

اثر تنفس خشکی و کاربرد زئولیت بر برخی خصوصیات خاک و ویژگی‌های رویشی گونه *Halothamnus glaucus*

در مناطق خشک

الهام السادات ابریشم^{۱*}، محمد جعفری^۲ و علی طویلی^۳

- تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۲/۰۲ - تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۷

چکیده

استفاده از تکنیک‌های جدید، با هدف افزایش توان ذخیره‌سازی آب در خاک، یکی از روش‌های مقابله با شرایط سخت کمبود رطوبت در مناطق خشک است. به‌منظور ارزیابی تأثیر سطوح مختلف ماده معدنی زئولیت (کلینوپیتیولایت) و تنفس خشکی بر برخی خصوصیات خاک و ویژگی‌های رویشی *Halothamnus glaucus* کشت شده در عرصه واقع در منطقه عمرانی شهرستان گناbad، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۲۵ تکرار انجام شد و اثر تیمار سه سطح مصرف ماده اصلاح‌کننده زئولیت (صفر، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی) و تیمار آبیاری (آبیاری معمول در منطقه: هر ۳۰ روز یکبار و کم آبیاری: هر ۶۰ روز یکبار)، موردنرسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) خاک، تحت تأثیر حداقل ۱۰ درصد وزنی زئولیت نسبت به شاهد ۲۷/۹ درصد افزایش داشته و با افزایش مقدار زئولیت در خاک ظرفیت تبادل کاتیونی ۱۰ درصد وزنی زئولیت را در حداقل ۲۶/۴ درصد و رطوبت قابل دسترس گیاه را ۳۶/۲ درصد افزایش داده است. تیمار کم آبیاری در حضور پاتاسیم قابل جذب را ۱۰ درصد وزنی زئولیت و آبیاری معمول در منطقه، ارتفاع اندام هوایی را ۱۲/۵ درصد، حداقل ۱۰ درصد وزنی زئولیت کلینوپیتیولایت، بر درصد استقرار نهال و ارتفاع اندام هوایی، تأثیر معنی دار نداشت. بدین ترتیب می‌توان فواصل زمانی آبیاری نهال‌های عجوه را به دو برابر افزایش داد، بدون آنکه تأثیر منفی بر درصد استقرار و ارتفاع اندام هوایی گیاه داشته باشد. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق و فراوانی منابع معدنی زئولیت کلینوپیتیولایت در ایران، به‌نظر می‌رسد استفاده از این ماده می‌تواند تنفس خشکی در فصول خشک سال را برای گیاهان مناطق خشک کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: کلینوپیتیولایت، عجوه، کم آبیاری، مناطق خشک، درصد استقرار.

۱- دانش‌آموخته دکتری بیابان‌زادی، دانشگاه تهران

*: نویسنده مسئول: Elhamabri sham@ yahoo.com

۲- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

زئولیت و حداقل آن مربوط به تیمارهای آبیاری کامل و بدون زئولیت است (۵). به منظور بررسی اثرات کاربرد زئولیت و سطوح مختلف تنفس خشکی بر جوانهزنی و قدرت رویشی بذر کلزا، تأثیر سه سطح صفر، ۱۰، و ۲۰ تن در هکتار زئولیت و سه سطح تنفس خشکی (آبیاری پس از ۸۰، ۱۲۰، و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب آبیاری نرمال، تنفس ملایم و تنفس شدید) بر بذر کلزا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که بیشترین درصد جوانهزنی، وزن خشک گیاه‌چه، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه، با کاربرد ۲۰ تن در هکتار زئولیت در شرایط آبیاری نرمال و بیشترین تعداد گیاه‌چه‌های غیرنرمال نیز از عدم کاربرد زئولیت در شرایط تنفس شدید خشکی به دست آمدند (۲). بررسی اثر زئولیت بر کنترل آب و شوری خاک نشان داد وجود زئولیت علاوه بر افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت، باعث کاهش اثر شوری بر گیاهان تحت آبیاری با آب شور می‌گردد (۱۷). با استفاده از ۱۰ و ۱۵ درصد زئولیت در محیط کشت چمن کنتاکی بلوگراس و اعمال ۳ سطح تخلیه رطوبتی خاک (۲۵، ۴۵ و ۶۵ درصد)، دو ماه بعد از کشت بذرها چمن (گذشت دوره استقرار)، چنین نتیجه گرفته شد که، کاربرد ۱۵ درصد زئولیت به همراه اعمال پایین‌ترین درصد تخلیه رطوبتی خاک (۲۵ درصد)، باعث بیشترین رویش و کیفیت چمن شده و سطوح ۵ و ۱۰ درصدی زئولیت اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند (۱).

مطالعه اثر سطوح ۲، ۵ و ۸ درصد وزنی زئولیت میانه بر نگهداشت آب در دو بافت لوم رسی و شنی نشان داد که افزودن بیشتر زئولیت، باعث افزایش نگهداشت آب بهویژه در بافت شنی می‌شود. مثلاً در خاک شنی کاربرد ۸ درصد زئولیت باعث افزایش آب قابل استفاده به میزان ۱/۵ برابر شاهد شد (۷). محققین دیگری اثرات کاربرد سطوح مختلف زئولیت در ظرفیت نگهداری آب خاک را موردن بررسی قرار دادند. در این تحقیق از سه سطح زئولیت (۰ و ۵ و ۱۰ درصد وزنی) و دو نوع خاک سبک و سنگین به عنوان تیمار در سه تکرار استفاده شد. نتایج حاصل نشان دهنده افزایش معنی‌دار ظرفیت نگهداری آب در تیمارهای حاوی سطح ۱۰ درصد زئولیت نسبت به شاهد بود (۱۸).

با توجه به اهمیت بهبود شرایط خاک و افزایش رطوبت قابل دسترس گیاهان کشت شده در مناطق خشک

مقدمه

بخش وسیعی از ایران در اقلیم گرم و خشک قرار دارد که دارای میزان بارندگی سالانه اندک و توزیع مکانی و زمانی نامناسب است (۱۰). از سویی برای جلوگیری از تخریب منابع آب، خاک و پوشش گیاهی و روند بیابانی شدن اراضی، احیا و حفظ پوشش گیاهی در این مناطق امری لازم و ضروری است. یکی از روش‌های پرکاربرد توسعه و ترمیم پوشش گیاهی، بوته‌کاری است. اما عمدتاً شرایط سخت محیطی مناطق خشک، خصوصاً کمبود رطوبت قابل دسترس گیاه در فصول خشک سال، باعث از بین رفتن نهال‌ها بهویژه در دوره حساس استقرار می‌شود. به این موضوع باید بالا بودن هزینه‌های اجرای طرح‌های نهال‌کاری و آبیاری نهال‌ها، در ابتدای دوره کاشت، را اضافه نمود که مانع جدی در توسعه سطح زیرکشت گیاهان در مناطق خشک می‌باشد.

یکی از روش‌های مناسب برای مقابله با شرایط سخت کمبود آب در مناطق خشک، استفاده از تکنیک‌های نوین در جهت افزایش توان ذخیره‌سازی آب در خاک و کاهش اتلاف آن از طریق تبخیر و فرونشت است. روش‌های مورداستفاده برای دستیابی به این اهداف تحت عنوان کلی عملیات خاکورزی شناخته شده‌اند. یکی از شاخه‌های اصلی عملیات خاکورزی، افزودن مواد اصلاحی به خاک است (۴). از جمله این مواد اصلاحی می‌توان به ماده معدنی زئولیت اشاره کرد. زئولیت کانی طبیعی بوده و کلینوپیتیولایت^۱، رایچ‌ترین زئولیت مورداستفاده در بخش کشاورزی است. طبیعت متخالخ این کانی باعث افزایش سطح ویژه و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) آن می‌شود (۱۵). زئولیت‌ها دارای عناصری مانند پتاسیم، کلسیم، سدیم، آلومینیوم، منیزیم، مس، سیلیسیم، فسفر و ... هستند و در کشاورزی به عنوان حاصلخیز کننده و افزاینده رطوبت خاک و کاهش‌دهنده آبشویی نیترات استفاده می‌شوند (۱۶). محققین دیگری تأثیر کود گاوی مخلوط شده با زئولیت و کود شیمیایی را روی کیفیت دانه گل آفتابگردان (*Helianthus annuus*). آب قابل دسترس گیاه در خاک و آبشویی مواد مغذی در خاک موردن بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیقات نشان داد حداکثر بهره‌وری از آب مربوط به تیمارهای آبیاری محدود و ۲۱ درصد

^۱. Clinoptilolite

نحوه آماده‌سازی محیط کاشت

چاله‌های کاشت، توسط مته متصل به تراکتور، با قطر حدوداً ۴۵ سانتی‌متر و عمق حدوداً ۵۰ سانتی‌متر و به فاصله ۳ متر از یکدیگر، در امتداد فاروهایی که عمود بر جهت باد غالب منطقه ایجاد شده بودند، حفر گردیدند. هر یک از چاله‌ها بر اساس نقشه طرح، کدگذاری شدند. زئولیت کلینوپتیلوالایت، به صورت گرانول‌های با قطر بین ۱ تا ۳ میلی‌متر و بر اساس سطح 0° ، 10° و 15° درصد وزنی به طور کاملاً همگن با خاک چاله‌های کاشت مخلوط و نهال *Halothamnus glaucus* با مخلوط آماده شده کشت گردید. (چاله‌ها تا عمق حدوداً ۴۰ سانتی‌متری با مخلوط خاک و زئولیت پر شدند). کشت نهال‌ها در ۱۵ بهمن‌ماه ۱۳۹۱، در شرایط کاملاً طبیعی انجام شد. برای هر تیمار که شامل دو عامل فواصل آبیاری و مقدار مصرف زئولیت کلینوپتیلوالایت (سطح مصرف) در خاک بود، ۲۵ تکرار در نظر گرفته شد (شکل ۱).

مشخصات ماده مورد استفاده

به طور کلی زئولیت‌ها به آلومینیوسیلیکات‌ها تعلق داشته، دارای تنوع زیادی می‌باشند. زئولیت‌ها بر مبنای AlO_4 و SiO_4 یک شبکه سه‌بعدی وسیع از چهارضلعی‌های SiO_4 و AlO_4 که با اشتراک‌گذاری تمام اکسیژن‌هایشان بهم متصل‌اند، ساخته شده‌اند (۱۳). این ماده معدنی آب موجود در خاک را تا حد اشباع جذب نموده و آن را برای مدت طولانی درون شبکه خود نگهداری می‌کند و سپس آب موجود در شبکه به تدریج جذب گیاه می‌شود (۱۴). زئولیت کلینوپتیلوالایت مورد استفاده در این تحقیق، از معدن زئولیت سمنان تهیه و بر اساس نتایج تحقیقات مشابه (۶) در سه سطح یک (صفر یا شاهد)، دو (۱۰ درصد وزنی) و سه (۱۵ درصد وزنی) با خاک چاله‌های کاشت مخلوط شد.

فواصل آبیاری

بر اساس توصیه و تجربه مسئولان اجرایی در طرح‌های نهال‌کاری شهرستان گناباد، حجم آب مصرفی برای هر اصله نهال در هر دوره آبیاری ۳۰ لیتر می‌باشد، که در این پروژه نیز همین حجم آب برای هر دوره آبیاری در نظر گرفته شد. آبیاری نهال‌های کاشته شده در عرصه

و بیابانی، تحقیق حاضر، با هدف بررسی تأثیر مقادیر مختلف زئولیت کلینوپتیلوالایت و تنفس خشکی، بر برخی خصوصیات خاک و ویژگی‌های رویشی گیاه عجوه (*Halothamnus glaucus*)، انجام شد.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه کاشت

تحقیق حاضر به صورت کشت نهال در بخشی از اراضی منطقه عمرانی، واقع در ۲۵ کیلومتری شهرستان گناباد، استان خراسان رضوی 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 حداقل بارندگی در این منطقه در زمستان رخ می‌دهد. براساس روش دومارتن گسترش بافت (۱۰)، این شهرستان در اقلیم خشک و سرد قرار می‌گیرد. برخی خصوصیات خاک منطقه کاشت در جدول شماره ۱ ذکر شده است.

جدول ۱- خصوصیات خاک منطقه کاشت

لومی‌شنی	بافت
۱۷	رس (درصد)
۱۴	سیلت (درصد)
۶۹	شن (درصد)
۱/۴۶	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)
۰/۴	هدایت الکتریکی (dsm^{-1})
۸۳	pH

مشخصات گیاه

عجوه (*Halothamnus glaucus*) متعلق به خانواده Chenopodiaceae است. این گونه گیاهی چندساله، به ارتفاع ۱۵ تا ۶۵ سانتی‌متر، منشعب، سبز متمایل به زرد و یا خاکستری و یا گاهی ارغوانی است و از نظر ویژگی‌های ظاهری شامل شکل، طول و ضخامت برگ‌ها، پوشش کرکی، پینه قاعده گلپوش و غیره تنوع زیادی را نشان می‌دهد که تا حدودی با منطقه انتشار آن همبستگی دارد. این گونه در خاک‌های سبک و شنی به خوبی رشد و نمو می‌کند و به همین دلیل از اهمیت بسیاری در رابطه با کویر و تثبیت ماسه‌های روان در مناطق کویری برخوردار است. علاوه بر این علوفه مناسبی برای تعلیف شتر در مناطق خشک و بیابانی است. بنابراین این گیاه در مناطق بیابانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۳).

و بخش دیگر از نهال‌ها که تحت تیمار کم آبیاری قرار داشتند هر ۶۰ روز یکبار آبیاری شدند.

در دو سطح آبیاری معمول در منطقه و کم آبیاری انجام گرفت. فواصل آبیاری در طرح‌های نهال‌کاری رایج در منطقه، ۳۰ روز یکبار در فصول بهار و تابستان دو سال اول کاشت می‌باشد. در پروژه حاضر بخشی از نهال‌ها که تحت تیمار آبیاری معمولی قرار داشتند هر ۳۰ روز یکبار



شکل ۱- آماده‌سازی خاک و کاشت نهال‌ها در عرصه

^۱ به وسیله دستگاه صفحه فشار^۲ اندازه‌گیری شده و از اختلاف این دو پارامتر، ویژگی آب قابل‌دسترس (PAW)^۴ گیاه محاسبه گردید. همچنین درصد استقران نهال‌های کشت پس از پایان اولین فصل رشد و ارتفاع اندام هوایی گیاهان پس از گذشت دو فصل رشد از زمان کاشت، اندازه‌گیری شدند. نرمال بودن توزیع فراوانی داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگراف-اسمیرنوف^۵ بررسی شد. بر اساس نتایج این آزمون کلیه متغیرها با اطمینان ۹۵ درصد توزیع نرمال داشتند. تجزیه و تحلیل مشاهده‌ها با نرم‌افزار MSTATC و

برای اندازه‌گیری خصوصیات خاک از روش‌های ذیل استفاده شد. اسیدیته خاک در عصاره یکبهیک به کمک pH متر، هدایت الکتریکی در عصاره یکبهیک به وسیله EC متر، نیتروژن بهروش کجلدال، فسفر به روش السن، پتاسیم بهروش فلیم فتوتمتری کربن آلی بهروش والکی، ظرفیت تبادل کاتیون خاک (CEC) بهروش ببور و وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه اندازه‌گیری شدند. با توجه به هدف اصلی کاربرد مواد اصلاح‌کننده در این تحقیق، که همان جذب و ذخیره آب در خاک می‌باشد، شاخص‌های رطوبتی ظرفیت زراعی (FC)^۱، نقطه پژمردگی

². Wilting point

³. Pressure Plate

⁴. Available Water

⁵. Kolmogorov-Smirnov

^۱. Field Capacity

پتاسیم قابل جذب در خاک: کاربرد زئولیت کلینوپتیلولايت بر پتاسیم قابل جذب در خاک در سطح آماری ۱ درصد معنی دار بوده و با افزایش مقدار مصرف ماده، پتاسیم قابل جذب در خاک به طور معنی دار افزایش می یابد. بیشترین میزان این فاکتور در تیمار حاوی ۱۵ درصد وزنی زئولیت و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد بود (جدول ۲). استفاده از حداقل ۱۰ درصد وزنی زئولیت، پتاسیم قابل جذب در خاک را ۲۶/۴ درصد افزایش داد.

رطوبت قابل دسترس گیاه: کاربرد زئولیت کلینوپتیلولايت بر رطوبت قابل استفاده گیاه در سطح آماری ۱ درصد معنی دار بوده و با افزایش مقدار مصرف ماده، رطوبت قابل استفاده گیاه به طور معنی دار افزایش می یابد. بیشترین میزان این فاکتور در تیمار حاوی ۱۵ درصد وزنی زئولیت و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد بود (جدول ۲). استفاده از حداقل ۱۰ درصد وزنی زئولیت، رطوبت قابل استفاده گیاه را ۳۶/۲ درصد افزایش داد.

با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۲۵ تکرار و مقایسه میانگین داده ها، با نرم افزار مذکور، به روش دانکن انجام شد.

نتایج

تأثیر زئولیت کلینوپتیلولايت بر خصوصیات خاک

نتایج تجزیه واریانس داده های pH، CEC، درصد ماده آلی، فسفر قابل جذب، درصد ازت کل خاک، جرم مخصوص ظاهری خاک نشان می دهد، هیچ یک از عوامل مورد بررسی تأثیر معنی داری بر این فاکتورها نداشته است. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC): کاربرد زئولیت کلینوپتیلولايت بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در سطح آماری ۱ درصد معنی دار بوده و با افزایش سطح این ماده CEC خاک به طور معنی دار افزایش می یابد. بیشترین میزان ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در تیمار حاوی ۱۵ درصد وزنی زئولیت و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد بود (جدول ۲). استفاده از حداقل ۱۰ درصد وزنی زئولیت، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را ۲۷/۹ درصد افزایش داد.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف زئولیت کلینوپتیلولايت بر خصوصیات خاک

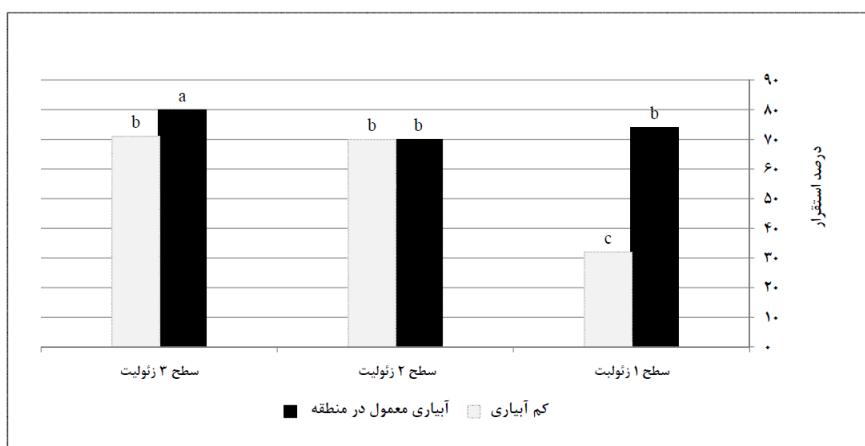
خصوصیات خاک (m.e/100gr) CEC	پتاسیم قابل جذب در خاک (p.p.m)	رطوبت قابل استفاده گیاه (درصد حجمی)	درصد	۱۰ درصد	۱۵ درصد
۶/۵۷ ^c	۸/۴ ^b	۲۲۰ ^b	۶	۸/۴ ^b	۹/۲ ^a
۷/۴۵ ^c	۴/۷ ^b	۱۷۴ ^c	۱۰	۴/۷ ^b	۵/۵ ^a

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشد.

نسبت به شاهد افزایش داشته است. با توجه به این شکل، درصد استقرار گیاهان در تیمارهای حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی زئولیت در شرایط کم آبیاری با تیمار شاهد (خاک فاقد مواد اصلاحی) در شرایط آبیاری معمولی اختلاف معنی دار نداشت.

تأثیر زئولیت کلینوپتیلولايت بر ویژگی های رویشی نهال عجوه

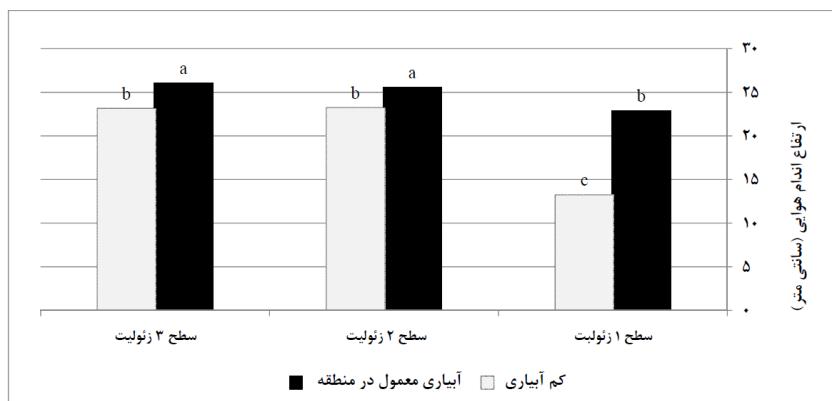
نتایج حاصل از مقایسه میانگین تأثیر متقابل عوامل سطح آبیاری و سطح ماده بر درصد استقرار نهال ها (شکل ۳) نشان می دهد، بالاترین درصد استقرار نهال ها مربوط به تیمار، سطح ۳ زئولیت با آبیاری معمولی است که ۶ درصد



شکل ۲- اثر متقابل دور آبیاری و سطح ماده بر درصد استقرار نهالها

(خاک فاقد مواد اصلاح‌کننده) در شرایط آبیاری معمولی نیز اختلاف معنی‌دار نداشت. ارتفاع اندام هوایی در تیمارهای حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی زئولیت و آبیاری معمولی با اختلاف معنی‌دار (به ترتیب $11/3$ و 13 درصد) بیش از تیمار شاهد (خاک فاقد مواد اصلاحی) در شرایط آبیاری معمولی است.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تأثیر متقابل عوامل سطح آبیاری و سطح ماده بر ارتفاع گیاهان (شکل ۳) نشان می‌دهد، ارتفاع اندام هوایی در تیمارهای حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی زئولیت و شرایط کم‌آبیاری با هم اختلاف معنی‌دار نداشت. همچنین این تیمارها با تیمار شاهد همچنین این تیمارها با تیمار شاهد



شکل ۳- اثر متقابل دور آبیاری و سطح ماده بر ارتفاع نهالها

به ترتیب 32 و 39 درصد و ارتفاع اندام هوایی را 33 درصد افزایش داده است (جدول ۳).

نتایج نشان می‌دهد، استفاده از 10 و 15 درصد وزنی زئولیت کلینوپتیلوایت در خاک، درصد استقرار گیاه را

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف زئولیت کلینوپتیلوایت بر خصوصیات رویشی گیاه

خصوصیات رویشی گیاه	درصد استقرار	ارتفاع اندام هوایی (سانتی‌متر)	دراز
دراز	دراز	دراز	دراز
دراز	دراز	دراز	دراز
دراز	دراز	دراز	دراز

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح 5 درصد می‌باشد.

نتایج نشان داد، پس از گذشت 18 ماه از زمان کاشت گیاه، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)، تحت تأثیر

بحث و نتیجه‌گیری

حضور حداقل ۱۰ درصد وزنی زئولیت کلینوپتیلولایت، بر ارتفاع اندام هوایی و درصد استقرار نهال، تأثیر معنی‌دار نداشت. بر اساس این نتایج می‌توان با استفاده از حداقل ۱۰ درصد وزنی زئولیت، فواصل زمانی آبیاری نهال‌های عجوه را به دو برابر افزایش داد بدون آنکه تأثیر منفی بر درصد استقرار و ارتفاع اندام هوایی گیاه داشته باشد. این مسئله تأثیرگذاری ماده معنی‌زنی زئولیت در حفظ رطوبت برای رشد نهال‌های تازه کشت‌شده در مناطق خشک را نمایان می‌سازد. نتایج حاصل در زمینه درصد استقرار و خصوصیات رویشی گیاهان در تحقیقات خاشعی سیکویی و همکاران (۲۰۰۸)، مطابقت دارد. با توجه به خصوصیات منحصر به‌فرد زئولیت، فراوانی طبیعی و استخراج آسان این ماده معنی در ایران (۱۱)، استفاده از زئولیت کلینوپتیلولایت می‌تواند گامی در راستای توسعه پایدار منابع طبیعی در کشور باشد. پیشنهاد می‌شود برای دستیابی به بهترین نوع و روش استفاده از مواد اصلاح‌کننده خاک در مناطق خشک و بیابانی، مطالعات بیشتری در زمینه، انواع مواد اصلاح‌کننده تولیدشده در داخل و خارج کشور و همچنین مواد اصلاح‌کننده طبیعی و سنتزی در انواع خاک‌های مناطق خشک و بیابانی، خصوصاً خاک‌های شور و قلیاً و مقایسه آن‌ها با یکدیگر، انجام شود.

حداقل ۱۰ درصد وزنی زئولیت نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار (۲۷/۹٪) داشته و با افزایش مقدار زئولیت در خاک ظرفیت تبادل کاتیونی افزایش می‌یابد. افزایش میزان CEC در تیمارهای حاوی زئولیت با تحقیق شادوکس^۱ (۲۰۰۴)، مطابقت دارد. طبیعت متخلف این کائیونی باعث افزایش سطح ویژه و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) آن می‌شود. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک یکی از خصوصیات مهم خاک به شمار می‌رود و پتانسیل حاصلخیزی خاک را تعیین می‌کند. این ویژگی، توانایی نگهداری کاتیون‌ها و تبادل آن‌ها با محلول خاک و در نتیجه ریشه گیاهان را افزایش می‌دهد. هرچه در یک خاک این ظرفیت بالاتر باشد آن خاک ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و تبادل کاتیونی بیشتر داشته و حاصلخیزی‌تر است (۸). بر اساس نتایج بهدست‌آمده از تحقیق حاضر کاربرد حداقل ۱۰ درصد وزنی زئولیت، با آبیاری معمول در منطقه، ارتفاع اندام هوایی را ۱۲/۵ درصد و همچنین استفاده از ۱۵ درصد وزنی زئولیت بدون کاهش میزان آبیاری، درصد استقرار گیاه را ۸ درصد افزایش داده است. توجه به افزایش معنی‌دار شاخص ارتفاع اندام هوایی و درصد استقرار گونه عجوه در تیمارهای حاوی زئولیت نسبت به تیمار شاهد، می‌تواند مبنی تأثیرگذاری این ماده معنی بر افزایش حاصلخیزی خاک و جذب مواد غذایی به‌وسیله ریشه گیاهان و در نتیجه افزایش رشد و درصد استقرار آن‌ها باشد. همچنین وجود حداقل ۱۰ درصد وزنی زئولیت در خاک باعث افزایش ۲۶/۴ درصد پتانسیم قابل جذب در خاک شده است. تحقیقات کاووسی و رحیمی (۲۰۰۳) این نتایج را تأیید می‌کند. نتایج نشان می‌دهد استفاده از حداقل ۱۰ درصد وزنی زئولیت باعث افزایش معنی‌دار (۳۶/۲٪) رطوبت قابل‌دسترس گیاه می‌شود. تحقیقات دیگری چون حق‌شناس گرگابی، و همکران (۲۰۱۰)، هانگ^۲ و همکاران (۱۹۹۴)، غلامحسینی (۲۰۱۳) و یاسودا^۳ و همکاران (۱۹۹۸) نتایج تحقیق حاضر در زمینه تأثیر کاربرد زئولیت بر افزایش رطوبت قابل‌دسترس گیاه را تأیید می‌کند. تیمار کم آبیاری در

¹.Shadox².Hang³.Yasuda

References

1. Abdi, G., 2008, Effect of natural Zeolite to reducing salt stress in Kentucky bluegrass (Poapratensis). 1st Iran International Zeolite Conference. Tehran. 319-320.
2. Armand pisheh, O., H. Irannezad, I. Alahdadi, R. Amiri & A. Koliae, 2010. Application of Zeolite effect on germination and vigor of canola seed under drought stress. Journal of crop ecophysiology, (1), 54-62.
3. Asady, M., 2001. Flora of Iran. Forest and rangeland Research Institute publications. University of Tehran press, 320p.
4. Banj Shafiei, S., E. Rahbar & F. Khaksarian, 2010. The effect of polymer composition with desert sand on *Panicum Antidote* growth. Research institute of forests and rangelands, Tehran, Iran. 305-316.
5. Gholamhoseini, M., A. ghalavand, A. Khodaei, A. Dolatabadian, H. Zakikhani & E. Farmanbar, 2013. Zeolite-amended cattle manure effects on sunflower yield, seed quality, water use efficiency and nutrient leaching. Soil and Tillage Research (126), 193-202.
6. Hang, Z.T. & A. M. Petrovic, 1995. Clinoptilolite influence on nitrate leaching and nitrogen use efficiency in simulated sand based golf greens. Journal of Environmental Quality. (23), 1190-1194.
7. Haghshenas Gorgabi M. & H. Beigi Harchegani, 2010. The effect of Mianeh zeolite on water retention and water retention models in tow soil textures. Iranian water research journal. (6), 35-42.
8. Jafari, M. & F. Sarmadian, 2003. Fundamental of soil science and soil taxonomy. University of Tehran publications, 800p.
9. Kavusi, M. & M. Rahimi, 2003. The effect of Zeolite Application on the Rice yield. Eighth congress of Iran soil science, 645-646.
10. Khalili, A., 1998. National water master plan vol 4, Studies meteorological department of energy.
11. Kazemian, H. 2000. Recent research on the Iranian natural Zeolite resource (A revive). Access in nanoporous materials. Banff. Alberta. Canada. (2), 25-28.
12. Khasheii Sikooi, E., M. Koochakzadeh & M. Shahabifar, 2008. The effect of Clinoptilolite Zeolite and moisture of soil on the (*Zea mays L.*). Journal of Soil Research, 22(2), 235-241.
13. Mumpton, F., L. roca, 1999. Uses of natural Zeolite in agriculture and industry. Proc. Natl. Acad. Sci.USA. 96, 34-47.
14. Polat E., M. Karaca, H. Demir & A. Naci Onus, 2004. Use of natural Zeolite (Clinoptilolite) in agriculture Journal of fruit and Ornamental Plant Research. (12), 183-189.
15. Shaddox T., 2004. Investigation of soil amendments for use I Golf course putting green construction. Soil and Water Science. 136.
16. Tabatabaii, S. & H. Khaledi, 2001. The effect of Zeolite on the environmental issues. Journal of social and cultural of water and environment, (47), 24-30.
17. Yasuda, H., K. Takuma, T. Fukuda, J. Suzuki & Y. Fukushima, 1998. Effect of Zeolite amendment on water and salt characteristics in soil proceedings of the International Agricultural Engineering Conference, Bangkok. Thailand. 837-842.
18. Zamanian, M., 2008. The effect of Zeolite on the soil moisture Capacity. The first Iran Zeolite conference. Amirkabir University. 247-248.