نشریه مرتعداری
سال اول، شماره دوم، ۱۳۹۳
http://jrm.gau.ac.ir

تاثیر برخی مواد معدنی و پلیمرهای اصلاح کننده خاک بر ویژگی‌های رشد *Seidlitzia rosmarinus*

الهام السادات ابریشم[۱]، محمد جعفری[۲]، علی طویلی*[۳]، احمد ربیعی[۴]، محمد علی زارع چاهوکی[۵]

[۱]دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی دانشگاه تهران، [۲]استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، [۳]دانشیار دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه تهران، [۴]دانشیار پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، [۵]دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۱۲/۲٤ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۰۹/۱۱

چکیده

کمبود و پراکنش نامناسب بارندگی مهمترین محدودیت برای رشد گیاهان در مناطق خشک می‌باشد. استفاده از مواد اصلاح کننده خاک، یکی از روش‌های گوناگونی است که در مناطق خشک، با هدف کاهش تنش خشکی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. به منظور ارزیابی تاثیر سه نوع ماده اصلاح کننده خاک و تنش خشکی بر ویژگی‌های رشد و نمو گیاه اشنیان، پژوهشی به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در ۱۲ تکرار انجام شد. در این تحقیق سه سطح برای هر یک از مواد، استاکوزورب (صفر، ۱ و ۳ گرم در لیتر خاک)، زئولیت (صفر، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی) و پلی‌الکترولیت آنیونی جهت تثبیت خاک (صفر، ۰/۰۵ و ۰/۰۷ درصد وزنی)، در نظر گرفته شد. تیمار آبیاری قبل از ٤ برگی شدن نهال‌ها اعمال نشد و آبیاری همه گلدان‌ها، هر ۳ روز یکبار انجام شد. پس از این مرحله سه سطح آبیاری (٤، ۸ و ۱۰ روز یکبار) برای نهال‌ها در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که به غیر از تاثیر منفی فراجاذب استاکوزورب بر درصد سبز شدن بذر اشنیان از سطح گلدان، هر سه ماده در شرایط تنش خشکی بر ویژگی‌های رشدی گیاه اشنیان، تاثیر مثبت داشتند، به‌طوری‌که ۱۰ درصد وزنی زئولیت باعث افزایش معنی‌دار درصد سبز شدن بذر نسبت به تیمار شاهد (خاک فاقد

*نویسنده مسئول: atavili@ut.ac.ir

مواد اصلاح کننده) گردید. اکثر شاخص‌های رشدی گیاه اشنیان در تیمارهای ۱۰ درصد وزنی ماده معدنی زئولیت (کلینوپتیلولایت)، ۱گرم استاکوزورب در لیتر خاک و ۰/۰۷ درصد وزنی پلی‌الکترولیت و آبیاری ۸ روزه با تیمار شاهد (خاک بدون مواد اصلاح کننده و آبیاری ٤ روزه) اختلاف معنی‌دار نداشت. با توجه به تاثیر مثبت بر ویژگی‌های رشدی گیاه، فراوانی طبیعی در ایران، استخراج آسان و در نهایت قیمت اقتصادی زئولیت کلینوپتیلولایت، به‌کارگیری این ماده معدنی می‌تواند گامی موثر جهت کاهش تنش خشکی در فرایند رشد گیاهان در مناطق خشک و توسعه پایدار در کشور باشد.

واژگان کلیدی: استاکوزورب، زئولیت، کلینوپتیلولایت، پلی‌الکترولیت آنیونی، اشنیان

مقدمه

یکی از ابزارهای مقابله با کمبود آب در مناطق خشک، استفاده از تکنیک‌های افزایش توان ذخیره‌سازی و کاهش تبخیر و فرونشست آب در خاک است که تحت عنوان کلی عملیات خاک‌ورزی شناخته می‌شوند. یکی از شاخه‌های اصلی عملیات خاک‌ورزی، افزودن مواد اصلاحی به خاک است. انواع طبیعی مواد اصلاحی خاک از دو دسته مواد معدنی (خاک رس، ماسه، پرلیت) و مواد آلی (کاه، لاشبرگ و کود حیوانی) تشکیل می‌شوند. علاوه بر این با پیشرفت‌هایی که در علوم زیستی و تولیدات شیمیایی رخ داده است، امروزه استفاده از کودهای زیستی (باکتری‌های محرک رشد و قارچ‌های میکوریزی) و پلیمرهای بسیار آبدوست نیز مورد توجه قرارگرفته است (بانچ شفیعی و همکاران، ۲۰۱۰). پلیمرهای فراجاذب (SAP[1])، ماده خشک و شکر مانندی هستند، با توانایی جذب و نگهداری محلول آبی تا چندین برابر وزن خود (۱۰۰۰–۲۰ برابر) (ظهوریان مهر، ۲۰۰٦). این نوع پلیمرها، به منظور افزایش استقرار پوشش گیاهی در خاک‌های تخریب شده تا آلوده بسیار کاربرد دارند (هاترمن[2] و همکاران، ۱۹۹۹؛ ۲۰۰۹؛ برانیس[3] و همکاران، ۱۹۹۵). این موضوع اثبات شده است که وجود پلی‌آکریل آمیدها باعث توسعه رشد سیستم ریشه‌ای گیاهان در شرایط تنش خشکی می‌گردد (یوسف[4]،

1- Super Absorbent Polymer
2- Huttermann
3- Bouranis
4- Youssef

۲۰۰۳؛ هاترمن و همکاران، ۱۹۹۹). تحقیقات انجام شده توسط اله‌دادی و همکاران (۲۰۰٦) در مورد تاثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب و فواصل زمانی آبیاری روی رشد و عملکرد ذرت علوفه‌ای نشان دهنده اثرات مثبت مقادیر زیادتر سوپرجاذب روی صفات مورد بررسی به خصوص ارتفاع بوته و تجمع ماده خشک گیاه بوده است. پلیمرسنتزی دیگری نیز در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت که محصول مطالعات کارشناسان ایرانی می‌باشد. ربیعی (۲۰۱۱)، ضمن تهیه پلی‌الکترولیت آنیونی تبثیت کننده خاک، تاثیر این ماده را بر خصوصیات فیزیکی و شیمایی خاک مورد بررسی قرار داد. نتایج این بررسی نشان داد پلی الکترولیت آنیونی ضمن چسبندگی بهتر ذارت خاک، می‌تواند موجب تقویت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شود. زئولیت[1] (سنگ‌های جوشان) در سال ۱۷۵٦ میلادی توسط کانی‌شناس سوئدی اکسل فردریک کرونستد[2] معرفی شد (تئوفیلو[3]، ۲۰۰۰). زئولیت‌های طبیعی به آلومینوسیلیکات‌ها تعلق داشته و واحدهای ساختاری آنها از چهارضلعی‌های SiO_4 و AlO_4 تشکیل شده که با اشتراک‌گذاری تمام اکسیژن‌هایشان به هم متصلند و شبکه سه بعدی بی‌نهایت وسیعی را ایجاد می‌کنند (ماپتن[4] و همکاران، ۱۹۹۹). کلینوپتیلولیت به دلیل دارا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی و قدرت جذب و دهیدراته شدن بالا، می‌تواند باعث حفظ نیتروژن، آزادسازی تدریجی کود، حفظ رطوبت در خاک و بهبود رشد گیاهان، شود و به همین دلیل رایج‌ترین نوع زئولیتی است که در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد (بارر[5]، ۱۹۹۸). با توجه به خصوصیات منحصر به فرد زئولیت‌ها، فراوانی طبیعی آنها در ایران، استخراج آسان و در نهایت قیمت اقتصادی مناسب، به‌کارگیری زئولیت می‌تواند گامی در راستای توسعه پایدار در کشور محسوب شود (کاظمیان، ۲۰۰۰). نتایج حاصل از تحقیقات آرمند پیشه و همکاران (۲۰۱۰)، نشان داد که کاربرد زئولیت می‌تواند اثرات نامطلوب تنش خشکی بر تولید گیاهچه‌های غیر نرمال را کاهش دهد و سبب افزایش جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه در بذر کلزا گردد. عبدی (۲۰۰۸) با اضافه کردن سطوح ۰، ۱۰ و ۱۵ درصد زئولیت به محیط کشت چمن کنتاکی بلوگراس و اعمال ۳ سطح تخلیه رطوبتی خاک (۲۵، ٤۵ و ٦۵ درصد)، دو ماه بعد از کشت بذرها (گذشت دوره استقرار)، چنین نتیجه گرفت که، کاربرد ۱۵ درصد زئولیت به همراه

1- Zeolite
2- Axel Fredrik Cronstedt
3- Theophilou
4- Mumpton
5- Barrer

اعمال پایین‌ترین درصد تخلیه رطوبتی خاک (۲۵درصد)، باعث بیشترین رویش و کیفیت چمن شده و سطوح ۱۵ و ۱۰ درصدی زئولیت، اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند. با توجه به نقش مواد فراجاذب در نگهداری رطوبت خاک مناطق خشک و نیمه خشک، که بارندگی کمی دارند، هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر کاربرد مقادیر مختلف فراجاذب استاکوزورب، ماده معدنی زئولیت و پلی الکترولیت آنیونی بر برخی خصوصیات رشد و نمو گیاه اشنیان، تحت تاثیر تنش خشکی، است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه کاشت: تحقیق حاضر به صورت، کشت گلدانی در نهالستان اداره منابع‌طبیعی شهرستان گناباد واقع در روستای قوژد که در فاصله ۵ کیلومتری شهرستان گناباد قرار دارد در تاریخ ۱۵ شهریور انجام شد. متوسط بارندگی سالانه و دمای متوسط سالانه ثبت شده در ایستگاه سینوپتیک گناباد به ترتیب ۱۵۵ میلی‌متر و ۱۷ درجه سلسیوس بوده و حداکثر بارندگی در این منطقه در زمستان رخ می‌دهد. براساس روش دومارتن گسترش یافته (خلیلی، ۱۳۷٦)، این شهرستان در اقلیم خشک و سرد قرار می‌گیرد.

مشخصات گیاه اشنیان: اشنیان *Seidlitzia rosmarinus* از خانواده *Chenopodiaceae*، گیاهی درختچه‌ای به ارتفاع اغلب تا ۱ متر، برگ‌ها گوشتی، گل‌ها به رنگ سفید مایل به کرم، تجدید حیات از طریق بذر است. اشنیان دارای ارزش صنعتی، علوفه‌ای و حفاظتی بوده و به دشتبان کویر معروف است (مقیمی، ۲۰۰٦).

مشخصات مواد مورد استفاده: در این پژوهش تاثیر سه ماده اصلاح کننده خاک و فراجاذب رطوبت بر خصوصیات رشد و نمو گیاه اشنیان، در شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفت. این مواد عبارت بودند از: ۱- پلیمر فراجاذب وارداتی با نام استاکوزورب[1] (تهیه شده از شرکت دیم گستران سبز آتیه) در سه سطح ۰، ۱ و ۳ گرم در لیتر خاک، ۲- پلی‌الکترولیت آنیونی تبثیت کننده خاک، حاوی کلسیم (این پلیمر به وسیله پژهشگران پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران تهیه شد (ربیعی و همکاران ۲۰۱۱)، در سطوح ۰، ۰/۰۵ و ۰/۰۷ درصد وزنی خاک و ۳- ماده معدنی جاذب رطوبت با نام زئولیت، (کلینوپتیلولایت[2] سمنان، تهیه شده از شرکت افرازند)، در سه سطح ۰، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی خاک.

1- Stockosorb
2- Clinoptilolite

نحوه آماده سازی محیط کاشت: هر یک از این مواد اصلاح کننده بر اساس سطوح مورد نظر به‌صورت جداگانه و به‌طور کاملاً همگن با خاک گلدان‌ها مخلوط و سپس گلدان‌ها به وسیله خاک‌های آماده پر شدند. زئولیت کلینوپتیلولایت، به صورت گرانول‌های با قطر بین ۱ تا ۳ میلی‌متر، به‌صورت خشک با خاک گلدان‌ها مخلوط گردید. پلی‌الکترولیت آنیونی تثبیت کننده خاک نیز پس از رقیق‌سازی، با خاک گلدان‌ها مخلوط شد. جهت جلوگیری از افزایش حجم خاک گلدان‌ها پس از آبیاری اول و برای اطمینان از اشباع کامل گرانول‌های استاکوزورب، این ماده ابتدا با آب مخلوط و پس از ٤٥ دقیقه، هیدروژل حاصل با خاک گلدان‌ها مخلوط گردید. برای هر تیمار که شامل سه عامل سطح آبیاری، نوع و سطح مواد بود، ۱۲ تکرار در نظر گرفته شد.بذرهای گیاه اشنیان پس از ٢٤ ساعت که تحت تیمار رطوبت (خیساندن) قرار گرفتند در گلدان‌ها کاشته شدند. آبیاری گلدان‌ها تا مرحله سبز شدن و چهار برگی شدن، هر ۳ روز یکبار انجام گرفت و پس از آن سه تیمار آبیاری ٤، ۸ و ۱۲ روزه، تا آستانه خروج زهاب از گلدان‌ها، اعمال گردید (بانچ شفیعی،۲۰۱۰). پس از گذشت حدود سه ماه نهال‌ها با دقت و با حداقل قطع‌شدگی ریشه از گلدان خارج و ویژگی‌های رویشی گیاه، از قبیل درصد سبز شدن از سطح گلدان، وزن تر و خشک، طول ریشه و ارتفاع اندام هوایی گیاه اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل مشاهده‌ها با نرم‌افزار MSTATC و با آزمایش فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در ۱۲ تکرار انجام شد و اثر سه عامل دور آبیاری، نوع مواد و سطوح مواد بر ویژگی‌های رویشی گیاه اشنیان مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها، با نرم افزار مذکور، به روش دانکن انجام شد.

نتایج

اثر متقابل نوع و سطح مواد، بر درصد سبز شدن بذر گیاه اشنیان: تیمار آبیاری در مرحله جوانه‌زنی و سبز شدن بذر تا ٤ برگی شدن گیاه اعمال نشد، اما بر هم کنش نوع و سطح مواد بر درصد سبز شدن بذر، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد سبز شدن در هر سه تیمار زئولیت، استاکوزورب و پلی‌الکترولیت با هم تفاوت معنی‌دار داشت. بیشترین درصد سبز شدن مربوط به تیمار سطح ۲ زئولیت (۱۰ درصد وزنی زئولیت کلینوپتیلولایت) بود که با اختلاف

معنی‌دار بیش از درصد سبز شدن در سایر تیمارها بود. این ویژگی در تیمار سطح ۲ استاکوزورب و سطح ۲ پلی‌الکترولیت آنیونی به ترتیب ۳۵/۸ و ۲۵/۴۲ درصد نسبت به تیمار سطح ۲ زئولیت کاهش یافت (شکل ۱). درصد سبز شدن بذر در تیمار حاوی سطح ۱ و ۲ و ۳ پلی الکترولیت با هم اختلاف معنی‌دار نداشت. اما این ویژگی در سطح ۲ و ۳ استاکوزورب با اختلاف معنی‌دار کمتر از سطح ۱ استاکوزورب (خاک عاری از استاکوزورب) بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس داده‌های تغییرات درصد سبز شدن بذر گیاه اشنیان در گلدان، در اثر عوامل نوع مواد و سطح مواد

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	معنی‌داری
نوع ماده	۲	۳۳۶۲/۶۱	**
سطح ماده	۲	۷۵۹/۲۶	**
نوع ماده * سطح ماده	٤	۸٦۷/۷۳	**
خطا	۱۰۸	۹۰/۳٤	-

ns: نبود اختلاف معنی‌دار *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

شکل ۱- اثر متقابل نوع و سطح مواد بر درصد سبز شدن بذر گیاه اشنیان

اثر متقابل دور آبیاری، نوع مواد و سطح مواد، بر ویژگی‌های گیاه اشنیان: تاثیر عوامل سطح آبیاری، نوع و سطح مواد بر صفات وزن تر، وزن خشک، طول ساقه و طول ریشه گیاه اشنیان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس صفات مذکور در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس داده‌های تغییرات وزن تر، وزن خشک، طول ساقه و طول ریشه گیاه اشنیان، در اثر عوامل سطح آبیاری، نوع و سطح مواد

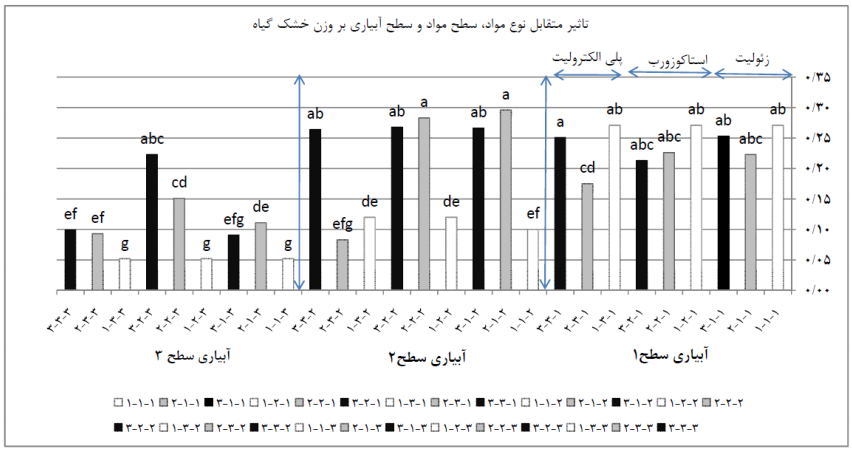
منبع تغییرات	وزن خشک							
	درجه آزادی	میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
سطح آبیاری	۲	۱۵/۷۷**	۲	۰/۲۶۳**	۲	۲۵۷/۴۶**	۲	۳۴/۹**
نوع ماده	۲	۱/۸۸**	۲	۰/۰۲۲**	۲	۸۱/۶۲**	۲	۲۸/۱۹**
سطح آبیاری*نوع ماده	۴	۰/۵۱ ns	۴	۰/۰۰۸ ns	۴	۱/۳۵۷ ns	۴	۱۰/۹۸**
سطح ماده	۲	۲/۶۸**	۲	۰/۰۱۹*	۲	۴۴/۳۶**	۲	۹/۶۷*
سطح آبیاری×سطح مواد	۴	۰/۴۸ ns	۴	۰/۰۲۱**	۴	۴/۶۶ ns	۴	۱۷/۹۸**
نوع ماده ×سطح ماده	۴	۱/۱۴**	۴	۰/۰۱۶**	۴	۲۶/۴۸**	۴	۶/۹*
آبیاری×نوع ماده ×سطح ماده	۸	۰/۷۱*	۸	۰/۰۱۰*	۸	۴/۲۶*	۸	۵/۴*
خطا	۱۰۸	۰/۳۴	۱۰۸	۰/۰۰۴	۱۰۸	۲/۸۸	۱۰۸	۲/۱

ns: نبود اختلاف معنی‌دار *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

وزن تر گیاه: بر هم کنش سطح آبیاری، نوع و سطح مواد بر وزن تر گیاه، در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). فاکتور وزن تر گیاه، در تیمار شاهد (خاک عاری از مواد اصلاحی و آبیاری سطح ۱)، با تیمارهای سطح ۱ مواد (خاک عاری از مواد اصلاحی) و آبیاری سطح ۲ و سطح ۳ با هم اختلاف معنی‌دار دارد. نتایج نشان می‌دهد، تیمارهای سطح ۲ و ۳ زئولیت، سطح ۳ استاکوزورب و سطح ۳ پلی‌الکترولیت در آبیاری های سطح ۲ با تیمارهای مشابه‌شان در آبیاری سطح ۱، اختلاف معنی‌دار نداشت. همچنین تیمار سطح ۳ استاکوزورب در آبیاری سطح ۳ با تیمار مشابه آن در آبیاری سطح ۱ و ۲ اختلاف معنی‌دار نداشت. بیشترین مقدار وزن تر گیاه، مربوط به تیمار سطح ۲ استاکوزورب و آبیاری سطح ۲ بود، اما اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد (خاک عاری از ماده و آبیاری سطح ۱) نداشت (شکل ۲).

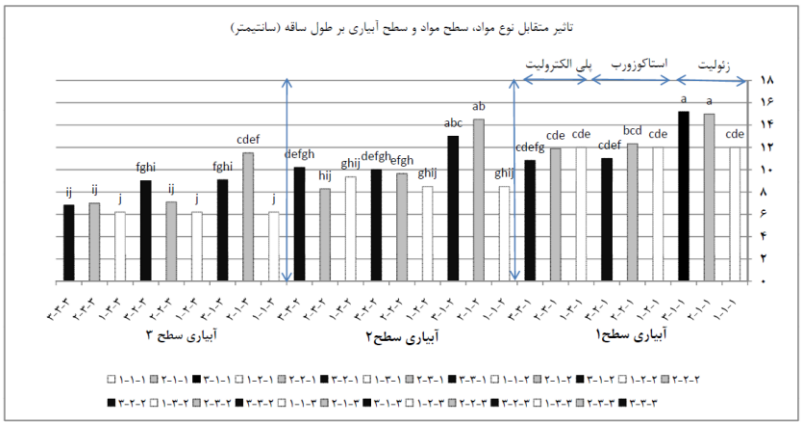
شکل ۲- اثر متقابل دور آبیاری، نوع و سطح مواد بر وزن ترگیاه

وزن خشک گیاه: بر هم کنش سطح آبیاری، نوع و سطح مواد بر وزن خشک گیاه، در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). فاکتور وزن خشک گیاه، در تیمار شاهد (سطح ۱ مواد و آبیاری سطح ۱)، با تیمارهای سطح ۱ مواد و آبیاری سطح ۲ و سطح ۳ با هم اختلاف معنی‌دار دارد. نتایج نشان می‌دهد، تیمارهای سطح ۲ و ۳ زئولیت، سطح ۲ و ۳ استاکوزورب و سطح ۳ پلی‌الکترولیت در آبیاری سطح ۲ با تیمارهای مشابه‌شان در آبیاری سطح ۱، اختلاف معنی‌دار نداشتند. همچنین تیمار سطح ۳ استاکوزورب در آبیاری سطح ۳ با تیمار سطح ۳ استاکوزرب در آبیاری سطح ۱ و ۲ اختلاف معنی‌دار نداشتند. بیشترین مقدار وزن خشک گیاه، مربوط به تیمار سطح ۲ زئولیت و سطح ۲ استاکوزورب در آبیاری سطح ۲ بود، اما اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد (خاک عاری از ماده و آبیاری سطح ۱) نداشت (شکل ۳).



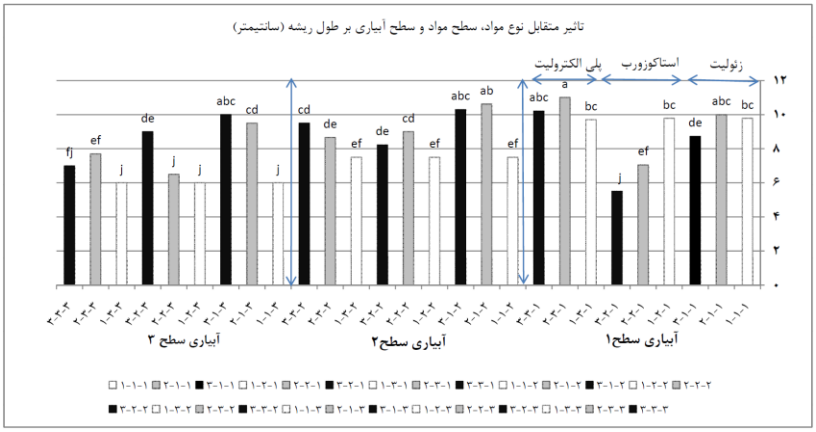
شکل ۳-اثر متقابل دور آبیاری، نوع و سطح مواد بر وزن خشک گیاه

طول ساقه گیاه: بر هم کنش نوع و سطح مواد بر طول ساقه گیاه، در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). فاکتور طول ساقه گیاه، در تیمار شاهد (سطح ۱مواد و آبیاری سطح ۱)، با تیمارهای سطح ۱ مواد و آبیاری سطح ۲ و ۳ با هم اختلاف معنی‌دار دارد. نتایج نشان می‌دهد، تیمارهای سطح ۲ و ۳ زئولیت، سطح ۳ استاکوزورب و سطح ۳ پلی‌الکترولیت در آبیاری سطح ۲ با تیمارهای مشابه‌شان در آبیاری سطح ۱، اختلاف معنی‌دار نداشتند. همچنین تیمار سطح ۳ استاکوزورب در آبیاری سطح ۳ با تیمار سطح ۳ استاکوزرب در آبیاری سطح ۱ و ۲ اختلاف معنی‌دار نداشت. طول ساقه گیاه، در تیمار سطح ۲ و ۳ زئولیت در آبیاری سطح ۱ و ۲ با اختلاف معنی دار بیش از سایر تیمارها بود (شکل ٤).



شکل ٤ – اثر متقابل دور آبیاری، نوع و سطح مواد بر طول ساقه گیاه

طول ریشه گیاه: بر هم کنش سطح آبیاری، نوع و سطح مواد بر طول ریشه گیاه، در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان می‌دهد، فاکتور طول ریشه گیاه، در تیمارهای سطح ۲ و ۳ زئولیت، سطح ۲ استاکوزورب و ۳ پلی الکترولیت در آبیاری سطح ۲ با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار نداشت (شکل ۵).



شکل ۵- اثر متقابل دور آبیاری، نوع و سطح مواد بر طول ریشه گیاه

کد تیمارها روی محور X قرار دارد و هر کد به ترتیب از راست به چپ، سطح آبیاری (۱: ٤روز یکبار، ۲: ۸ روز یکبار، ۳: ۱۲ روز یکبار)، نوع ماده (۱: زئولیت، ۲: استاکوزورب، ۳: پلی‌الکترولیت آنیونی) و سطح هر یک از مواد (۱: سطح ۱، ۲- سطح ۲، ۳- سطح ۳) را نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی نتایج مربوط به تاثیر متقابل نوع و سطح مواد بر درصد سبز شدن بذر بیانگر آن بود که ۱۰ درصد وزنی زئولیت باعث افزایش معنی‌دار درصد سبز شدن نسبت به تیمار شاهد (خاک فاقد مواد اصلاح کننده) می‌گردد. بدین ترتیب می‌توان استفاده از این ماده را برای افزایش درصد سبز شدن و کاهش تاثیرات منفی تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی و سبز شدن بذر گیاهان در مناطق خشک پیشنهاد نمود، که مشابه این نتیجه را آرمند پیشه و همکاران (۲۰۱۰) در مورد جوانه‌زنی بذر کلزا گذارش نمودند. درصد سبز شدن بذر اشنیان در تیمارهای ۰/۰۵ و ۰/۰۷ درصد وزنی پلی‌الکترولیت با یکدیگر و با تیمار شاهد (خاک فاقد پلی‌الکترولیت) تفاوت معنی‌دار نداشت، که بیانگر عدم تاثیر منفی پلی‌الکترولیت آنیونی بر جوانه‌زنی بذر گیاه اشنیان است. بنابراین درصورت استفاده از پلی‌الکترولیت آنیونی به عنوان یک ماده اصلاح کننده با هدف تثبیت خاک و یا حفظ رطوبت در خاک، این ماده تاثیر منفی بر جوانه‌زنی بذر نخواهد داشت. اما درصد سبز شدن بذر گیاه اشنیان در تیمار سطح ۲ و ۳ استاکوزورب با اختلاف معنی‌دار کمتر از تیمار سطح ۱ این ماده (خاک فاقد استاکوزورب) بود، این مشاهده بیانگر تاثیر منفی کاربرد ۱ و ۳ گرم در لیتر خاک استاکوزورب، بر جوانه‌زنی و سبز شدن بذر گیاه اشنیان بود. کاهش درصد جوانه‌زنی بذر در حضور استاکوزورب می‌تواند به‌دلیل جذب آب و

تورم فراجاذب و در نتیجه پر شدن فضاهای خالی خاک توسط آب و عدم وجود تهویه لازم در خاک باشد.

شاخص‌های رشدی (وزن‌تر، وزن خشک، طول ساقه، طول ریشه) گیاه اشنیان در تیمارهای ۱۰ درصد وزنی ماده معدنی زئولیت (کلینوپتیلولایت)، ۱گرم استاکوزورب در لیتر خاک و ۰/۰۷ درصد وزنی پلی‌الکترولیت در آبیاری ۸ روزه با تیمار سطح ۱ این مواد (خاک بدون مواد اصلاح کننده) و آبیاری ٤ روزه اختلاف معنی‌دار نداشتند و حتی در مواردی کاربرد این مواد تاثیر مثبت و افزایشی بر ویژگی‌های رشد و نمو گیاه داشته است. تاثیر مثبت کاربرد پلیمرهای فراجاذب بر بهبود ویژگی‌های گیاه در شرایط تنش خشکی بر اساس تحقیقات اسماعیل پور (۲۰۱۲) و اله دادی (۲۰۰٦) نیز مورد تایید قرار گرفته است. نتایج حاصل از تحقیقات هانگ و همکاران، (۱۹۹۵) و آرمند پیشه و همکاران (۲۰۱۰)، تاثیر مثبت زئولیت کلینوپتیلولایت بر ویژگی‌های رشدی گیاه را در شرایط کمبود رطوبت تایید می‌نماید. بر اساس نتایج بدست آمده مشخص شد که به غیر از تاثیر منفی فراجاذب استاکوزورب بر درصد جوانه‌زنی بذر اشنیان، هر سه ماده در شرایط تنش خشکی بر ویژگی‌های رشدی گیاه اشنیان، تاثیر مثبت داشتند. با توجه به تاثیر مثبت و افزایش معنی‌دار ویژگی‌های رشدی گیاهان مورد مطالعه در حضور زئولیت کلینوپتیلولایت و فراوانی طبیعی در ایران، استخراج آسان و نهایتاً قیمت اقتصادی این ماده معدنی (کاظمیان، ۲۰۰۰)، استفاده ازحداقل ۱۰ درصد وزنی ماده معدنی زئولیت (کلینوپتیلولایت)، می‌تواند گامی موثر جهت کاهش تنش خشکی در فرایند رشد گیاهان در مناطق خشک و توسعه پایدار در کشور باشد. مطالعه تاثیر مواد اصلاح کننده بر رشد انواع گیاهان کشت شده در خاک‌های مناطق خشک و بیابانی، خصوصاً خاک‌های شور و قلیا، بررسی تاثیر نحوه توزیع (لایه لایه، نقطه‌ای و...) مواد اصلاح کننده در خاک بر ریشه دوانی گیاهان به صورت کشت بذر در گلدان یا کشت نهال در عرصه، مطالعه تاثیر انواع و سطوح مختلف مواد اصلاح کننده بر خصوصیات رویشی و زایشی گونه های مختلف گیاهی و مطالعه تاثیر انواع مواد اصلاح کننده بر موجودات زنده خاک، می‌تواند در آینده مورد توجه قرار گیرد.

منابع

1.Abdi, Gh. 2008. Effect of natural zeolite to reducing salt stress in Kentucky bluegrass (Poapratensis). 1st Iran International Zeolite Conference. Tehran. 319-320.

2.Alahdadi, A. 2006. Investigation of using hydro gel on reducing plant drought stress. The second period of specialized training, agricultural applications and industrial superabsorbent. Iran polymer institute.67-72. (In Persian).
3.Armand pisheh, O., Irannezad, H., Alahdadi, I., Amiri, R. and Koliaei, A. 2010. Application of zeolite effect on germination and vigority of canola seed under drought stress. Journal of crop ecophisiology, 1(1):54-62. (In Persian).
5.Barrer, R.M. 1998. Zeolite and clay mineral as sorbent and Molecular sieve, Ac. Press, London.
6.Banj Shafiei, Sh., Rahbar, E. and Khaksarian, F. 2010. The effect of polymer composition with desert sand on Panicum Antidotale growth. Research institute of forests and rangelands, Tehran, Iran. 305-316. (In Persian).
7.Bouranis, D.L., Theodoropulus, A.G. and Drossopoulus, J.B. 1995. Designing Synthetic Polymers as Soil Conditioner, Common. Soil Sci. Plant Anal, 26, 1455- 1480.
8.Esmaeilpour, Y. Investigation on the effect of hydro gel applied and Mycorrhiza inoculation on establishment of some rangeland species. 2012. Thesis for Ph.D in range management science.140 p. (In Persian).
9.Haghshenas Gorgabi. M. and Beigi Harchegani, H. 2010. The effect of Mianeh zeolite on water retention and water retention models in tow soil textures. Iranian water research journal, 4(6):35-42. (In Persian).
10.Huttermann A., Reise, K. and Zonnorodi, M. 1999. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *pinus halepensis* seedlings subjected to drought. Soil and Till. Res., 50:295-304.
11.Huttermann, A., Orikiriza, L.J.B. and Agaba, H. 2009. Application of superabsorbent polymers for improving the ecological chemistry of degraded or polluted lands, clean: Soil, Air, Water, 37: 517-526.
12.Kazemian, H. 2000. Recent research on the Iranian natural zeolite resource (A revive). Access in nonporous materials. Banff. Alberta. Canada. PP: 25-28.
13.Khalili, A. 1998. National water master plan Vol. 4. Studies meteorological department of energy.
14.Mumpton, F., La Roca., 1999. Uses of natural zeolite in agriculture and industry. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 96: 3467.
15.Moghimi, J. 2006. Introduce some pasture species suitable for the development and reform in Iran. Press Aron. 550-560. (In Persian).
16.Rabiee, A., Gilani, M. and Jamshidi, H. 2011. Preparation of Acrylamide-based anionic polyelectrolytes for soil establishment. Iranian Journal of polymer science and technology. 24 (4): 291-300. (In Persian).
17.Theophilou, N. 2000. Clino for ec-control. Bindine ammonia With Clinoptilolite minexal additive. Feed international, 21(4): 20-25.
18.Youssef, E.M.A. 2003. Influence of hydrogels compounds on acclimatization behavior of acacia melanoxylon, Br. Vitroplants, Acta Hortic, 608: 81-85.
19.Zohurian-Mehr, M.J. 2006. Super absorbents. Iran Polymer Society, Tehran. (In Persian).