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

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 (کلینوپتیلولایت) و تنش خشکی بر برخی خصوصیات خاک و ویژگی‌های رویشی *Halothamnus glaucus*، کشت‌شده در عرصه واقع در منطقه عمرانی شهرستان گناباد، 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: هر۳۰ روز یک‌بار و کم آبیاری: هر ۶۰ روز یک‌بار)، موردبررسی 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 افزایش می‌یابد. همچنین کاربرد حداقل ۱۰ درصد وزنی زئولیت و آبیاری معمول در منطقه، ارتفاع اندام هوایی را ۱۲/۵ درصد، پتاسیم قابل‌جذب را ۲۶/۴ درصد و رطوبت قابل‌دسترس گیاه را ۳۶/۲ درصد افزایش داده است. تیمار کم آبیاری در حضور حداقل ۱۰ درصد وزنی زئولیت کلینوپتیلولایت، بر درصد استقرار نهال و ارتفاع اندام هوایی، تأثیر معنی‌دار 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 کلینوپتیلولایت در ایران، به‌نظر می‌رسد استفاده از این ماده می‌تواند تنش خشکی در فصول خشک سال را برای گیاهان مناطق خشک کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: کلینوپتیلولایت، عجوه، کم‌آبیاری، مناطق خشک، درصد استقرار.

۱- دانش‌آموخته دکتری بیابان‌زدایی، دانشگاه تهران

*: نویسنده مسئول: Elhamabrisham@yahoo.com

۲- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.2.3.8]

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 قابل‌دسترس 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 فرونشست 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). ازجمله این مواد اصلاحی می‌توان به ماده معدنی زئولیت اشاره کرد. زئولیت کانی طبیعی بوده و کلینوپتیلولایت[1]، رایج‌ترین زئولیت مورداستفاده در بخش کشاورزی است. طبیعت متخلخل 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 به‌عنوان 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 قابل‌دسترس گیاه در خاک و آبشویی مواد مغذی در خاک موردبررسی قرار دادند. نتایج این تحقیقات نشان داد حداکثر بهره‌وری از آب مربوط به تیمارهای آبیاری محدود و ۲۱ درصد زئولیت و حداقل آن مربوط به تیمارهای آبیاری کامل و بدون زئولیت است (۵). به‌منظور بررسی اثرات کاربرد زئولیت و سطوح مختلف تنش خشکی بر جوانه‌زنی و قدرت رویشی بذر کلزا، تأثیر سه سطح صفر، ۱۰، و ۲۰ تن در هکتار زئولیت و سه سطح تنش خشکی (آبیاری پس از ۸۰، ۱۲۰، و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب آبیاری نرمال، تنش ملایم و تنش شدید) بر بذر کلزا موردبررسی 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 تنش 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 ۰، 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 بذرهای 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 قابل‌استفاده به‌میزان ۱/۵ برابر شاهد شد (۷). محققین دیگری اثرات کاربرد سطوح مختلف زئولیت در ظرفیت نگهداری آب خاک را موردبررسی قرار دادند. در این تحقیق از سه سطح زئولیت (۰ و ۵ و ۱۰ درصد وزنی) و دو نوع خاک سبک و سنگین به‌عنوان تیمار در سه تکرار استفاده شد. نتایج حاصل نشان‌دهنده 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 قابل‌دسترس گیاهان کشت‌شده در مناطق خشک

[1]. Clinoptilolite

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.2.3.8]

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

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه کاشت

تحقیق حاضر به‌صورت 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 ثبت‌شده در ایستگاه سینوپتیک گناباد به‌ترتیب ۱۵۵ میلی‌متر و ۱۷ درجه سلسیوس بوده و حداکثر بارندگی در این منطقه در زمستان رخ می‌دهد. براساس روش دومارتن گسترش‌یافته (۱۰)، این شهرستان در اقلیم خشک و سرد قرار می‌گیرد. برخی خصوصیات خاک منطقه کاشت در جدول شماره ۱ ذکرشده است.

جدول ۱- خصوصیات خاک منطقه کاشت

بافت	لومی شنی
رس (درصد)	۱۷
سیلت (درصد)	۱۴
شن (درصد)	۶۹
وزن مخصوص ظاهری (g/cm3)	۱/۴۶
هدایت الکتریکی (EC) (dsm^{-1})	۰/۴
pH	۸/۳

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 به‌خوبی 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).

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 ایجادشده بودند، حفر گردیدند. هر یک از چاله‌ها بر اساس نقشه طرح، کدگذاری شدند. زئولیت کلینوپتیلولایت، به‌صورت گرانول‌های با قطر بین ۱ تا ۳ میلی‌متر و بر اساس سطوح ۰، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی به‌طور کاملاً همگن با خاک چاله‌های کاشت مخلوط و نهال *Halothamnus glaucus* با مخلوط آماده‌شده 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 کلینوپتیلولایت (سطح مصرف) در خاک بود، ۲۵ تکرار در نظر گرفته شد (شکل ۱).

مشخصات ماده مورداستفاده

به‌طورکلی زئولیت‌ها به آلومینیوسیلیکات‌ها تعلق داشته، دارای تنوع زیادی می‌باشند. زئولیت‌ها بر مبنای یک شبکه سه‌بعدی وسیع از چهارضلعی‌های SiO_4 و AlO4 که با اشتراک‌گذاری تمام اکسیژن‌هایشان به‌هم متصل‌اند، ساخته شده‌اند (۱۳). این ماده معدنی آب موجود در خاک را تا حد اشباع جذب نموده و آن‌را برای مدت طولانی درون شبکه خود نگهداری می‌کند و سپس آب موجود در شبکه به‌تدریج جذب گیاه می‌شود (۱۴). زئولیت کلینوپتیلولیت مورداستفاده 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

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.2.3.8]

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



شکل ۱- آماده‌سازی خاک و کاشت نهال‌ها در عرصه

برای اندازه‌گیری خصوصیات خاک از روش‌های ذیل استفاده شد. اسیدیته خاک در عصاره یک‌به‌یک به کمک pH متر، هدایت الکتریکی در عصاره یک‌به‌یک به‌وسیله EC متر، نیتروژن به‌روش کجلدال، فسفر به روش السن، پتاسیم به‌روش فلیم فتومتری کربن آلی به‌روش والکی، ظرفیت تبادل کاتیون خاک (CEC) به‌روش بوور 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)[1]، نقطه پژمردگی (PWP)[2] به‌وسیله دستگاه صفحه فشار[3] اندازه‌گیری شده و از اختلاف این دو پارامتر، ویژگی آب قابل‌دسترس (PAW)[4] گیاه محاسبه گردید. همچنین درصد استقرار 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[5] بررسی شد. بر اساس نتایج این آزمون کلیه متغیرها با اطمینان ۹۵ درصد توزیع نرمال داشتند. تجزیه‌وتحلیل مشاهده‌ها با نرم‌افزار MSTATC و

[1]. Field Capacity

[2]. Wilting point
[3]. Pressure Plate
[4]. Available Water
[5]. Kolmogorov-Smirnov

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.2.3.8]

با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۲۵ تکرار و مقایسه میانگین داده‌ها، با نرم‌افزار مذکور، به‌روش دانکن انجام شد.

نتایج

تأثیر زئولیت کلینوپتیلولایت بر خصوصیات خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌های pH، EC، درصد ماده آلی، فسفر قابل‌جذب، درصد ازت کل خاک، جرم مخصوص ظاهری خاک نشان می‌دهد، هیچ‌یک از عوامل موردبررسی تأثیر معنی‌داری بر این فاکتورها نداشته است.

ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC): کاربرد زئولیت کلینوپتیلولایت بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بوده و با افزایش سطح این ماده CEC خاک به‌طور معنی‌دار افزایش می‌یابد. 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.

پتاسیم قابل‌جذب در خاک: کاربرد زئولیت کلینوپتیلولایت بر پتاسیم قابل‌جذب در خاک در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بوده و با افزایش مقدار مصرف ماده، پتاسیم قابل‌جذب در خاک به‌طور معنی‌دار افزایش می‌یابد. 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 قابل‌جذب در خاک را ۲۶/۴ درصد افزایش داد.

رطوبت قابل‌دسترس گیاه: کاربرد زئولیت کلینوپتیلولایت بر رطوبت قابل‌استفاده گیاه در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بوده و با افزایش مقدار مصرف ماده، رطوبت قابل‌استفاده گیاه به‌طور معنی‌دار افزایش می‌یابد. 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 قابل‌استفاده گیاه را ۳۶/۲ درصد افزایش داد.

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

خصوصیات خاک	۰ درصد	۱۰ درصد	۱۵درصد
CEC (m.e/100gr)	۶/۵۷^{c}	۸/۴^{b}	۹/۲^{a}
پتاسیم قابل‌جذب در خاک(p.p.m)	۱۷۴^{c}	۲۲۰^{b}	۳۱۲^{a}
رطوبت قابل‌استفاده گیاه (درصد حجمی)	۳/۴۵^{c}	۴/۷^{b}	۵/۵^{a}

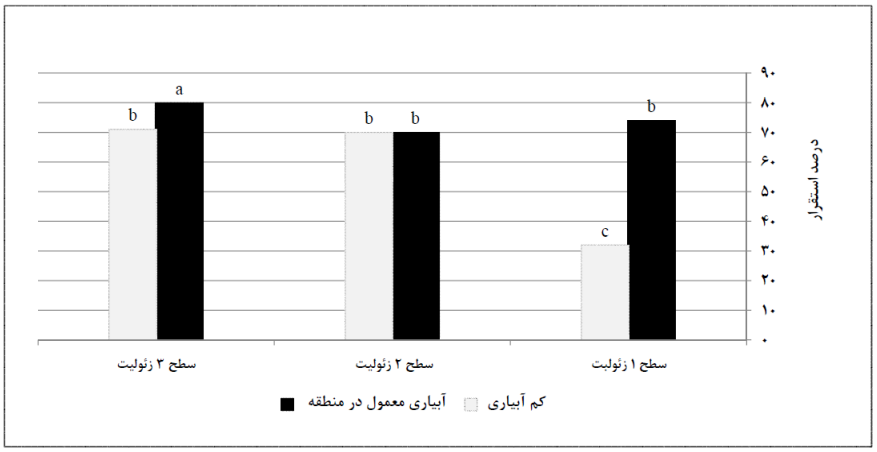
حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد.

تأثیر زئولیت کلینوپتیلولایت بر ویژگی‌های رویشی نهال عجوه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تأثیر متقابل عوامل سطح آبیاری و سطح ماده بر درصد استقرار نهال‌ها (شکل ۲) نشان می‌دهد، بالاترین درصد استقرار نهال‌ها مربوط به تیمار، سطح ۳ زئولیت با آبیاری معمولی است که ۶ درصد 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 کم‌آبیاری با تیمار شاهد (خاک فاقد مواد اصلاحی) در شرایط آبیاری معمولی اختلاف معنی‌دار نداشت.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]

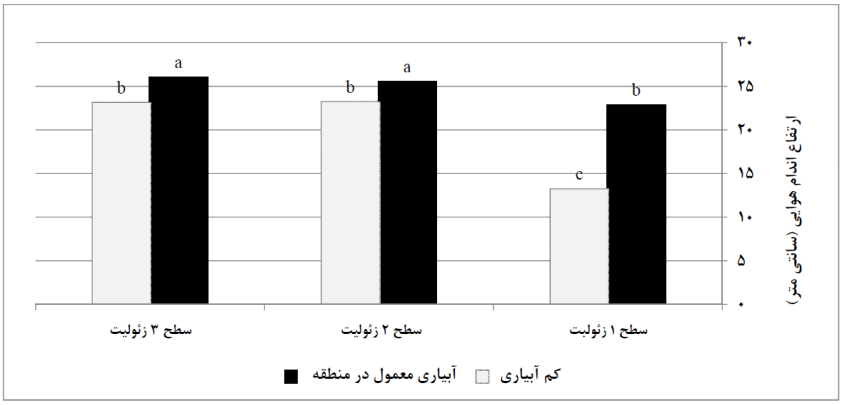
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.2.3.8]



شکل۲- اثر متقابل دور آبیاری و سطح ماده بر درصد استقرار نهال‌ها

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 (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 (به‌ترتیب ۱۱/۳ و ۱۳ درصد) بیش از تیمار شاهد (خاک فاقد مواد اصلاحی) در شرایط آبیاری معمولی است.



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

نتایج نشان می‌دهد، استفاده از ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی زئولیت کلینوپتیلولایت در خاک، درصد استقرار گیاه را به‌ترتیب ۳۲ و ۳۹ درصد و ارتفاع اندام هوایی را ۳۳ درصد افزایش داده است (جدول ۳).

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

خصوصیات رویشی گیاه	۰ درصد	۱۰ درصد	۱۵درصد
درصد استقرار	۵۳^{c}	۷۰^{b}	۷۵^{a}
ارتفاع اندام هوایی (سانتی‌متر)	۱۸^{b}	۲۴/۴۴^{a}	۲۴/۶^{a}

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد، پس از گذشت ۱۸ ماه از زمان کاشت گیاه، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)، تحت تأثیر

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.2.3.8]

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[1] (۲۰۰۴)، مطابقت دارد. طبیعت متخلخل این کانی 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 حاصلخیزتر 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 مبین تأثیرگذاری این ماده معدنی 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 پتاسیم قابل‌جذب در خاک شده است. تحقیقات کاوسی 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 همکاران (۲۰۱۰)، هانگ[2] و همکاران (۱۹۹۴)، غلامحسینی (۲۰۱۳) و یاسودا[3] و همکاران (۱۹۹۸) نتایج تحقیق حاضر در زمینه تأثیر کاربرد زئولیت بر افزایش رطوبت قابل‌دسترس گیاه را تأیید می‌کند. تیمار کم آبیاری در 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 معدنی 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 تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات دیگر ازجمله تحقیقات خاشعی سیکویی و همکاران (۲۰۰۸)، مطابقت دارد. با توجه به خصوصیات منحصربه‌فرد زئولیت، فراوانی طبیعی و استخراج آسان این ماده معدنی 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 قلیا و مقایسه آن‌ها با یکدیگر، انجام شود.

[1] .Shadox
[2]. Hang
[3].Yasuda

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.2.3.8]

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. Koliaei, 2010. Application of Zeolite effect on germination and vigor of canola seed under drought stress. Journal of crop ecophisiology, (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 Antidotale* 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.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.2.3.8]