

مقایسه کارایی پلیمرهای فرا جاذب بر ویژگی‌های رشد دو گونه آتریپلکس

- فهیمه عرب، کارشناس ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- محمد جعفری، استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)
- علی طویلی، استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- شروین احمدی، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
- حسین صارمی، استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: مرداد ماه ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: شهریور ماه ۱۳۹۴
پست الکترونیک نویسنده مسئول: jafary@ut.ac.ir

چکیده

با توجه به تخریب شدید مراتع ایران در دهه‌های اخیر و نیز محدودیت منابع آب در این کشور به دلیل واقع شدن در منطقه جغرافیایی خشک و نیمه‌خشک، بهره‌گیری از فن آوری‌های نوین برای افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک ضرورت دارد. لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر سه ماده اصلاح‌کننده خاک شامل پلیمر سنتزی، بیوپلیمر، و بیوپلیمر همراه نانوسیلیس بر ویژگی‌های رشد گیاه شامل درصد سبز شدن بذر، استقرار و ارتفاع گیاهچه در دو گونه *Atriplexcanescens* و *Atriplexlentiformis* به منظور انتخاب بهترین گزینه آزمایشی در قالب طرح فاکتوریل در گلخانه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج انجام گرفت. تیمارهای به کاررفته پلیمر سنتزی در سطوح ۰، ۱، و ۳ گرم در لیتر، بیوپلیمر در سطوح ۰، ۳، و ۶ گرم در لیتر و بیوپلیمر همراه نانوسیلیس به صورت ۶ گرم در لیتر بیوپلیمر و ۳ درصد وزنی نانوسیلیس، آبیاری یک روز در میان، ۴ روز یک بار، و ۸ روز یک بار و همچنین دو گونه از آتریپلکس، بودند. بر اساس نتایج آزمون فاکتوریل، تأثیر مستقل هر سه عامل آبیاری، ماده اصلاح‌کننده و نوع گونه بر ویژگی‌های رویشی گیاهان و دو عامل نوع گونه و ماده اصلاح‌کننده معنی‌دار بوده است. به این صورت که تأثیرگذارترین مواد فرا جاذب آب در این تحقیق، پلیمر سنتزی در سطح ۳ گرم بر لیتر و همچنین بیوپلیمر همراه نانوسیلیس هستند و با توجه به زیست‌تخریب‌پذیر بودن بیوپلیمرها، استفاده از بیوپلیمر همراه نانوسیلیس، گونه *Atriplexcanescens* با آبیاری ۴ روز یکبار در شرایط گلخانه، پیشنهاد شد که در جهت کاهش تأثیرات تنش خشکی در فرایند جوانه زنی و رشد گیاهان در مناطق خشک و همچنین کاهش هزینه‌های آبیاری، گامی مؤثر می‌باشد.

کلمات کلیدی: پلیمر سنتزی، بیوپلیمر، نانو ذرات سیلیس، مواد فرا جاذب، استقرار، *Atriplexlentiformis*, *Atriplexcanescens*

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:108 pp: 75-82

Comparison of effectiveness of Superabsorbent polymers in growth features of Atriplex

By:

- F. Arab, M.Sc. of University of Tehran
- M. Jafari, (Corresponding Author), Professor of University of Tehran
- A. Tavili, Iran Polymer and Petrochemical Institute
- Sh. Ahmadi, Professor of University of Tehran
- H. Saremi, Professor of University of Tehran

Received: July 2015

Accepted: August 2015

Regarding the intense degradation of rangelands of Iran in recent decades and limited water resources in this country due to being located in arid and semiarid region, using new techniques to increase the water storage capacity in soil is necessary. Hence, the aim of this research was exploring the impact of three soil conditioners including synthetic polymer, biopolymer and biopolymer with Silica Nanoparticles on growth features of plant including the percentage of seedling emergence, establishment, and height of the plant in two *Atriplex* species to select the best option. It was carried out in Tehran University's greenhouse in Karaj. The treatments were synthetic polymers in 0, 1, and 3 gr/lit levels, biopolymer in 0, 3, and 6 gr/lit levels, biopolymer with silica nanoparticles as 6 gr/lit of biopolymer and 3 weight percent of nanosilica, and every other day, once in four days, and once in eight days irrigation, and also two species of *Atriplex*. Based on the results from factorial design, independent impact of all three factors namely irrigation, material and species on growth features of plants and two species and material factors were significant. In general, the most effective superabsorbent materials in this research were synthetic polymer in 3 gr/lit level and biopolymer with nanosilica. Regarding the biodegradability of biopolymers, using biopolymers with nanosilica, *AtriplexCanescens* and once in four days irrigation in greenhouse condition was suggested that is an effective step to decrease the impacts of drought tensions in germination and growth of plants in arid regions and also in decreasing the irrigation costs.

Keywords: Synthetic Polymer, Biopolymer, Silica nanoparticles, superabsorbent, establishment, *AtriplexCanescens*, *AtriplexLentiformis*.

سبز شدن بذر اشنان از سطح گلدان، هر سه ماده در شرایط تنش خشکی بر ویژگی‌های رشدی گیاه اشنان، تأثیر مثبت داشتند و آبیاری ۸ روزه با تیمار شاهد (خاک بدون مواد اصلاح کننده و آبیاری ۴ روزه)، اختلاف معنی دار نداشت (ابریشم و همکاران، ۲۰۱۴). لی و همکاران (۲۰۱۳) به مقایسه اثرات پلی آکریل آمید آنیونی و بیوپلیمر سنتزی بر فرسایش خاک، کیفیت آب، و رشد کلم چینی، پرداختند. هر تیمار به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار برای خاک لومی ماسه‌ای و در شیب ۳۶ درصد با باران شبیه سازی شده ۲۰ میلی متر بر ساعت، مورد بررسی قرار گرفت. در مقایسه با شاهد، مقدار متوسط خاک معلق و گل آلودگی با استفاده از پلی آکریل آمید و بیوپلیمر، بترتیب تا ۹۶/۰ و ۹۹/۹ درصد، کاهش یافت. نتایج مطالعه زنگویی نسب و همکاران (۲۰۱۲) در منطقه حسین آباد غیناب بیرجند نشان داد که پلیمر سنتزی، تأثیر مثبت و معنی داری بر شاخص‌های ارتفاع نهال، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و طول ریشه داشت. در تمام شاخص‌ها بیشترین مقدار مربوط به تیمار ۰/۴ درصد پلیمر بودولی اکثر شاخص‌های رشدی نهال در این تیمار با تیمار ۰/۳ درصد تفاوت معنی داری نداشت (زنگویی نسب و همکاران، ۲۰۱۲). پژوهش‌های کومار و همکاران (۲۰۱۱) بر بذر و گیاهچه ذرت نشان داد که اعمال تیمار نانو سیلیکا به صورت پودر و مخلوط

مقدمه

مراعات کشور از زمان‌های دور تاکنون مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در دهه های اخیر منابع طبیعی تجدیدشونده به ویژه مراتع به شدت تخریب شده و ادامه این روند کشور را با بحرانی جدی روبه رو خواهد ساخت (مصدقی، ۱۹۹۸). از طرف دیگر، کشور ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی و میانگین بارندگی سالانه (حدود ۲۵۲ میلی متر)، کشوری نیمه خشک محسوب می شود و این در حالی است که همین میزان بارندگی نیز دارای پراکنش مکانی و زمانی بسیار متفاوتی است

برای احیای اراضی تخریب شده می توان از پلیمرهای فراچاذب برای این خاک‌ها استفاده کرد. این مواد همچون هوموس مصنوعی هستند، زیرا آبدوست بوده و حاوی گروه‌های کربوکسیلیک هستند. این ویژگی آنها را قادر می سازد که با یون های مثبت و آب اتصال یابند. این مواد آب در دسترس گیاه را افزایش می دهند که باعث بقای طولانی مدت تر گیاه در شرایط تنش آبی می گردد (هاترمن و همکاران، ۲۰۰۹).

ابریشم و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر سه نوع ماده اصلاح کننده خاک شامل استاکوزورب، زئولیت، و پلی الکترولیت آنیونی و تنش خشکی را بر ویژگی‌های رشد و نمو گیاه اشنان، مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که بجز تأثیر منفی استاکوزورب بر درصد

الف- گونه‌های گیاهی مورد استفاده در پژوهش
 گونه‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل دو گونه ی جنس آتریپلکس با نام‌های علمی *Atriplexcanescence* و *Atriplex-lentiformis* بودند.

ب- مواد اصلاح کننده، سطوح مصرف و خصوصیات هر کدام
- پلیمر سنتزی یا هیدروژل پایه آکرلیک (استاکوزورب)
 پلیمر فراجاذب سنتزی مورد استفاده پلیمر سنتزیمی باشد که در سه سطح صفر، ۱ و ۳ گرم بر لیتر با خاک مخلوط شد. استاکوزورب با اندازه ذرات ۲ - ۰/۵ میلی متر و $pH = 7$

- بیوپلیمر (کربوکسی متیل سلولز)
 بیوپلیمر فراجاذب مورد استفاده کربوکسی متیل سلولز CMC است که در سه سطح صفر، ۳ و ۶ گرم بر لیتر با خاک مخلوط شد. کربوکسی متیل سلولز به صورت پودر با مش سایز ۷۰۰ و ۷/۵- pH می باشد.

- بیوپلیمر به همراه نانو ذرات سیلیس
 نانو ذرات سیلیس به صورت پودر و به میزان ۳ درصد وزنی با ۶ گرم در لیتر کربوکسی متیل سلولز مخلوط با دستگاه توربومیکسر با ۳۰۰۰ دور در دقیقه، مخلوط شد.

ج- نحوه انجام پژوهش
 پژوهش حاضر به صورت کشت بذر در گلخانه انجام شد بدین منظور ابتدا مخلوط مناسبی از خاک که شامل دو قسمت خاک زراعی، دو قسمت ماسه و یک قسمت کود حیوانی پوسیده الک شده بود، آماده شد.

در حالت گلدانی، کشت بذر در گلدان های پلاستیکی که با مخلوط پلیمر سنتزی در سه سطح (۰، ۱ و ۳ گرم در لیتر)، بیوپلیمر بیوپلیمر در سه سطح صفر، ۳ و ۶ گرم بر لیتر با خاک مخلوط شد. نانو ذرات سیلیس به صورت پودر و به میزان ۳ درصد وزنی با ۶ گرم در لیتر بیوپلیمر مخلوط و با خاک گلدانها مخلوط شد. بذرهای گیاه آتریپلکس پس از ۲۴ ساعت که تحت تیمار رطوبت قرار گرفتند در گلدان ها کاشته شدند. در هر گلدان ۱۰ عدد بذر و در عمق ۱ سانتی متری از سطح خاک کاشته شد. بذرها از مرکز تحقیقات منابع طبیعی استان سمنان تهیه شدند و قوه نامیه آنها قبل از آزمایش در محیط ژرمیناتور اندازه گیری شد. بذرها سالم بودند. گلدانها در ۴ تکرار قرار گرفتند. تعداد ۲۴ عدد گلدان در نقش شاهد و بدون مواد فراجاذب، و ۱۲۰ گلدان همراه با مواد فراجاذب بودند؛ آبیاری در ۳ سطح، مواد فراجاذب در ۵ سطح، تعداد گونه ۲ و تعداد تکرار ۴ بود. تمامی گلدانها به صورت یک روز در میان به طور یکسان تا آستانه خروج زه آب آبیاری شدند. یکماه پس از کاشت درصد سبز شدن بذرها اندازه گیری شد. اما آبیاری یکروز در میان تا دوماه ادامه داشت. تیمار کم آبیاری پس از دو ماه در سه سطح یک روز در میان، ۴ روز یک بار و ۸ روز یکبار به گلدانها اعمال شد؛ آبیاری تا آستانه خروج زهاب از گلدان ها، اعمال گردید پس از دو ماه، گیاهچه‌ها با دقت و با حداقل قطع شدگی ریشه از گلدان خارج و متغیرهای درصد سبز شدن بذر، استقرار گیاهچه و ارتفاع گیاهچه، ثبت گردید. تجزیه و تحلیل مشاهده‌ها با نرم افزار MSTATC و با آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بر اساس سه عامل "سطح آبیاری"، "گونه گیاهی" و "ماده فراجاذب آب" انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با نرم

با خاک گلدانها باعث افزایش درصد جوانه‌زنی (۲ تا ۱۱ درصد)، ضریب بهره‌وری آب (بیش از ۵۳ درصد) و میزان کلروفیل (۳ تا ۱۷ درصد) می‌شود، همچنین تمام پارامترهای کمی مانند ارتفاع گیاهچه، وزن خشک و غیره، افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان دادند. رفیعی و همکاران (۲۰۱۱) اثر اصلاح کننده های فیزیکی خاک شامل پلیمر جاذب رطوبت و کمپوست در شرایط مزرعه و به صورت گلدانی بر روی ویژگی های رویشی سیاه تاغ را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که سطوح مختلف تیمارهای کمپوست و پلیمر به کار رفته در این تحقیق موجب افزایش جوانه زنی بذرهای سیاه تاغ، استقرار آن ها و بهبود صفات مورد بررسی در مقایسه با شاهد شدند (رفیعی و همکاران، ۲۰۱۱).

بندک (۲۰۱۰) تاثیر دو نوع فراجاذب A200 و استاکوزورب را بر روی ویژگی‌های رویشی *Atriplexcanescens* مورد بررسی قرار داد. نتایج این مطالعه نشان داد که هردو فراجاذب مورد استفاده بر ویژگی‌های موارد مورد ارزیابی تأثیر مثبتی داشتند و استقرار و زنده‌مانی گیاه *Atriplexcanescens* را در شرایط کمبود آب و تنش خشکی تسهیل نموده‌اند. استفاده از فراجاذب ها موجب بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی *Atriplexcanescens* شد.

در احیاء و اصلاح مراتع خشک به کشت گونه‌های سازگار مورد نیاز است که بتواند با شرایط نامساعد منطقه سازش داشته و عوامل نامساعد محیطی را تحمل نماید (فراهانی و همکاران، ۲۰۰۷). گیاهان تیره اسفنجیان *Chenopodiaceae* قدرت سازگاری خوبی در شرایط سخت محیطی دارند (فرج‌اللهی و همکاران، ۲۰۱۱).

به دلیل کاربرد گسترده گیاه آتریپلکس در اصلاح و احیاء مراتع کشور و نیز با توجه به محدودیت منابع آب و نیز نیاز مبرم به احیاء و اصلاح مراتع، انجام تحقیقات بیشتر برای استفاده از تکنیک‌های نوین به منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب برای بالا بردن درصد موفقیت پروژه‌های نهال کاری و کاهش میزان نیاز به آبیاری و مراقبت و در نتیجه افزایش ضریب موفقیت عملیات بیولوژیکی و کاهش هزینه اجرای این عملیات، ضرورت دارد (زنگویی نسب، ۲۰۱۲؛ جعفریان و لاهوتی، ۲۰۰۶).

در همین راستا پژوهش حاضر با هدف بررسی و مقایسه کارایی پلیمر سنتزی، بیوپلیمر، و بیوپلیمر به همراه نانو ذرات سیلیس در ویژگی‌های رشد گیاه شامل درصد سبز شدن بذر، استقرار گیاهچه و ارتفاع گیاهچه در دو گونه *Atriplexcanescence* و *Atriplex-lentiformis* به منظور شناخت و انتخاب بهترین گزینه، انجام گرفت.

پلیمرهای مورد استفاده در این پژوهش ساختاری خطی داشته و از ساختار شبکه ای بی بهره هستند این شکل از پلیمرها دارای خواصی مانند قابلیت حل شدن در حلالهای قطبی، توزیع و تفکیک مناسب در محیط محلولی، قابلیت نفوذ بسیار بالاتر نسبت به انواع شبکه و ... هستند لیکن نبود ساختار شبکه ای سبب پراکندگی و کاهش خواص فیزیکی و مکانیکی آنها در تماس با حلال خود که در این تحقیق آب و یا به عبارتی رطوبت میباشد میشود، به منظور بهبود این رفتار و حفظ یکپارچه گی توده پلیمر در این تحقیق از ذرات سیلیس استفاده شد که ضمن بهبود خواص حالت خشک به واسطه تشکیل نانوکامپوزیت سبب ایجاد اتصالات فیزیکی و یا شبکه مانند شده و در کنار داشتن خواصی مانند نفوذ مناسب از خواص پلیمرهای شبکه ای نیز تا حدودی بهره مند گردد.

فزار مذکور به روش دانکن انجام شد.

نتایج

-درصد سبز شدن بذر

درصد سبز شدن بذر، یکماه پس از کاشت بذر در گلدانها و آبیاری به صورت یک روز در میان، اندازه گیری شد. جدول (۱) تجزیه واریانس داده های درصد سبز شدن بذر، در اثر عوامل گونه گیاهی و ماده، را نشان می دهد. جدول (۲) نتایج حاصل از مقایسه اثر مستقل نوع ماده جاذب الرطوبه و گونه گیاهی بر درصد سبز شدن نهال در گلدان را ارائه می نماید.

بر اساس نتایج ارائه شده در جداول (۱) و (۲)، درصد سبز شدن بذر گونه *A. canescens* با اختلاف معنی داری بیشتر از گونه *A. lentiformis* است و نوع مواد بر درصد سبز شدن نهال مؤثر بوده است؛ بطوریکه، بیوپلیمر همراه با نانوسیلیس، درصد سبز شدن نهال را به طور معنی داری نسبت به بقیه افزایش داد. کمترین درصد سبز شدن بذر مربوط به پلیمر سنتزی با میزان ۳ گرم بر لیتر بود. افزایش میزان پلیمر سنتزی سبب کاهش تعادل آب و هوا در خاک خواهد شد و بذر دچار خفگی می شود.

-استقرار گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس داده های درصد استقرار، در اثر عوامل سطح آبیاری، گونه گیاهی و ماده، در جدول (۳) ارائه شده است. اثرات ساده آبیاری، گونه گیاهی و ماده گیاهی و همچنین اثرات متقابل آبیاری در گونه، آبیاری در نوع ماده و گونه گیاهی در نوع ماده، معنی دار شده اند.

در جدول (۴) نتایج حاصل از مقایسه اثر مستقل سطح آبیاری، نوع ماده، و گونه گیاهی بر ارتفاع گیاهچه ارائه شده است.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تأثیر عامل آبیاری نشان می دهد که درصد استقرار در سه سطح آبیاری ۱ و ۲ و ۳ با هم تفاوت معنی دار دارند و در آبیاری در شرایط معمولی (سطح ۱) درصد استقرار گیاهچه ها بیشتر از بقیه سطوح آبیاری است. درصد استقرار گیاهچه گلدانی در پلیمر سنتزی به میزان ۳ گرم بر لیتر و بیوپلیمر همراه با نانو سیلیس، با اختلاف معنی داری از بقیه تیمارها بیشتر است. همچنین، درصد استقرار در گونه *A. lentiformis* با اختلاف معنی داری از *A. canescens* بیشتر است.

شکل (۱) اثر متقابل گونه در ماده را بر استقرار گیاهچه نشان می دهد. بر اساس شکل، هر دو گونه در مجاورت پلیمر سنتزی ۳ گرم بر لیتر و بیوپلیمر به همراه نانو سیلیس، بیشترین درصد استقرار را دارا هستند.

در شکل (۲) اثر متقابل سطح آبیاری و ماده بر درصد استقرار گیاهچه و شکل (۳) اثر متقابل سطح آبیاری و گونه گیاهی بر درصد استقرار گیاهچه، ارائه شده است.

باتوجه به شکل (۲) گونه های به کار برده شده در این تحقیق در آبیاری معمولی (سطح ۱) و در مجاورت بیوپلیمر ۲ و بیوپلیمر همراه نانو سیلیس بیشترین درصد استقرار را دارا می باشند. در سطح ۲ آبیاری نیز پلیمر سنتزی ۳ گرم بر لیتر و بیوپلیمر همراه نانو سیلیس شاهد در آبیاری معمولی به طور معنی داری تفاوت دارند. درصد استقرار در کم آبیاری (سطح ۳) به طور معنی داری با شاهد در حالت آبیاری معمولی (سطح ۱) کمتر است.

بررسی شکل (۳) اثر متقابل سطح آبیاری در گونه گیاهی بر درصد استقرار گیاهچه در هر دو گونه با آبیاری معمولی بیشترین درصد استقرار گیاهچه را نشان می دهد که تفاوت معنی داری بین دو گونه وجود ندارد. تنها در کم آبیاری (سطح ۳) درصد استقرار *A. canescens* به طور معنی داری از *A. lentiformis* بیشتر است.

- ارتفاع گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس داده های ارتفاع گیاهچه، در اثر عوامل سطح آبیاری، مواد فراچاذب و گونه گیاهی در جدول (۶) ارائه شده است. کلیه اثرات ساده سطح آبیاری، نوع گونه گیاهی و ماده فراچاذب در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی دار هستند. در بین اثرات متقابل تنها اثر متقابل گونه گیاهی در ماده معنی دار شده است.

جدول (۸) نتایج حاصل از مقایسه اثر مستقل سطح آبیاری، نوع ماده، و گونه گیاهی بر ارتفاع گیاهچه را ارائه می نماید.

نتایج بررسی اثر ساده آبیاری بر ارتفاع گیاهچه نشان می دهد که آبیاری سطح ۱ و ۲ با هم اختلاف معنی داری ندارند، اما آبیاری سطح ۳ ارتفاع گیاهچه را نسبت به سطح ۱ و ۲ به طور معنی دار کاهش داده است. از بین دو گونه، گونه *A. canescens* به طور معنی دار ارتفاع بیشتری نسبت به گونه *A. lentiformis* دارد. گیاهچه های در مجاورت پلیمر سنتزی سطح ۲ و بیو پلیمر همراه با نانو سیلیس با هم اختلاف معنی داری ندارند و بالاترین ارتفاع را دارا هستند. همچنین تیمار بیوپلیمر همراه با نانوسیلیس با پلیمر سنتزی سطح یک اختلاف معنی داری ندارد.

شکل (۵) اثر متقابل گونه گیاهی و ماده بر ارتفاع گیاهچه را نشان می دهد.

گونه *A. canescens* در مجاورت ماده های پلیمر سنتزی ۳ گرم بر لیتر و همچنین بیوپلیمر همراه با نانو سیلیس بیشترین ارتفاع گیاهچه در گلدان را داراست. ارتفاع گیاهچه *A. canescens* در مجاورت این مواد و همچنین در مجاورت سطح یک پلیمر سنتزی از شاهد (بدون مواد فراچاذب) به طور معنی داری بیشتر است.

بحث و نتیجه گیری

جوانه زنی بذر و استقرار آن مرحله ای مهم و حیاتی در رشد و نمو گیاه است. عموماً در خاک های لومیشنی و بیابانی گیاهچه ها به خوبی مستقر نمی شوند که به طور مستقیم رشد گیاه و تولید آنرا تحت تأثیر قرار می دهد. به نظر می رسد کاربرد اصلاح کننده های خاک محتوی هیدروژل درمان مهم برای خاک های درشت بافت هستند که به رشد گیاهان به وسیله افزایش نگهداری آب کمک می کند. اصلاح محیط ریشه گیاه به وسیله پلیمرها نتایجی مانند افزایش نگهداشت آب در محیط رشد گیاه (عابدی کوبایی، ۲۰۰۶)، افزایش نفوذ آب و کاهش فرسایش و رواناب و افزایش جوانه زنی و رشد سریعتر گیاهان (جانسون و لی، ۱۹۹۰) را در بر خواهد داشت.

همانطور که در قسمت نتایج آمد درصد سبز شدن بذر در مجاورت تیمارهای بیوپلیمر و همینطور بیوپلیمر همراه با نانو سیلیس نسبت به شاهد افزایش داشت. بالاترین درصد سبز شدن گیاهچه های اتریپلکس مربوط به تیمار بیوپلیمر همراه با نانو سیلیس بود که نسبت به تیمار شاهد ۲۲ درصد افزایش در سبز

باشد. میزان ارتفاع گیاهچه در گونه گیاهی *Atriplexcanescens* بیشتر است. ارتفاع گیاهچه در حضور بیوپلیمر در دو سطح با شاهد تفاوت معنی داری ندارد. ارتفاع گیاهچه‌ها در مجاورت هیدروژل در دو سطح و بیوپلیمر همراه با نانو سیلیس بیشتر از شاهد است. در رابطه با تأثیر متقابل گونه گیاهی - نوع ماده، بیشترین افزایش ارتفاع مربوط به گونه *Atriplexcanescens* در مجاورت هیدروژل سطح ۲ و بیوپلیمر به همراه نانو سیلیس است. در نتیجه می‌توان با استفاده از گونه *Atriplexcanescens* و ماده فرا جذب آب از نوع هیدروژل سطح ۲ یا بیوپلیمر به همراه نانو سیلیس، و آبیاری ۴ روز یک بار، علاوه بر داشتن بهترین نتیجه برای ارتفاع گیاه، در مصرف آب مورد نیاز برای گیاه نیز صرفه جویی نمود. تأثیر مثبت پلیمر در رشد رویشی گیاهچه را در تحقیقات رفیعی و همکاران (۲۰۱۱) و زنگویی نسب و همکاران (۲۰۱۲) بر سیاه تاغ، تأثیر مثبت نانو اکسید سیلیکون و نانو سیلیکا توسط یوو کومار و همکاران (۲۰۱۱) بر رشد ذرت، با نتایج این مقاله همراستا بود.

استفاده از پلیمر فرا جذب به علت بهبود تهویه ریشه از طریق جذب آب ثقلی در مدتی نسبتاً کوتاه پس از آبیاری و نیز جلوگیری از تراکم خاک باعث ایجاد یک محیط بسیار مناسب برای گیاه می‌گردد و گیاه در این شرایط آب و املح را بهتر جذب می‌کند (عابدی کوبایی و مسفروش، ۲۰۰۹). نانو ذرات به راحتی می‌توانند از منافذ روی دیواره عبور کنند و سپس به بافت‌های مختلف منتقل می‌شوند (نیر و همکاران، ۲۰۱۰).

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر می‌توان چنین نتیجه گرفت که تأثیرگذارترین مواد فرا جذب آب در این تحقیق، پلیمر سنتزی در سطح ۳ گرم بر لیتر و همچنین بیوپلیمر همراه با نانوذرات سیلیس هستند. با توجه به زیست‌تخریب پذیر بودن بیوپلیمرها همچنین با عنایت به اینکه اثر پلیمرهای مصنوعی یا سنتزی بر بازار جهانی رو به افول است، توصیه می‌شود برای برداشتن قدمی مؤثر جهت کاهش تأثیرات تنش خشکی در فرایند جوانه زنی و رشد گیاهان در مناطق خشک و همچنین کاهش هزینه های آبیاری از گونه *Atriplexcanescens* در مجاورت بیوپلیمر همراه با نانوذرات سیلیس با دور ۴ روز درمیان در شرایط گلخانه استفاده شود.

پاورقی ها

1. Huttermann
2. Lee
3. Yuvakkumar
4. Jafarian and Lahouti
5. Johnson
6. Leah
7. Shahid
8. Shahid

شدن بذر مشاهده شد. نانوذره باعث بهبود توانایی بذر در جذب آب و شروع رشد می‌شود. این نتیجه با مطالعه شهید و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از نانو کامپوزیت ($AA-co-AAm/AlZnFe_2O_4/po-$) potassium بر جوانه زنی گندم همخوانی دارد.

درصد سبز شدن در مجاورت پلیمر سنتزی به میزان ۱ و ۳ گرم بر لیتر در مقایسه با شاهد کاهش پیدا کرده است که این کاهش در هیدروژل ۳ گرم بر لیتر به میزان ۱۷ درصد می‌باشد. استفاده از مقدار بیش از حد پلیمر و در نتیجه جذب آب و تورم پلیمر فضاهای خالی خاک توسط آب پر شده‌اند و در نتیجه بذر دچار خفگی می‌شود (ملکوتی و غیبی، ۲۰۰۰؛ زنگویی نسب و همکاران، ۲۰۱۲). نتیجه حاصل، با نتایج پژوهش انجام شده توسط بریشم، (۲۰۱۴) همسو است. اگرچه اثر مستقل گونه گیاهی معنی دار شده است، اما اثر متقابل گونه در ماده معنی دار نیست و بنابراین اختلاف درصد سبز شدن بذر در این دو گونه به علت تأثیر پلیمرهای مختلف نیست؛ لذا می‌توان گفت که بیوپلیمر همراه با نانو سیلیس بهترین نتیجه را ارائه خواهد نمود و در این میان نوع گونه گیاهی، تأثیری در درصد سبز شدن بذور، نخواهد داشت.

در رابطه با استقرار یا درصد زنده مانگی گیاهچه‌ها این متغیر در حضور مواد مختلف نسبت به شاهد به طور معنی داری افزایش داشته است که بیشترین افزایش درصد استقرار در رابطه با پلیمر سنتزی ۳ گرم بر لیتر و بیوپلیمر همراه با نانو سیلیس ۸۵ درصد است که ۱۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داشته است. همچنین تأثیر مستقل سطح آبیاری ۱ بر استقرار گیاهچه بیش از سایر سطوح آبیاری بوده است و گونه گیاهی *A. Lentiformis* عملکرد بهتری داشته است.

استقرار گیاهچه در آبیاری سطح ۲ یعنی ۴ روز در میان در تیمارهای بیوپلیمر همراه با نانو سیلیس و پلیمر سنتزی ۳ گرم بر لیتر بیشتر از تیمار شاهد با آبیاری معمولی بود که نشان می‌دهد با استفاده از این مواد می‌توان دور آبیاری را افزایش داد، ضمن اینکه استقرار گیاهچه از گیاهچه‌ها در مجاورت آبیاری معمولی بدون مواد فرا جذب، بیشتر خواهد بود. تأثیر مثبت کاربرد استاکوزورب بر استقرار گیاهچه بر اساس تحقیقات بندک (۲۰۱۰) بر *Atriplexcanescens* مورد تأیید قرار گرفته است. مطالعات شهید و همکاران (۲۰۱۲) بر روی نانو کامپوزیت ($AA-co-AAm/AlZnFe_2O_4/po-$) potassium بر نگهداری رطوبت در خاک و استقرار گندم با تحقیق انجام شده، همخوانی دارد.

در رابطه با تأثیر متقابل سطح آبیاری - گونه گیاهی بر استقرار گیاهچه، پاسخ هر دو گونه گیاهی بر سطوح مختلف آبیاری یکسان بوده است و تنها در سطح آبیاری ۳، گونه *A. canescence* عملکرد بهتری نسبت به گونه *A. Lentiformis* داشته است. در مورد تأثیر متقابل گونه گیاهی - نوع ماده فرا جذب، هر دو گونه گیاهی در مقابل پایه اکریلیک ۳ گرم بر لیتر و بیوپلیمر به همراه نانو سیلیس بیشترین استقرار را داشته‌اند و تأثیر بیوپلیمر به همراه نانو سیلیس بر گونه *A. Lentiformis* اندکی بیشتر بوده است.

آنچه از نتایج بررسی های مربوط به ارتفاع گیاهچه استنباط می‌شود نشان می‌دهد که تأثیر آبیاری دو روز یک بار و ۴ روز یک بار بر ارتفاع گیاهچه معنی دار نیست و بنابراین، می‌توان دور آبیاری را به ۴ روز یک بار رسانید که با توجه به کمبود آب در کشور، این امر می‌تواند در کاهش مصرف آب در نهالستانهای کشور، مؤثر

جدول (۱) تجزیه واریانس داده ای درصد سبز شدن بذر، در اثر عوامل گونه گیاهی و ماده.					
منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	معنی داری
گونه گیاهی	۱	۳۸۰۲/۷۸	۳۸۰۲/۷۸	۴۸/۹	**
ماده فراجاذب	۵	۶۲۴۷/۲	۱۲۴۹/۴	۱۶/۰۶	**
گونه گیاهی * ماده	۵	۴۴۷/۲	۸۹/۴۴	۱/۱۵	ns
خطا	۲۴	۱۸۶۶/۶۶	۷۷/۷۸	-	-

ns: نبود اختلاف معنی دار؛ * اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد؛ ** اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد

جدول (۲) نتایج مقایسه میانگین تأثیر مستقل نوع ماده و گونه گیاهی بر درصد سبز شدن نهال در گلخانه		
تیمار	درصد سبز شدن	
شاهد	۴۸b	
پلیمر سنتزی ۱	۴۴bc	
پلیمر سنتزی ۲	۳۱c	
بیوپلیمر ۱	۴۸b	نوع ماده
بیوپلیمر ۲	۵۶b	فراجاذب
بیوپلیمر همراه با نانو سیلیس	۷۰a	
<i>A. canescens</i>	۵۸/۳۳ a	گونه گیاهی
<i>A. lentiformis</i>	۳۷/۷۸b	

جدول (۳) تجزیه واریانس داده های درصد استقرار گیاهچه در اثر عوامل سطح آبیاری، گونه گیاهی و ماده					
منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	معنی داری
آبیاری	۲	۲۴۲۷۲/۳۵	۱۲۱۳۶/۱۷	۱۷۴۰/۶۴۶۷	**
گونه گیاهی	۱	۱۸۱/۴۸	۱۸۱/۴۸	۲۶/۰۲۹۲	**
آبیاری * گونه	۲	۶۷۶/۴۶	۳۳۸/۲۳	۴۸/۵۱۱۳	**
نوع ماده	۵	۳۵۵۸/۷۴	۷۱۱/۷۴۸	۱۰۲/۰۸۳۴	**
آبیاری * نوع ماده	۱۰	۸۱۸/۶۴	۸۱/۸۶۵	۱۱/۷۴۱۶	**
گونه گیاهی * نوع ماده	۵	۸۷/۰۷	۱۷/۴۱۵	۲/۴۹۷۷	*
آبیاری * گونه گیاهی * نوع ماده	۱۰	۱۲۴/۹۸	۱۲/۴۹۸	۱/۷۹۲۶	ns
خطا	۷۲	۵۰۲/۰	۶/۹۷۲	-	-

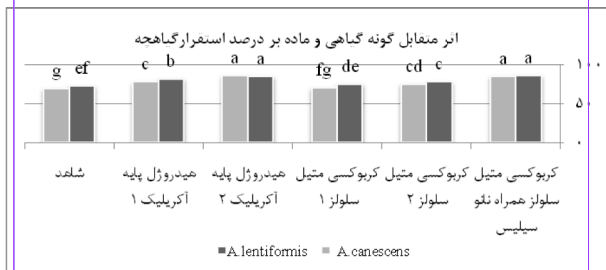
جدول (۴) اثر مستقل سطح آبیاری، نوع ماده فراجاذب آب و گونه گیاهی بر ارتفاع گیاهچه		
تیمار	استقرار گیاهچه	
سطح آبیاری ۱	۹۲/۴a	سطح
سطح آبیاری ۲	۸۴/۸b	آبیاری
سطح آبیاری ۳	۵۷/۵۰c	
شاهد	۷۰e	
پلیمر سنتزی ۱	۷۹b	نوع ماده
پلیمر سنتزی ۲	۸۵a	فراجاذب
بیوپلیمر ۱	۷۲d	آب
بیوپلیمر ۲	۷۶c	
بیوپلیمر همراه با نانو سیلیس	۸۵a	
<i>A. canescens</i>	۷۶/۹b	گونه
<i>A. lentiformis</i>	۷۹/۵a	گیاهی

جدول (۷) تجزیه واریانس داده‌های ارتفاع گیاهچه در اثر عوامل آبیاری، گونه گیاهی و ماده.

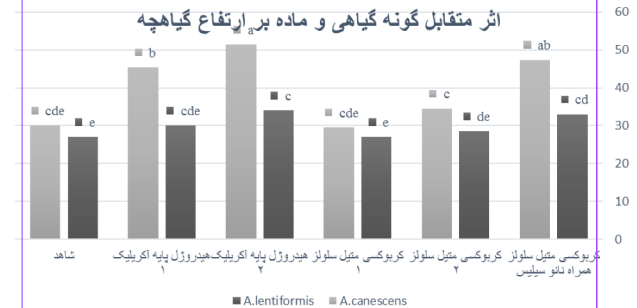
منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
آبیاری	۲	۹۱۳/۶۹	۴۵۶/۸۴۵	۱۹/۴۸۴۷	**
گونه گیاهی	۱	۲۶۴۹/۷۳۶	۲۶۴۹/۷۳۶	۱۱۳/۰۱۲۹	**
آبیاری * گونه	۲	۳/۵۳۸	۱/۷۶۹	۰/۰۷۵۴	Ns
نوع ماده	۵	۳۴۶۰/۵۹۳	۶۹۲/۱۱۹	۲۹/۵۱۹۳	**
آبیاری * نوع ماده	۱۰	۳۱۸/۰۴۹	۳۱/۸۰۵	۱/۳۵۶۵	Ns
گونه گیاهی * نوع ماده	۵	۱۰۰/۱۲۴۷	۲۰۰/۲۴۹	۸/۵۴۰۸	**
آبیاری * گونه گیاهی * نوع ماده	۱۰	۲۴۵/۲۷۹	۲۴/۵۲۸	۱/۰۴۶۱	Ns
خطا	۷۲	۱۶۸۸/۱۳۵	۲۳/۴۴۶	-	-

جدول (۸) اثر مستقل سطح آبیاری، نوع ماده فرا جذب آب و گونه گیاهی بر ارتفاع گیاهچه

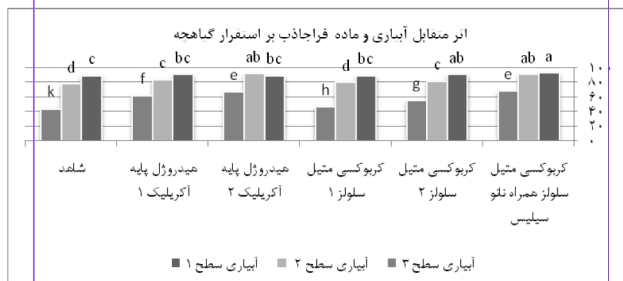
ارتفاع گیاهچه	تیمار
۳۷/۶۳a	سطح آبیاری ۱
۳۵/۹۴a	سطح آبیاری ۲
۳۰/۷۹b	سطح آبیاری ۳
۲۸/۵۳c	شاهد
۳۷/۶۴b	پلیمر سنتزی ۱
۴۲/۵۶a	پلیمر سنتزی ۲
۲۸/۱۷c	بیوپلیمر ۱
۳۱/۵۵c	بیوپلیمر ۲
۴۰/۲۹ab	بیوپلیمر همراه با نانو سیلیس
۳۹/۷۴a	<i>A. canescens</i>
۲۹/۸۴b	<i>A. lentiformis</i>



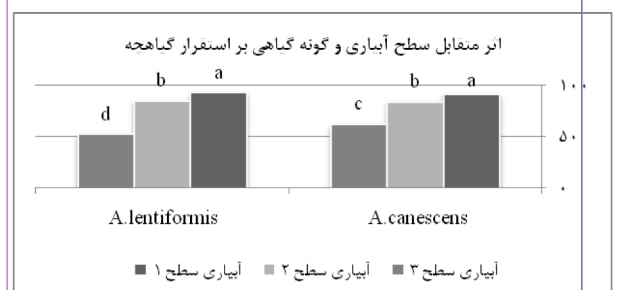
شکل (۱). نمودار اثر متقابل گونه گیاهی و ماده بر درصد استقرار گیاهچه



شکل (۵) اثر متقابل گونه گیاهی و ماده بر ارتفاع گیاهچه



شکل (۲) اثر متقابل سطح آبیاری و ماده فرا جذب بر درصد استقرار گیاهچه



شکل (۳). اثر متقابل گونه گیاهی و سطح آبیاری بر درصد استقرار گیاهچه

<p>tion of critical limit of effective nutritious elements in soil, plant and fruit. <i>Karaj Agriculture Training Press Center; Iran</i>.</p> <p>14. Mesdaghi, M. 1998. Management of Iranian's Rangelands. AštaneGhodseRazavi Press.</p> <p>15. Nair, R., S.H. Varghese, B.G. Nair, T. Maekawa, Y. Yoshida and D. Sakthi Kumar. 2010. Review:Nanoparticulate material delivery to plants. <i>Plant Sci</i>. 179: 154-163.</p> <p>16. Rafiee, Z; Zehtabian, Gh. R; Tavili, A and Kianirad, M. (2011). Comparing effect of hydrogel and compost on establishment and growth properties of <i>Haloxylonaphyllum</i>. The Scientific and Research Journal of <i>Arid Biome</i>. Vol 1. No. 3. 24-36.</p> <p>17. Shahid S. A, AnsarA. Q., Farooq A., Inam U., and Umer R. (2012). Effects of a Novel Poly(AA-co-AAm)/AlZnFe2O4/potassiumHumate Superabsorbent Hydrogel Nanocomposite on Water Retention of Sandy Loam Soil and Wheat Seedling Growth. <i>Molecules</i>, 17(11), 12587-12602</p> <p>18. Yuvakkumar R., Elango V., Rajendran V., Kannan N. S., &Prabu P., (2011), Influence of Nanosilica Powder on the Growth of Maize Crop (<i>Zea Mays L.</i>). <i>International Journal of Green Nanotechnology</i> 3; 180–190.</p> <p>19. Zangoeeinasab, Sh. Emami, H. Aštaraei, A and A. Yari. (2012). Effects of Stockosorb on some soil hydraulic properties and growth and establishment of <i>Atriplex</i>. The first National Conference on Farm Water Management. 2012. <i>Soil and Water Research Institute</i>.</p>	<p style="text-align: center;">منابع مورد استفاده</p> <p>1. Abedi-Koupai, J. and. Asadkazemi, J. (2006). Effects of hydrophilic polymer on the field performance of an ornamental plant (<i>Cupressusarizonica</i>) under reduced irrigation regimes. <i>Iran. Polym. J.</i> 15: 715-725.</p> <p>2. AbediKoupaii, J and M. Mesforoush. (2009). Assessment of application of superabsorbent polymer on water usage effectiveness and saving of nutrition elements in green house cucumber. <i>Iranian Irrigation and Drainage Journal</i>. Vol. 2. No. 2. 2009. 100-111.</p> <p>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 Resources. University of Tehran.</p> <p>4. Abrisham, E. Jafari, M. Tavili, A. Rabiee, A and ZareChahouki, M. (2014). Effect of some mineral materials and polymer soilconditioners on growth features in <i>Seidlitziarosmarinus</i>. <i>Range Management Journal</i>. Vol 1. No. 2. 1-12.</p> <p>5. Bandak, A. (2010). Comparison of effectiveness of two type of superabsorbent: A200 and Stockosorb on germination features and establishment of <i>Atriplexcanescens</i>. M.Sc. in Natural Resources Faculty. University of Tehran.</p> <p>6. Farahani, E. Fallahi, Kh, Mirzakhani, K. (2007). Determination of more appropriate of seeding date of <i>AtriplexCanescence</i> for generation of transplant in Bijin, Tehran station. <i>Scientific and Research Journal</i>. Iran Desert and Rangeland Research. Vol. 14. No. 1. 8-18.</p> <p>7. Farajollahi, A. Tavili, A and Pouzesh, H. (2011). Effect of different treatments on improvement of seed germination of <i>Atriplexlentiformis</i> و <i>Atriplexcanescens</i>. <i>Journal of Pajouhesh and Sazandegi</i>. No. 93. 55-62.</p> <p>8. Huttermann, A., Oriquiriza, L.J., Agaba, H. (2009). Application of Superabsorbent Polymers for Improving the Ecological Chemistry of Degraded or Polluted Lands. <i>CLEAN-Soil, Air, Water</i>, Vol. 37, Issue 7: 517-526</p> <p>9. Jafarian, V. andLahouti, A. 2006. Application of water Superabsorbent polymers in projects bleaching on water infiltration. <i>Soil Science Society of America Journal</i>, 53:233-238.</p> <p>10. Johnson, M. S. and Leah. 1990. Effects of superabsorbent polyacrylamides on efficiency of water use by crop seedlings. <i>J. Sci Food Agric.</i> 52: 431-434.Lee, S.S., Chang, S.X., Chang, Y.Y., Ok, Y.S. (2013). Commercial versus Synthesized Polymers for Soil Erosion Control and Growth of Chinese Cabbage. <i>Springerplus</i> 2: 534.</p> <p>11. Liang, Y.C., Q. Chen, Q. Liu, W.H. Zhang and R.X. Ding. 2003. Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt stressed barley (<i>Hordeum vulgare L.</i>). <i>Plant Physiol</i>. 160: 1157-1164.</p> <p>12. Lu CM, Zhang CY, Wen JQ, Wu GR, Tao MX (2002) Research on the effect of nanometer materials on germination and growth enhancement of <i>Glycine max</i> and its mechanism. <i>Soybean Sci</i> 21:68–172.</p> <p>13. Malakouti, M. J and Gheibi. M. N. (2000). Determina-</p>
---	---