ میانگین دانکن استفاده شد. نتایج نشان داد استفاده از سوپرجاذب درمجموع تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشدی نهال‌ها شامل ارتفاع، قطر بزرگ تاج‌پوشش، قطر کوچک تاج‌پوشش و قطر یقه در مقایسه با شاهد داشته که بیشترین مقادیر شاخص‌ها به‌ترتیب عبارت است از (۴۹، ۳۹/۸۱، ۱۰/۸۷ و۰/۰۵۱۲ سانتی‌متر) و کمترین مقادیر مربوط به تیمار شاهد کم‌آبیاری می‌باشد. علاوه بر آن افزودن سوپرجاذب‌های ذکرشده به خاک باعث کاهش هدایت الکتریکی (۱/۳۹ دسی‌زیمنس بر متر) و وزن مخصوص ظاهری (۱/۴۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب) خاک شد. پس از بررسی، بهترین سطح استفاده از سوپرجاذب‌ها مربوط به ۱۵٪ وزنی زئولیت و ۲۵۰ گرم جیوهوموس است. بنابراین با توجه به تأثیر مثبت سوپرجاذب بر ویژگی‌های مورد بررسی، می‌تواند گامی مؤثر در احیای بیولوژیک این مناطق باشد.

کلیدواژه‌ها: پلیمرهای فراجاذب، خاک، آبیاری، شاخص‌های رشدی.

---

۱. دانش‌آموخته دکتری رشته مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، نویسنده مسئول، Jafary@ut.ac.ir

۳. دانشیار گروه مرتع‌داری واحد علوم وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.ایران

۴. دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

* این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری واحد علوم وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی است.

DOI: 10.22052/deej.2021.11.34.31

مقدمه

بیابان‌زایی[1] یکی از مشکلات بزرگ عصر حاضر است که میلیون‌ها نفر از مردم سراسر جهان را به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تهدید می‌کند. نمادهای بیابان‌زایی شامل فرسایش تسریع‌شدهٔ خاک به‌وسیلهٔ آب و باد، افزایش شوری خاک و منابع آب زیرزمینی، کاهش تنوع گونه‌ها (کیفی) و میزان زیست‌توده[2] (کمی) گیاهان و کاهش باروری اکوسیستم‌های[3] مناطق خشک به‌همراه فقیرتر شدن جوامع انسانی وابسته به این اکوسیستم‌ها می‌باشد (ویلیامز و بالینگ[4]، ۱۹۹۶). بخش وسیعی از ایران تحت‌تأثیر اقلیم خشک و نیمه‌خشک می‌باشد که مهم‌ترین عامل محدودکننده در مناطق خشک و بیابانی منابع آب است. افزون بر کمبود بارندگی، توزیع زمانی و مکانی آن نیز در کشور ایران بسیار نامناسب است. فقدان آب و بیابان‌زایی از مشکلات جدی در بسیاری از نواحی دنیا محسوب می‌شود زیرا این دو مشکل توسعه و استقرار پوشش گیاهی را در معرض خطر جدی قرار می‌دهد (پووسی و لما[5]، ۲۰۰۸). با احیای بیولوژیک و توسعهٔ پوشش گیاهی امکان تعادل اکولوژیک فراهم می‌شود. سلامت و توسعه مراتع در مناطق خشک که ایران جزء این مناطق است نیاز به آب کافی دارد (جعفریان و لاهوتی، ۲۰۰۶). بنابراین استفادهٔ مؤثر از فناوری‌های نوین برای بالا بردن کارایی مصرف در منابع محدود آبی امری ضروری و حیاتی است (جلیلی و جلیلی، ۲۰۱۱). یکی از این ابزارها استفاده از سوپرجاذب‌هاست. پلیمرهای فراجاذب[6] (SAP) موادی هستند که چندین برابر وزن خود آب را جذب (هاترمن[7] وهمکاران، ۱۹۹۷)و در خود نگهداری می‌کنند (اسماعیل و المرشادی[8]، ۲۰۱۱). پلیمرهای سوپرجاذب از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک همراه با بهبود دانه‌بندی و ساختمان خاک، افزایش قابلیت و ثبات خاکدانه‌ها و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک (یزدانی و همکاران، ۲۰۰۷)، کاهش آبشویی مواد غذایی خاک، کاهش میزان تبخیر از سطح خاک و افزایش تهویهٔ خاک، موجب رشد و نمو بهتر گیاهان و در نتیجه افزایش عملکرد در شرایط مطلوب و تنش خشکی می‌شود (عابدی کوپایی و مس‌فروشان، ۲۰۰۹). آن‌ها با جذب سریع آب و حفظ آن، بازده ناشی از بارندگی را بالا برده و در صورت آبیاری خاک، فواصل آبیاری را نیز افزایش می‌دهد (زنگویی‌نسب و همکاران، ۲۰۱۲). مقدار این افزایش بسته به شرایط فیزیکی خاک، آب و هوا و میزان مصرف سوپرجاذب در خاک متفاوت است (الله‌دادی، ۲۰۰۲). پلیمرهای سوپرجاذب باعث افزایش ماندگاری آب در خاک گشته و تعداد آبیاری را تا ۵۰٪ کاهش می‌دهد (نظرلی[9] و همکاران، ۲۰۱۰). در سال ۱۷۵۶ میلادی، کانی‌شناس سوئدی اکسل فردریک کرونستد زئولیت[10] (سنگ‌های جوشان) را معرفی کرد (تئوفیلو[11]، ۲۰۰۰). اکنون بیش از ۵۰ نوع زئولیت طبیعی شناسایی شده است (ابادزیچ[12] و رایان، ۲۰۱۱). رایج‌ترین نوع زئولیت که در عرصه‌های کشاورزی و منابع طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد، کلینوپتیلولایت است. ظرفیت تبادل کاتیونی کلینوپتیلولایت درحدود ۲/۲۵meq/gr است (مامپتون و لاروکا[13]، ۱۹۹۹).

جیوهوموس[14] کمپلکسی پلیمری-آلی به‌عنوان سوپرجاذب آب و تقویت‌کنندهٔ خاک و ارگانیک است و کارکرد چندگانه دارد. این ماده را کشور آلمان ساخت و از دو جزء اصلی تشکیل شده است: مواد ارگانیک سوپرجاذب آب و مواد معدنی تقویت‌کنندهٔ خاک که به‌صورت ترکیبات سنگ‌های آتشفشانی، خاک رس و سیلیکات و عناصر مغذی مانند ترکیبات نیتروژن و P2O5، K2O، CaO و سایر عناصر است.[15] بنابراین می‌توان از این مواد به‌ویژه در خاک‌های سبک مناطق بیابانی برای بالا بردن میزان نگهداشت آب و افزایش فواصل آبیاری گیاهان استفاده کرد (بیگی و همکاران، ۲۰۱۲). آرمندپیشه و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند کاربرد زئولیت می‌تواند اثرات نامطلوب تنش خشکی بر تولید گیاهچه‌های غیرنرمال را کاهش دهد و سبب افزایش جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه در بذور کلزا گردد. در

1. Desertification
2. Biomass
3. Ecosystem
4. Williams and Balling
5. Puoci and Lemma
6. Super Absorbent Polymer
7. Hutterman
8. Ismail and Almarshadi
9. Nazarli
10. Zeolite
11. Theophilou
12. Abadzic and Ryan
13. Mumpton and Laroca
14. Geohumus
15. available at www.Geohumus.com

این راستا بندک[1] (۲۰۱۰) تأثیر دو نوع سوپرجاذب A200 و استاکوزورب را بر روی ویژگی‌های رویشی نهال‌های آتریپلکس کانسنس کاشته‌شده در گلدان بررسی نمود. نتایج نشان داد که هر دو سوپرجاذب مورد استفاده در این مطالعه تأثیر مثبت بر استقرار، زنده‌مانی و ویژگی‌های جوانه‌زنی گیاه آتریپلکس کانسنس داشته؛ هرچند که استاکوزورب تأثیر بیشتری نسبت به A200 در بهبود صفات مطالعاتی داشته است. همچنین شهریاری و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند نوع خاک، مقدار سوپرجاذب، نوع آبیاری و دورهٔ آبیاری بر روی وزن تر گیاه اثر معنی‌داری داشته، به‌طوری که استفاده از سوپرجاذب‌ها حتی در خاک‌های بیابانی می‌تواند در احیای بیولوژیک گونهٔ قره‌داغ مؤثر باشد. ناصری و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر مقادیر صفر، ۶ و ۱۲ تن زئولیت در هکتار در سورگوم در شرایط آبیاری نرمال و تنش رطوبتی را بررسی کردند؛ بر اساس نتایج مذکور حداکثر عملکرد گیاه در شرایط آبیاری نرمال به‌همراه با ۱۲ تن زئولیت به دست آمد. در این خصوص جعفری و همکاران (۲۰۱۲) کاربرد هیدروژل سوپرجاذب A200 و سیلیکات بر قدرت نگهداری رطوبت خاک و استقرار *Atriplex canescens* در مناطق خشک را مورد پژوهش قرار داد؛ نتایج تأثیر مثبت استفاده از هر دو سوپرجاذب در استقرار و درصد زنده‌مانی نهال‌های آتریپلکس کانسنس و بهبود ویژگی‌های رویشی را نشان داد. رمضانی (۲۰۱۲) تأثیر مقادیر مختلف هیدروژل جاذب رطوبت A200 و سیلیکات بر استقرار گونه‌های گیاهی آتریپلکس، زردتاغ و اسکنبیل در بیابان شهرستان اشتهارد را بررسی و گزارش کرد که استفاده از هر دو سوپرجاذب تأثیر مثبتی در استقرار و درصد زنده‌مانی نهال‌های آتریپلکس، اسکنبیل و زرد تاغ و بهبود صفات اندازه‌گیری‌شده دارند. در خصوص کاربرد زئولیت نتایج تحقیق صالحی و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که زئولیت تأثیر معنی‌داری بر روی عملکرد گل، تعداد گل در بوته، ارتفاع بوتهٔ گیاه دارویی بابونهٔ آلمانی دارد. توحیدی مقدم و همکاران (۲۰۱۸) اظهار داشتند که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد و اجزای دانهٔ گندم و شاخص برداشت شد درحالی‌که کاربرد سوپرجاذب A200 در شرایط تنش خشکی موجب بهبود عملکرد، اجزای دانه و شاخص برداشت شد. زارعی سیاه‌بیدی و رضایی‌زاد (۲۰۱۸) نتیجه‌گیری کردند که استفاده از سوپرجاذب A200 به‌طور نسبی می‌تواند اثر تنش خشکی را در گیاه آفتابگردان کاهش دهد. خلیلی و حمره (۲۰۲۱) اثر دور آبیاری و سوپرجاذب A200 را بر روی عملکرد علوفه بررسی کردند و نتایج حاصل آن نشان داد که اثر متقابل تیمار آبیاری و سطوح سوپرجاذب بر ارتفاع بوته، عملکرد خشک علوفه و درصد پروتئین خام معنی‌دار بود. اززم[2] (۱۹۸۰) طی آزمایشی مشاهده کرد که پلیمرهای سوپرجاذب وزن مخصوص ظاهری خاک شنی از ۱/۶۱۶ g/cm3 به ۱/۵۸۵ g/cm3 و وزن مخصوص ظاهری خاک شنی رسی را از ۱/۳۳۱ g/cm3 به ۱/۲۰۳ g/cm3 کاهش دادند. بهبهانی و همکاران (۲۰۰۹) نتیجه گرفتند کاربرد پلیمر استاکوزورب باعث بهبود برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شده، به‌طوری که باعث افزایش رطوبت اشباع خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شده و بهره‌وری بیشتر در مصرف آب را فراهم می‌آورد. خدادادی (۲۰۱۶) با تحلیل پژوهش‌های انجام‌شده در زمینهٔ سوپرجاذب و تأثیر آن‌ها بر گیاه و خاک، گزارش داد افزودن سوپرجاذب به خاک خصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش نگهداری رطوبت، کاهش دفعات آبیاری می‌شود، به‌طوری که این اثرات ساختاری به‌مدت سه تا پنج سال باقی می‌ماند. در حال حاضر بیش از ۷۰٪ اعتبارات پروژه‌های بیولوژیک بیابان‌زایی و تثبیت ماسه‌های روان صرف عملیات تأمین آب و آبیاری در مناطق بیابانی کشور می‌شود. با استفاده از سوپرجاذب‌ها، شیوهٔ نوینی از آبیاری ارائه شده است (کازانسکی و دوبروفسکی[3]، ۱۹۹۲) که با استفاده از آن می‌توان تا ۷۰٪ در مصرف آب آبیاری صرفه‌جویی کرد. بنابراین روش یادشده به‌تنهایی یا در کنار سایر روش‌های نوین آبیاری، اگر به‌درستی پیاده شود و تداوم یابد، این توانایی را دارد که سرزمین‌های خشکی مانند ایران را از فجایع خشکسالی نجات دهد. کاربرد هیدروژل‌های سوپرجاذب، جدیدترین شیوهٔ آبیاری برای مناطق خشک است که به‌کمک آن می‌توان مصرف آب آبیاری را

1. Bandak

2. Azzam
3. Kazanskii and Dubrovskii

کاهش داد و در ضمن از شویش کودهای محلول در آب و آلودگی آب‌های زیرزمینی جلوگیری کرد (حقانی و همکاران، ۲۰۱۰). به‌رغم استفادهٔ نسبتاً زیاد از سوپرجاذب‌ها در بخش کشاورزی این مواد در بخش منابع طبیعی به‌صورت میدانی و در برنامه‌های توسعهٔ بیولوژیک کمتر به کار رفته‌اند و معدود تحقیقات انجام‌شده در خصوص آن‌ها به‌صورت گلخانه‌ای یا آزمایشگاهی بوده است. بر همین اساس، نیاز به انجام تحقیقات میدانی برای مشخص کردن تأثیرگذاری آن‌ها در تأمین رطوبت مورد نیاز گیاهان کشت‌شده به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوس است. تحقیق حاضر با همین دیدگاه و به‌منظور آزمون تأثیر کاربرد سوپرجاذب در استقرار مناسب برخی گونه‌های مهم مورد استفاده در برنامه‌های بیابان‌زایی انجام شده است.

به همین منظور این تحقیق با هدف آزمون تأثیر کاربرد مقادیر مختلف زئولیت و جیوهوموس و دور آبیاری بر برخی خصوصیات رشدی گیاه اسکنبیل تحت‌تأثیر تنش خشکی و برخی خصوصیات خاک منطقه انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

این پژوهش در مرکز تحقیقاتی بین‌المللی همزیستی با کویر – ایستگاه پژوهشی کاشان وابستهٔ پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران صورت گرفت. طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقهٔ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵ دقیقهٔ شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۹۴۵ متر است. مجموع بارش سالیانهٔ کاشان ۱۳۶/۵ میلی‌متر است. بر اساس بررسی‌های بلندمدت میانگین سالیانهٔ دمای کاشان ۱۹/۷درجهٔ سانتی‌گراد در شهرستان کاشان میانگین دمای هوا در سردترین هوا ۱۶/۲ درجهٔ سانتی‌گراد و میانگین حداقل دمای آن ۱۲/۱ درجهٔ سانتی‌گراد است. میانگین ماهانهٔ رطوبت نسبی هوا طبق آمار در کاشان ۴۰٪ است. میانگین حداقل رطوبت نسبی ۲۷٪ و میانگین حداکثر آن ۵۶/۴٪ است (ادارهٔ هواشناسی کاشان، ۲۰۱۷).

خصوصیات اسکنبیل (*Calligonum comosum*)

اسکنبیل متعلق به خانوادهٔ علف هفت‌بند (*Ploygonaceae*) درختچهٔ شاخص مناطق شنزار بیابانی است. این گیاه دارای تنه‌ای منشعب، یا غیرمنشعب، سفیدرنگ، ساقه ایستا و افراشته بوده و برگ‌ها اغلب حالت آویز به خود می‌گیرند. دورهٔ رشد رویشی آن از اسفندماه آغاز و ظهور برگ‌های باریک و کشیده تا اواسط فروردین ادامه پیدا می‌کند. گل‌های ریز و سفیدرنگ آن از اواخر فروردین ظاهر شده تا اواخر اردیبهشت منظرهٔ بسیار بدیعی را به چهرهٔ شنزارها می‌بخشد. میوه‌ها به‌تدریج در خرداد ظاهر می‌شوند. میوه‌های مژک‌دار به رنگ‌های کرم، سفید، صورتی و قرمزرنگ، تمام پیکر گیاه را فرامی‌گیرند. ارتفاع اسکنبیل معمولاً بین یک تا سه متر متغیر است. دارای سیستم ریشه‌ای قوی بوده که علاوه بر تأمین نیاز آبی گیاه به‌عنوان ابزاری است که گیاه را در مقابل بادهای سهمگین و طوفان‌های شنی حفاظت می‌کند. این درختچه در شوره‌زارها، تپه‌های شنی حتی خاک‌های نیمه‌سنگین می‌روید (جعفری و طویلی، ۲۰۱۳).

مشخصات مواد مورد استفاده

در این پژوهش از دو مادهٔ سوپرجاذب استفاده شده است: ۱. زئولیت کلینوپتیلولیت تهیه‌شده از شرکت افرازند در سه سطح (۰، ۱۰، ۱۵٪ وزنی)؛ ۲. جیوهوموس محصول آلمان و تهیه‌شده از شرکت کالای دانشگاه تهران در چهار سطح (۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۵۰ گرم در هر چاله).

آبیاری

شامل دو سطح آبیاری معمولی که مطابق با طرح‌های نهال‌کاری رایج در منطقه هر ۳۰ روز یک بار در فصول بهار و تابستان انجام گرفت و در تیمار کم‌آبیاری که هر ۴۵ روز یک بار انجام گرفت که هدف، تعیین افزایش فواصل آبیاری در اثر کاربرد مواد اصلاح‌کننده و فراجاذب است.

نحوهٔ آماده‌سازی محیط کاشت

روش آماده‌سازی تیمارها به این ترتیب بود که زئولیت بر اساس سطوح تعیین‌شده (۰،۱۰ و ۱۵٪ وزنی خاک چاله) و جیوهوموس (مقادیر ۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ گرم) با خاکی که از هر چاله (عمق چاله‌ها ۵۰ و قطر ۴۰ـ۵۰ سانتی‌متر) خارج شده بود، به‌صورت کاملاً همگن مخلوط شد. کشت در منطقهٔ بیابانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و

برای هر تکرار سه پایهٔ گیاهی در نظر گرفته شد. بدین منظور کشت ۱۰۸ اصله نهال از گونهٔ مذکور در اسفندماه ۱۳۹۴ انجام گرفت و تیمارهای کشت، به‌مدت ۱۸ ماه آبیاری شدند. ارتفاع بوته، قطر یقه، قطر بزرگ تاج‌پوشش، قطر کوچک تاج‌پوشش نهال‌های مورد مطالعه، به‌عنوان معیار برای قضاوت در ارتباط با تأثیر یا عدم تأثیر سوپرجاذب بر رشد آن‌ها اندازه‌گیری شد و با نمونه‌برداری خاک منطقه پس از پایان دوره، اثرگذاری مواد مورد مطالعه بر برخی ویژگی‌های خاک مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. ابتدا تمام نمونه‌های خاک به‌منظور آزمایش خصوصیات آن خاک در هوای آزاد خشک شدند و بعد از کوبیده شدن توسط الک نیم‌میلی‌متری الک شدند. استفاده از خاک الک‌شده به‌دلیل حذف سنگریزه‌های خاک است. برای اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه و پارافین اندازه‌گیری شد. هدایت الکتریکی در عصاره یک به یک به‌وسیلهٔ EC متر اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل مشاهده‌ها با نرم‌افزار SPSS انجام شد و اثر سه عامل دورهٔ آبیاری، نوع ماده و سطوح مواد بر ویژگی‌های رویشی گیاه قره‌داغ بررسی گردید. مقایسهٔ میانگین داده‌ها، با نرم‌افزار مذکور به روش دانکن انجام شد.

نتایج

اثر تیمارهای آبیاری و کاربرد سوپرجاذب بر ویژگی‌های رویشی گیاه اسکنبیل

تأثیر عوامل سطح آبیاری، نوع و سطح مواد بر صفات ارتفاع گیاه، قطر بزرگ تاج‌پوشش بزرگ، قطر کوچک تاج‌پوشش و قطر یقه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیهٔ واریانس صفات مذکور در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): تجزیهٔ واریانس صفات مورد مطالعه در گونهٔ اسکنبیل تحت‌تأثیر عوامل سطح آبیاری، نوع مواد، سطح مواد

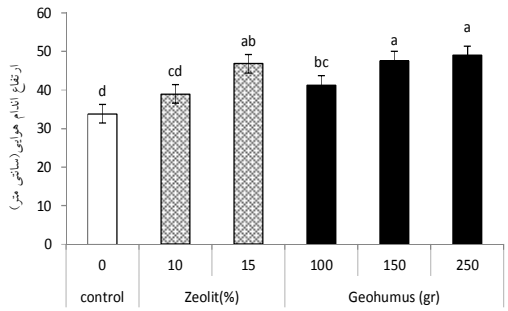
Table (1): ANOVA results of the studied traits of *Calligonum comosum* affected by irrigation levels, superabsorbent materials and application rate

منبع تغییرات	درجهٔ آزادی	ارتفاع نهال (F value)	قطر بزرگ تاج‌پوشش (F value)	قطر کوچک تاج‌پوشش (F value)	قطر یقه (F value)
تیمار آبیاری	۱	**۴۶/۱۶	**۶۲/۴۷	**۶۷/۴۳	**۶/۳۱
تیمار کاربرد سوپرجاذب	۵	**۱۴/۸۸	**۴/۰۷	**۱۲/۸۶	*۹/۸۹
تیمار آبیاری * تیمار کاربرد سوپرجاذب	۵	^{ns}۱/۲۱	^{ns}۱/۲۲	^{ns}۱/۸۷	^{ns}۱/۷۶
خطا	۹۶	–	–	–	–

ns: عدم اختلاف معنی‌دار *: وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ **: وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪

ارتفاع نهال

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس در جدول (۱) نشان می‌دهد که تأثیر مستقل تیمارهای سطح آبیاری، نوع و سطح ماده بر فاکتور ارتفاع گیاهان در عرصه معنی‌دار است. همچنین در جدول مذکور مشخص شد که اثر متقابل تیمار آبیاری در سطوح مختلف کاربرد سوپرجاذب تفاوت معنی‌داری از نظر ارتفاع با یکدیگر ندارند. بیشترین ارتفاع مربوط به تیمار کاربرد ۲۵۰ گرم سوپرجاذب جیوهوموس ۴۹ سانتی‌متر است که با تیمار ۱۵۰ گرم جیوهوموس و ۱۵٪ وزنی زئولیت اختلاف معنی‌داری ندارد. کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (خاک فاقد مواد اصلاح‌کننده) که ارتفاع نهال ۳۳/۸۳ سانتی‌متر بود. تمام تیمارها به‌جز تیمار ۱۰٪ زئولیت با تیمار شاهد، دارای اختلاف معنی‌دار بود (شکل ۱).



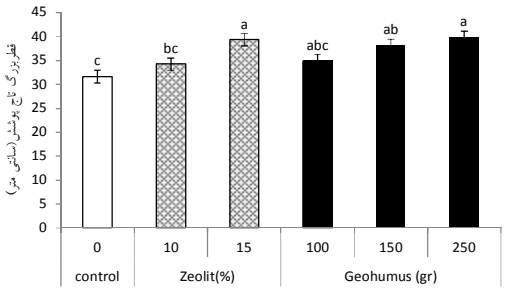
شکل (۱): مقایسهٔ میانگین صفت ارتفاع نهال‌های اسکنبیل در تیمارهای کاربرد سوپرجاذب

Figure (1): Mean comparison results of *Calligonum comosum* seedlings height at different superabsorbent application treatments

قطر بزرگ تاج‌پوشش

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس نشان‌دهندهٔ تأثیر مستقل تیمارهای سطح آبیاری و سطح ماده بر فاکتور قطر بزرگ

تاج‌پوشش نهال‌های اسکنبیل در عرصه است، اما اثر متقابل (آبیاری× کاربرد سوپرجاذب) معنی‌دار نشد (جدول ۱). این مطلب مشخص می‌شود که تیمار کاربرد ۲۵۰ گرم جیوهوموس دارای میانگین بیشتری برای صفت قطر بزرگ تاج‌پوشش گیاه اسکنبیل (۳۹/۸۱ سانتی‌متر) می‌باشد که توانسته است صفت مذکور را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دهد. تیمار کاربرد سوپرجاذب مذکور با تیمار کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ گرم جیوهوموس اختلاف معنی‌داری ندارد. تیمارهای ۰/۱٪ وزنی زئولیت و ۱۰۰ گرم جیوهوموس با تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار ندارد (شکل ۲).

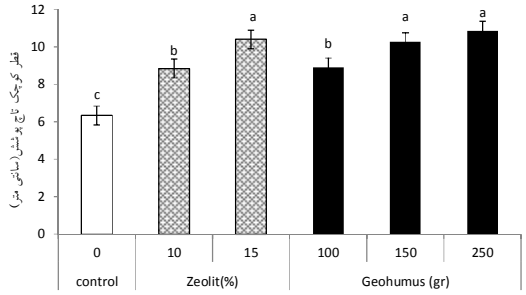


شکل (۲): مقایسهٔ میانگین صفت قطر بزرگ تاج‌پوشش نهال‌های اسکنبیل در تیمارهای کاربرد سوپرجاذب

Figure (2): Mean comparison results of the large crown diameter of Calligonum comosum seedlings for different superabsorbent application treatments

قطر کوچک تاج‌پوشش

برای صفت قطر کوچک تاج‌پوشش نهال‌های اسکنبیل نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که برای تیمار اثر متقابل (آبیاری× کاربرد سوپرجاذب) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. اما تأثیر مستقل تیمارهای سطح آبیاری و کاربرد سوپرجاذب بر فاکتور مذکور در سطح ۱٪ معنی‌دار است. نتایج مقایسهٔ میانگین تأثیر مستقل سطح آبیاری و سطح کاربرد سوپرجاذب بیانگر این مطلب است که تمامی تیمارهای کاربرد سوپرجاذب یعنی جیوهوموس و زئولیت، قطر کوچک تاج‌پوشش رو افزایش داده‌اند که در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهند. همچنین بیشترین میانگین قطر کوچک تاج‌پوشش مربوط به تیمار کاربرد ۲۵۰ گرم جیوهوموس (۱۰/۸۷ سانتی‌متر) است که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱۵۰ گرم جیوهوموس (۱۰/۲۶ سانتی‌متر) نشان نداد. در خصوص سوپرجاذب زئولیت بیشترین میانگین مربوط به تیمار کاربرد ۰/۱۵٪ وزنی زئولیت (۱۰/۴ سانتی‌متر) است (شکل ۳).



شکل (۳): مقایسهٔ میانگین صفت قطر کوچک تاج‌پوشش نهال‌های اسکنبیل در تیمارهای کاربرد سوپرجاذب

Figure (3): Mean comparison results of the small crown diameter of Calligonum comosum seedlings for different superabsorbent application treatments

قطر یقه

بررسی نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول ۱) بیانگر این مطلب است که تأثیر مستقل تیمارهای آبیاری و تیمار کاربرد سوپرجاذب بر صفت قطر یقهٔ نهال‌های اسکنبیل معنی‌دار است، اما تفاوت معنی‌داری بین اثرات متقابل این‌گونه در تیمار بدون آبیاری و سطوح مختلف کاربرد سوپرجاذب وجود ندارد. نتایج مقایسهٔ میانگین تأثیر مستقل سطوح مختلف کاربرد سوپرجاذب و سطح آبیاری نشان می‌دهد که بیشترین قطر یقه مربوط به خاک تحت تیمار ۱۵۰، ۲۵۰ گرم جیوهوموس که به‌ترتیب ۵ و ۵/۱۲ میلی‌متر و در تیمار ۰/۱۵٪ وزنی زئولیت، ۴/۸ میلی‌متر بود که با تیمار شاهد (خاک فاقد مواد اصلاحی) دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (شکل ۴).

شکل (۴): مقایسهٔ میانگین صفت قطر یقهٔ نهال‌های اسکنبیل در تیمارهای کاربرد سوپرجاذب

Figure (4): Mean comparison results of the collar diameter of Calligonum comosum seedlings for different superabsorbent application treatments

اثر تیمارهای آبیاری و کاربرد سوپرجاذب بر برخی ویژگی‌های خاک

مطابق نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) تنها تیمار کاربرد سوپرجاذب بر هدایت الکتریکی (EC) در عرصه اثر معنی‌دار نشان داد. نتایج مقایسه میانگین مشخص کرد که کاربرد سوپرجاذب سبب کاهش هدایت‌الکتریکی در مقایسه با تیمار شاهد می‌شود، به‌طوری که کمترین میانگین هدایت‌الکتریکی مربوط به تیمار کاربرد ۲۵۰ گرم جیوهوموس است که با تیمار ۱۵۰ گرم جیوهوموس تفاوت معنی‌داری از خود نشان نمی‌دهد. تیمار شاهد بیشترین میزان هدایت الکتریکی (۴/۵۲ دسی‌زیمنس بر متر) را به خود اختصاص داده است (شکل۵).

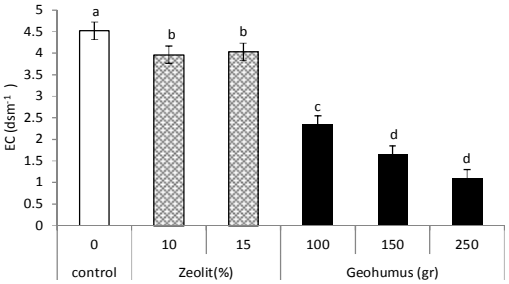
بررسی داده‌های وزن مخصوص ظاهری خاک در عرصه نشان داد (جدول۲) که تیمار ۲۵۰ گرم جیوهوموس با کمترین مقدار، اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱۵۰ گرم جیوهوموس ندارد، اما با تیمارهای دیگر دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد. همچنین بررسی نتایج حاکی از تأثیر بیشتر جیوهوموس نسبت به زئولیت در کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک است. (شکل ۶).

جدول (۲): تجزیهٔ واریانس خصوصیات خاک، تحت‌تأثیر تیمارهای آبیاری و کاربرد سوپرجاذب

Table (2): ANOVA results of soil traits affected by irrigation levels, superabsorbent materials and application rates

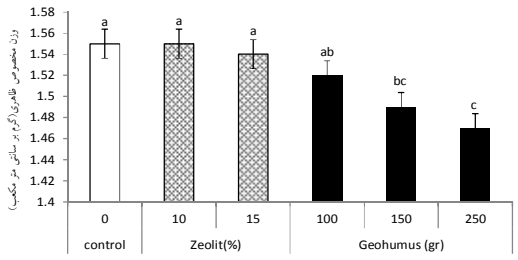
منبع تغییرات	درجه آزادی	هدایت الکتریکی (F value)	وزن مخصوص ظاهری (F value)
تیمار آبیاری	۱	^{ns}۰/۰۴۲	^{ns}۰/۱۰۶
تیمار کاربرد سوپرجاذب	۵	**۸۲/۱۳	**۶/۹۹
تیمار آبیاری * تیمار کاربرد سوپرجاذب	۵	^{ns}۰/۵۴	^{ns}۰/۷۰۵
خطا	۹۶	–	-

ns : عدم اختلاف معنی‌دار *: وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ **: وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪



شکل (۵): مقایسهٔ میانگین تأثیر مستقل تیمار کاربرد سوپرجاذب بر هدایت الکتریکی (EC) خاک زیر کشت نهال‌های اسکنبیل

Figure (5): Mean comparison results of superabsorbent application on soil EC



شکل (۶): مقایسهٔ میانگین تأثیر مستقل تیمار کاربرد سوپرجاذب بر وزن ظاهری خاک زیر کشت نهال‌های اسکنبیل

Figure (6): Mean comparison results of superabsorbent application on soil bulk density

بحث

بررسی نتایج در خصوص نهال‌های اسکنبیل بیانگر این مطلب است که تأثیر مستقل تیمارهای آبیاری و تیمار کاربرد سوپرجاذب بر صفت ارتفاع، قطر بزرگ تاج‌پوشش، قطر کوچک تاج‌پوشش و قطر یقه معنی‌دار است. بیشترین مقادیر حاصل در همهٔ شاخص‌های مطرح‌شده مربوط به تیمار ۲۵۰ گرم جیوهوموس و ۱۵٪ وزنی زئولیت به دست آمد. کمترین مقادیر شاخص‌های رویشی مطرح‌شده مربوط به تیمار شاهد کم‌آبیاری می‌باشد. دلیل کاهش عملکرد گیاه را می‌توان به کافی نبودن آب با توجه به نیاز نهال ذکر کرد. با استفاده از سوپرجاذب در خاک نوسانات میزان رطوبت در محیط اطراف ریشه کاهش چشمگیر یافته و در نتیجه تنش وارده به گیاه در بین دوره‌های آبیاری یا فواصل بین بارندگی‌های مؤثر در مناطق خشک و نیمه‌خشک که گیاه متکی به نزولات آسمانی است، کاهش می‌یابد (جعفریان و لاهوتی، ۲۰۰۶). وجود تفاوت معنی‌دار در صفات مورفولوژیک نهال‌ها در تیمارهای کاربرد سوپرجاذب نسبت به شاهد این نکته را ثابت می‌کند که کاربرد سوپرجاذب اثر مثبتی در افزایش میزان شاخص‌های مذکور

داشته است و می‌تواند تأثیر منفی تنش خشکی بر رشد گیاهان در مناطق خشک را کاهش دهد. تحقیقات نشان داد که به حداکثر رساندن پتانسیل تولید محصول از مزایای اصلی سوپرجاذب محسوب می‌شود (شهریاری و همکاران، ۲۰۱۰). علت این مورد را می‌توان افزایش ذخیرهٔ رطوبت خاک و آب قابل استفادهٔ گیاه که در نتیجهٔ کاربرد سوپرجاذب است، دانست (سیلبرباش[1] و همکاران، ۱۹۹۳). این امر باعث می‌شود که گیاه برای به دست آوردن رطوبت انرژی کمتری صرف کند و مناسب‌ترین شرایط را جهت رشد گیاه فراهم می‌کند. در نهایت می‌توان گفت با استفاده از زئولیت و جیوهوموس، شرایط رشد گیاهان را در مناطق خشک به‌طوری معنی‌داری بهبود می‌یابد. مطالعات بندک (۲۰۱۰) تأثیر دو نوع سوپرجاذب A200 و استاکوزورب بر روی ویژگی‌های رویشی نهال‌های آتریپلکس کانسنس این موضوع را تأیید و بیان می‌کند که استفاده از سوپرجاذب‌ها باعث بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی آتریپلکس شده است به‌طوری که تیمارهای دارای هیدوژل دارای اختلاف معنی‌داری با شاهد می‌باشد. تحقیقات انجام‌شده توسط بانج شفیعی و همکاران (۲۰۱۲) در خصوص کاربرد سوپرجاذب و دورهٔ آبیاری بر رشد نهال‌های بنه، به این نتیجه دست یافتند که به‌کارگیری سوپرجاذب موجب افزایش رویش ارتفاعی و رویش قطری نهال‌ها نسبت به نمونهٔ شاهد شد. همچنین نتایج نشان داد که مصرف پلیمر در خاک به‌ویژه در خاک‌های شنی می‌تواند با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک باعث موفقیت برنامه‌های آبیاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک شوند. با توجه به اینکه مادهٔ اصلاحی نقش مستقیم تغذیه‌ای ندارد، افزایش رشد حاصل در اثر بهبود شرایط فیزیکی خاک است. پلیمرها با بهبود شرایط فیزیکی خاک باعث تراکم ریشه، افزایش ریشه‌های فرعی می‌شوند که در این صورت دسترسی ریشه به آب قابل استفاده بیشتر شده و گیاه کمتر تحت‌تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد. مطالعات شهریاری و همکاران (۲۰۱۰)، زنگویی‌نسب و همکاران (۲۰۱۲)، تحقیقات ترابی و همکاران (۲۰۱۳)، صالحی و همکاران (۲۰۱۶)، ضیایی و همکاران (۲۰۱۶)، جی بین[2] و همکاران (۲۰۰۹)، توحیدی مقدم و همکاران (۲۰۰۹)، اسلام و همکاران (۲۰۱۰) و اریکیریزا[3] و همکاران (۲۰۱۳) نتایج تحقیق حاضر را تأیید می‌کند.

همچنین نتایج نشان داد که تیمار کاربرد سوپرجاذب بر هدایت الکتریکی زیر کشت نهال‌های اسکنبیل در عرصه اثر معنی‌داری داشته، به‌طوری که کاربرد سوپرجاذب سبب کاهش هدایت الکتریکی شده است. بیشترین میزان هدایت الکتریکی در تیمار شاهد مشاهده شد، به‌طوری که کمترین میانگین هدایت الکتریکی خاک مربوط به تیمار کاربرد ۲۵۰ گرم جیوهوموس است که با تیمار ۱۵۰ گرم جیوهوموس تفاوت معنی‌داری از خود نشان نمی‌دهد. این فاکتور در خاک حاوی ۱۵٪ وزنی زئولیت با اختلاف معنی‌دار کمتر از شاهد است. پژوهشگران گزارش کردند که علت کاهش هدایت الکتریکی خاک ناشی از آن است که سوپرجاذب می‌تواند مقادیر زیادی آب را جذب و در خود نگه دارد. وجود آب زیاد در خاک باعث رقیق شدن غلظت املاح و کاهش هدایت الکتریکی خاک می‌شود (بال[4] و همکاران، ۲۰۱۰؛ دراجی و همکاران ۲۰۱۰). اگر این مقدار از حد مجاز بیشتر نباشد و خاک را شور نکند می‌تواند موجب رشد بهتر گیاه شود (بانج شفیعی و همکاران، ۲۰۱۲). در تحقیق دیگر، ونگ و بوگر[5] (۱۹۸۷) با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی و ارتباط آن با مقدار املاح محلول در زه‌آب خاک داری پلیمر نسبت به شاهد علت را جذب و نگهداری املاح دانست. پژوهشگرانی چون دراجی و همکاران (۲۰۱۰)، زنگویی‌نسب و همکاران (۲۰۱۲)، یوسفیان (۲۰۱۸) نتایج حاصل از این تحقیق را تأیید می‌کنند. نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس داده‌ها، تأثیر تیمار کاربرد سوپرجاذب بر وزن مخصوص ظاهری خاک را نشان داد و مشخص شد وزن مخصوص ظاهری خاک تحت تیمار جیوهوموس با اختلاف معنی‌دار کمتر از سایر مواد است. بررسی داده‌های پارامتر مذکور مشخص کرد که کمترین میزان پارامتر مذکور مربوط به تیمار ۲۵۰ گرم جیوهوموس است که با افزایش این مقدار به خاک

1. Silberbush

2. Zhi-Bin
3. Orikiriza
4. Bal
5. Wang and Boogher

وزن مخصوص ظاهری خاک ۵/۸٪ کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد جذب آب و دوباره خشک شدن سوپرجاذب، باعث ایجاد فضاهای خالی در خاک شده است. زنگویی‌نسب و همکاران (۲۰۱۲) علت کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک را ناشی از انبساط خاک و کمتر بودن وزن مخصوص ظاهری آب نسبت به خاک دانستند. نتایج این تحقیق با نتایج اززم (۱۹۸۰)، بال و همکاران (۲۰۱۰)، بهبهانی و همکاران (۲۰۰۹)، اسماعیل‌پور (۲۰۱۲)، ابریشم (۲۰۱۴) مطابقت دارد. زئولیت تأثیر معنی‌داری بر وزن مخصوص ظاهری خاک نداشته است که با نتایج تحقیقات جودی (۲۰۰۷) و ابریشم (۲۰۱۴) مطابقت دارد.

نتیجه گیری

استفاده از سوپرجاذب به‌کاررفته در این تحقیق درمجموع موجب بهبود صفات اندازه‌گیری‌شدهٔ نهال‌های اسکنبیل شده است. بهترین مقدار کاربرد سوپرجاذب در منطقه برای رشد رویشی نهال‌های اسکنبیل تیمار ۲۵۰ گرم جیوهوموس و ۱۵٪ وزنی زئولیت است. کمترین رشد رویشی نهال‌ها مربوط به تیمار شاهد بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت اگر هدف از کاشت نهال‌ها در مرتع، احیا و اصلاح و حفظ ساختار خاک منطقه باشد می‌توان روش کم‌آبیاری به‌همراه استفاده از سوپرجاذب را توصیه کرد. آن‌ها توانایی جذب عناصر غذایی را داشته و به‌تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهند. این ویژگی علاوه بر صرفه جویی در مصرف کود و در نتیجه کاهش هزینه‌ها، سبب شده کود در منطقهٔ مؤثر ریشه قرار گیرد. استفاده از سوپرجاذب در شرایط منطقهٔ مذکور نتایج مثبتی را نسبت به عدم کاربرد آن بر خصوصیات خاک داشته است. مواد اصلاحی با کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک و هدایت الکتریکی، کاهش سله در لایهٔ سطحی خاک و افزایش تخلخل و سرعت نفوذ آب به خاک موجب بهبود وضعیت خاک‌ها شده است. زئولیت به‌عنوان موادی کاملاً طبیعی با قابلیت تبادل کاتیونی بالا، وفور مادهٔ معدنی زئولیت در کشور و هزینهٔ استفاده از هر ماده، استفاده از آن به‌لحاظ صرفهٔ اقتصادی مناسب‌تر خواهد بود. با استفاده از آن می‌توان فواصل آبیاری را افزایش داد، بدون آنکه کاهش آبیاری تأثیر منفی بر درصد استقرار و ویژگی‌های رویشی نهال‌ها داشته باشد. با کاربرد این مواد هزینهٔ آبیاری پروژه‌های بیولوژیک بیابان‌زدایی که حدود ۷۰٪ اعتبارات را به خود اختصاص می‌دهد کاهش می‌یابد. به هر حال آنچه باید مدنظر قرار دهیم انتخاب سوپرجاذب در منابع طبیعی، سهولت کاربرد، نسبت میزان جذب آب، طول عمر مناسب، قیمت و اثرات زیست‌محیطی آن باید مدنظر قرار گیرد.

منابع

1. Allah Dadi, A., 2002. Investigating the effect of superabsorbent hydrogel on reducing drought stress in plants, second specialized training period of agricultural and industrial application of superabsorbent hydrogels. (In Persian)
2. Abadzic, S. D., Ryan, J. N, 2001. Particle release and permeability reduction in a natural zeolite (clinoptilolite) and sand porous medium. Environmental Science & Technology, 35 (22), 4502-4508.
3. Abrisham, E., 2014. Investigation of the effect of super absorbent and soil conditioners on the soil & vegetation cover properties in arid land. Thesis for Ph.D for Desertification. Faculty of Natural Resourses. University of Tehran. (In Persian).
4. Azzam, R.A.I., 1980. Tailoring polymeric gels for soil reclamation and hydroponics. Communications in Soil , Science and Plant Analysis 16 (10): 1123-1138.
5. Abedi Koupai J and Mesforoush M, 2009. Evaluation of superabsorbent polymer application on yield, water and fertilizer use efficiency in cucumber (Cucumis sativus). Iranian Journal of Irrigation and Drainage 2 (3):100-111. (In Persian)
6. Armand Pisheh, A., H. Iran Nejad, A., Allah Dadi, R. A Amiri, A., 2009. The effect of zeolite application on seed germination and vigor of rapeseed under drought stress condition. Eco physiology of agricultural plants 1 (1),54-62. (In Persian).
7. Bandak, AS., 2010. Comparison of the effect of two types of A200 and Stockosorb on the germination, vegetative and establishment of Atriplexes Consens, Master's thesis of desertification, University of Tehran, Department of Arid and Mountainous Resurrection, 83 pages. (In Persian)
8. Behbahani S. M., Mashhadi R., Rahimi Khub, Nazari, 2009. Investigation of the Effect of Stockosorb Superabsorbent Polymer on Moisture zone of Drop Irrigation and Physical Properties of Soil. Jour.Irrigation and Drainage, Vol. 3, No. 1. (In

Persian)
9. Banej Shafiei A, Ishaqi Rad, A.,Khanpour, Pathum, 2012. Effect of Super-Absorbant Application and Irrigation Period on the Growth of Baneh Seedlings, Iran Forest Journal, Iranian Forestry Association, Year 4, Issue 2, pp. 101-112. (In Persian)
10. Beigi and Harchegani H., haghshenas M. 2012. Interaction between Miyaneh Zeolite and A200 Trawat Polymer on Water Storage Capacity and Moisture Curve Model Coefficients in a light textured Soil, Jour.Range and Desert, Vol. 19, No. 9, 692-679. (In Persian)
11. Bal, W., Zhang, H., Wu, L.Y., and Song, J., 2010. Effects of super- absorbent polymers on the physical and chemical properties of soil following different wetting and drying cycles. Soil use and management, 26: 253-260.
12. Doraji, S., Golchin, A., Ahmadi, Sh., 2010. Effect of different levels of a super absorbent polymer and soil salinity on water holding capacity in three sandy, loamy and clay soils. Jour. Water and Soil. Vol 24 .No. 2. p. 306-316. (In Persian)
13. Esmaeilpour, R., 2012. The effect of application of superabsorbent polymer and inoculation of mycorrhiza on the establishment of rangeland multi-species seedlings, doctoral dissertation for Desertification, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 150 pages. (In Persian)
14. Huttermann A.Z, Zomorrodi. M, Reise K., 1999 "Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of pinus halepensis seedlings subjected to drought". Soil and Tillage Research, 50: 295-304.
15. Haqqani Parii Gh., Abbasi Gh., Haji Bagloo A And Montazeri M., 2010. Study the feasibility of super absorbent materials in desert areas, the first national conference on desertification and sustainable development of Iranian desert lagoons. (In Persian)
16. Islam MR, Mao S, Xue X, Eneji AE, Zhao X, Hu Y., 2010. A lysimeter study of nitrate leaching, optimum fertilisation rate and growth responses of corn (Zea mays L.) following soil amendment with water-saving super-absorbent polymer, Jour. the Science of Food and Agriculture, Vol. 91, Issue 11, pages 1990–1997.
17. Ismail SM, Almarshadi. MH. 2011. Effects of Water Stress Applied with Sub-surface Drip Irrigation on Forage Productivity and Water Use Efficiency of Alfalfa under Precise Irrigation Practice in Arid Climate. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture. 5 (1):97–106.
18. Jafarian V., and Lahooti A., 2006. Introducing the application of water absorbent polymers in biological projects of desertification, Jour.Forest and Rangeland, No. 70. (In Persian)
19. Jalili J and Jalili H., 2011. Effect of Trawat A200 superabsorbent polymer and irrigation interval on almond seedlings, Jour. Water and Soil Science, Vol. 21, No. 2. (In Persian)
20. Judy, Z And S.Movahedi Naeini, 2007. Effect of zeolite, lika and compost amendments on soil moisture storage and evaporation. Jour. Agricultural Science and Natural Resources, Vol. 14, No. 2.
21. Jafari, M., Tavili, A., Panahi, F., Esfahan, E.Z., Ghorbani., 2013, M.Reclamation of Arid Lands, Publisher in Tehran, Iran. (In Persian).
22. Jafari, M., Tavili, A., Ali, M., 2012, Application of Superabsorbent on soil moisture retention and establishment of Atriplex canescens in arid area. Jour. Renewable Natural Resources Research, Vol. 3 No. 2.
23. Kazanskii K.S., Dubrovskii S.A., 1992. "chemistry and physics of "Agricultural" Hydrogels". Adv. Polym. Sci. vol. 104, 97-140.
24. Khodadadi Dehkordi, 2016, The Effects of Superabsorbent Polymers on Soils and Plants, TROPICAL AGRICULTURAL SCIENCE, 39 (3): 267-298.
25. khalily M., Hamze H., 2021. Investigating the effect of superabsorbent polymer application on agronomic properties and forage yield of alfalfa under different moisture conditions, Jour.Dryland Agriculture.Vol 10.No. 1. p. 41-71. (In Persian)
26. Kashan meteorological.201۷. http://www.esfahanmet.ir/index.aspx?lang=1&sub=13.
27. Mohammadi Torkashvand, A., Shahin, H. and Mohammadi, M., 2017. Growth of olive saplings in different media containing artificial and natural super absorbents at two irrigation intervals. Global Journ. Environmental Science and Management, 3 (3), pp.311-322.
28. Mumpton, F., La Roca., 1999. Uses of natural zeolite in agriculture and industry. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 96: 3467.
29. Nazarli, H., Zardashti, M.R. Darvishzadeh, R., Najafi, S., 2010. The effect of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several orphological traits of sunflower. Not Sci. Biol. 2 (4), 53-58.
30. Naseri, M., Khalatbari, M., and Paknejad, F. 2012. Evaluation the effect of different ranges Zeolite consuming on yield and yield component and physiological characteristics
of grain Sorghum (*Sorghum bicolor* L.)Var. Kimiya under water deficit stress. Annals of Biological Research 3: 3547-3550.
31. Orikiriza, L.J., Agaba, H., Eilu, G., Kabasa, J.D., Worbes, M. and Hüttermann, A., 2013. Effects of hydrogels on tree seedling performance in temperate soils before and after water stress.
32. Puoci F, Iemma F., 2008. "polymer in Agriculture: a Review". American Jour. Agricultural and Biological 3 (1): 299-314.
33. Ramezani, M., 2012. Comparison of the effect of two types of superabsorbent on the establishment and characteristics of seedlings of Calligonum and Zardtagh and Atriplex, Phd dissertation of Science and Research Unit of Tehran. (In Persian)
34. Silberbush, M. Adar, E. Malach, Y. De – Malach, Y. 1993. "use of an hydrophilic polymer to improve

water storage and availability to crops grown in sand dunes". Agricultural water management, 23: 303-313.
35. Shahriari A., Nouri S., Saleh F, Nouri Gh. Zaboli M., 2010. Interaction of Wastewater, Super Absorbent and Soil Texture on the Growth of Calligonuml Species, Jour.Rangeland, No. 4. Pages 573-564. (In Persian)
36. Salehi A., Ghalavand A., Sefidi Ken f, Asgharzadeh A. and Saeedi K., 2016. Effect of zeolite, biofertilizer and organic fertilizer application on growth, flower yield and yield components in of German chamomile organic culture, Research Jour.Iranian Medicinal and Aromatic Plants, No. 2, pp. 215-203. (In Persian)
37. Torabi, A., Farahbakhsh, H. Khajui Gh., 2013. Investigation of different irrigation regimes and zeolite superabsorbent on yield and yield components of forage sorghum, Beh- Zeraei Keshavarzi, Volume 15, Issue 3 . (In Persian)
38. Tohidi Moghadam HR, Donath TW, Ghooshchi F and Sohrabi M, 2018. Investigating the probable consequences of super absorbent polymer and mycorrhizal fungi to reduce detrimental effects of lead on wheat (Triticum aestivum L.). Agronomy Research 16 (1): 286-296. (In Persian)
39. Theophilou, N., 2000. Clino for ec-control. Bindine ammonia With Clinoptilolite minexal additive. Feed international, 21 (4): 20-25.
40. Tohidi-Moghadam, H.R., Shirani-Rad A.H., Nour-Mohammadi, G., Habibi, D., Mashhadi-Akbar-Boojar, M.,2009. Effect of super absorbent application on antioxidant enzyme activities in Canola (*Brassica napus L.*) cultivars under water stress conditions. Am. Jour. Agric. Biol. Sci., 4: 215-223.
41. Yazdani, F., Aladdadi, A., Akbari G. Behbahani, M., 2007. Effect of Superabsorbent Polymer and Drought Stress Levels on Soybean Yield and Yield Components, Research and Construction in Agronomy abd Horticulture, No. 75. (In Persian)
42. Yousefian, M., Jafari M., Ali Tavili, A., Arzani,H., Jafarian,Z.2018. The Effects of Superabsorbent Polymer on Atriplex lentiformis Growth and Soil Characteristics under Drought Stress, Jour. Rangeland Science, 2018, Vol. 8, No. 1
43. Wang, Y. and Boogher, C. A., 1987. Effect of medium-incorporated hydrogel on plant growth and water use of two foliage species. Jour. Environmental Horticulture, 5 (3): 125-127.
44. Williams M. A. J., & Balling R. C. J., 1996. Interaction of Desertification and Climate, Published by Arnold, Euston Road, London, pp270.
45. Zangui Nasab, Sh. Imami, H., Astaraee, A. Yari A., 2012. Effect of different levels of superabsorbent and irrigation interval on some physical properties of soil and growth indices of Atriplex plant, Jour.Water Research, Vol. 26, Issue 2. (In Persian)
46. Ziaie, A., Moghaddam, M., Kashefi, B., 2016. Effect of superabsorbent polymers on morphological characteristics of rosemary plants under drought stress conditions, Jour.Greenhouse Crop Science and Technology, No. 26. (In Persian)
47. Zareei Siahbidi A and Rrezaizad A, 2018. Effect of deficit irrigation and super absorbent application on physiological characteristics and seed yield of new Iranian sunflower *Helianthus annuus L.*) hybrids. Iranian Journal of Crop Science 20 (3): 222-236. (In Persian with English abstract).
48. Zhi-Bin, Luo Ke Li Xiangning Jiang, Andrea Polle., 2009, Ectomycorrhizal fungus (Paxillus involutus) and hydrogels affect performance of Populus euphratica exposed to drought stress , Sci. 66 (2009) 106.

Investigating The Effect of Zeolite and Geohumus Superabsorbent on Growth Indices of *Calligonum comosum* and Some Soil Properties in Desert Regions

Fatemeh Zareian[1], Mohammad Jafari[2*], Akbar javadi[3], Ali Tavili[4]

Received: 06/07/2021 Accepted: 19/02/2022

Extended Abstract

Introduction: Improving the efficiency of water consumption requires the effective use of modern technologies (Jalili and Jalili, 2011). For instance, as dry and sugar-like substances with the ability to absorb and maintain aqueous solution several times their weight, superabsorbent polymers can increase the plant's height, the stem's diameter, and the leaf length, and lower the plant's water needs by one third compared to the control (Abedi-

1. Department of Range Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran; Jafary@ut.ac.ir
3. Associate Professor, Agriculture and Natural Resources Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
4. Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran
DOI: 10.22052/deej.2021.11.34.31

koupai *et al*., 2006). Therefore, this study sought to investigate the effect of irrigation periods and different levels of zeolite and Geohumus on a number of *Calligonum comosum's* growth characteristics under the influence of drought stress and some soil characteristics of the region.

Materials and methods: This study investigated the effect of irrigation interval (deficit-irrigation, regular irrigation) on the one hand, and the influence of zeolite mineral and Geohumus superabsorbent at three (0, 10, 15 % by weight) and four levels (0, 100, 150, 250 g per hole), respectively, on the other hand, on the vegetative properties of *Calligonum comosum* in seedling cultivation (obtained from Forests, Range and Watershed Management Organization of Yazd Province) in the field, and on some soil characteristics in March 2016. Moreover, to evaluate the effect of each factor including the irrigation, type, and level of superabsorbent addition on the studied characteristics, the data were analyzed via SPSS-22 software.

Discussion: The study's results indicate significant effects of irrigation treatments and superabsorbent application on the plant's height, large canopy crown's diameter, small crown's diameter, and collar diameter. The highest values in all of the above-mentioned features were obtained for 250 g Geohumus and 15% (w/w) zeolite. The lowest values of vegetative indices were found to belong to the deficit-irrigation control treatment. On the other hand, the reason for decreased plant yield could be attributed to insufficient irrigation as required for the seedlings. Moreover, the application of superabsorbent to the soil dramatically decreased the soil moisture fluctuations around the plant's root, decreasing the stress exerted on the plant during the irrigation or effective rainfall intervals in arid and semi-arid regions where the plant relied on precipitation (Jafarian Lahoeti, 2006). In this regard, some studies have proved that maximizing potential production is one of the main advantages of superabsorbent polymers (Shahriari *et al*., 2010).

The study's results also suggested that the above-mentioned factors increased the root's length and height and dry and wet weights, indicating that the application of superabsorbent polymers in sandy soils can help raise soil moisture storage and, therefore, carry out successful irrigation programs in arid and semi-arid areas. In this regard, Yousefian *et al*. (2018) investigated the effect of Stockosorb and zeolite on *Atriplex lentiformis* in the desert areas of Semnan, Iran, showing the effect of treatment on increasing the plant's height, its collar diameter, and its large and small canopy diameters. However, as the amendment material does not have a direct nutritional effect, the growth increase could be attributed to the improvement of the soil's physical condition by the polymers, increasing the root's density and raising the number of secondary roots, as a result of which the roots would have more access to available water and the plant would be less affected by drought stress.

Moreover, the study found that using superabsorbent polymers significantly reduced the soil's electrical conductivity (EC), whose highest value was observed in the control treatment. However, the lowest mean value of the soil's electrical conductivity belonged to the application of 250 g Geohumus, which did not show a significant difference compared to 150 g Geohumus. Furthermore, the soil's EC in the sample with 15% zeolite was less than that of the control treatment with a significant difference, which could be attributed to the fact that superabsorbent polymers can absorb and retain a large amount of water, and this high volume of water in the soil leads to the dilution of solute concentration and reduced electrical conductivity (Bal *et al*., 2010; Doraji *et al*., 2010). However, if the water volume in the soil is not greater than the limit and does not cause the soil to be saline, it can improve the plant's growth (Banej Shafie *et al*., 2012), which is consistent with the results found by Doraji *et al*. (2010), Zanghui Nasab *et al*. (2013), and Yousefian (2015). Moreover, according to the data analysis performed for soil bulk density, the lowest value was reported for 250 g Geohumus, in which increasing the amount of superabsorbent polymer application decreased the soil's bulk by 5.8%, suggesting that water absorption and superabsorbent re-drying had created empty pores in the soil. Also, it was found that low levels of organic matter decreased the soil's bulk density (Mohammadi Torkashvand *et al*., 2017), while Zeolite had no significant effect on the soil's bulk density. In this regard, Judy *et al* (2007), investigated the effect of zeolite, Lika, and Compost on potting soils, concluding that Zeolite had no significant effect on the soil's physical characteristics, including apparent specific weight, which is consistent with the results found by Abrisham (2014).

Conclusion: The application of superabsorbent polymer in the present study improved the *Calligonum comosum* seedling traits. Moreover, the best superabsorbent application rate performed to increase vegetative growth in the region belonged to 250 g Geohumus and 15 wt.% zeolites, and the lowest vegetative growth rate was observed in the control treatment. Therefore, it can be concluded that if the purpose of planting the seedlings in the rangeland is to restore, amend, and maintain the area's soil structure, deficit-irrigation and superabsorbent application are recommended, as they have the ability to absorb nutrients and slowly provide them for the plant. Moreover, in addition to saving the use of fertilizer and reducing costs, deficit irrigation and superabsorbent help the fertilizer to be used in the effective root zone. In fact, using these materials reduces the irrigation costs (that account for about 70% of the total costs) for biological desalination projects. However, choosing superabsorbent polymers made from natural resources, ease of use, the ratio of water absorption, proper life span, price, and environmental impacts are some important considerations to note in this regard.

Keywords: Superabsorbent, Soil, Irrigation, Growth indices.