اثر نوع و مقدار زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت بر فرایند تبخیر از خاک

هادی محمدی والا[۱]، اصلان اگدرنژاد[۲]، محسن احمدی[۳*]، عباس خاشعی سیوکی[۴]
۱- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، ۲- استادیار گروه مهندسی علوم آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز ۳*- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند
* Email: m.ahmadee@ymail.com

چکیده

با توجه به اثر زئولیت بر نگهداری رطوبت در خاک، این تحقیق با هدف بررسی اثر نوع و مقدار زئولیت بر کاهش تبخیر از سطح خاک در قالب طرح کاملاً تصادفی به مدت هشت روز انجام شد. تیمارهای مورد استفاده شامل نوع زئولیت (پتاسیک:Zp، کلسیک:Zca و ترکیبی:Zs) و مقدار آن (۲ درصد:m2 و ۶ درصد:m6) و در ۳ تکرار بود. یک تیمار بدون زئولیت نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که اثر نوع زئولیت در همه‌ی روزها بر میزان تبخیر معنی‌دار شد. مقدار زئولیت نیز به جز روز سوم بر میزان تبخیر اثر معنی‌داری داشت. نتایج اثر متقابل نوع×مقدار زئولیت نشان داد که تیمارهای Zpm2 و Zpm6 بیشترین اثر را بر کاهش تبخیر داشتند. کاربرد این تیمارها به ترتیب ۲۳/۴۳ و ۲۰/۱۰ درصد تبخیر را نسبت به شاهد در طول آزمایش کاهش دادند. بنابراین استفاده از زئولیت پتاسیک به منظور جلوگیری از تبخیر خاک پیشنهاد می‌شود.

واژه های کلیدی: زئولیت پتاسیک، نگهداشت رطوبت، تغییرات رطوبت خاک

مقدمه

تبخیر یکی از فرایندهای مهم در علوم هواشناسی و هیدرولوژی است (اجلالی، ۱۳۹۱). گرچه حجم بالای آب تبخیر شده از سطح آب‌های آزاد است ولی در صورت وجود انرژی، تبخیر از سطح مرطوب خاک نیز رخ می‌دهد که از نظر کشاورزی و آبیاری مزارع اهمیت بسزایی دارد (Martines et al., 2006). بنابراین در مناطقی که منابع آب محدود دارند جلوگیری از تبخیر و مدیریت آب در خاک بسیار ضروری و مهم می‌باشد (Jackson, 1985). سهم ایران از بارندگی، ۰/۳ میانگین جهانی است با این وجود ۷۱ درصد بارش هر ساله به صورت تبخیر از دست می‌رود (سعادت‌خواه و همکاران، ۱۳۸۰؛ شبان و همکاران، ۱۳۸۶).

کاربرد زئولیت از جمله راهکارهای کاهش تبخیر از سطح خاک می‌باشد. زئولیت‌ها کانی‌های طبیعی هستند که به عنوان مواد اصلاح کننده به خاک شده (Xiubin and Zhanbin, 2001) و قادر به جذب آب به میزان ۶۰ درصد وزنی هستند. مولکول‌های آب در فضای خالی زئولیت به راحتی می‌توانند تبخیر یا جذب شده بدون اینکه به ساختار زئولیت آسیب برسانند (Kocakuşak et al., 2001). تاکنون تحقیقات متعددی روی اثر زئولیت بر نگهداری رطوبت خاک انجام شده است. به عنوان مثال Ippolito et al (۲۰۱۱) در تحقیقی به بررسی تاثیر زئولیت بر میزان رطوبت خاک پرداختند. Azarpour et al (۲۰۱۱) استفاده از زئولیت را برای افزایش نگهداری رطوبت خاک پیشنهاد کردند. Yasuda et al (۱۹۹۵) تغییرات نگهداری آب در خاک شنی را با افزودن زئولیت بررسی کرده و نشان دادند که این عمل سبب افزایش مقدار رطوبت در دسترس می‌شود. حق‌شناس گرگابی و بیگی هرچگانی (۱۳۸۹) با افزایش سطوح مختلف زئولیت (۲، ۵ و ۸ درصد) به دو نوع خاک شنی و لوم‌رسی نشان دادند که افزایش زئولیت میزان رطوبت را نسبت به تیمار شاهد در هر دو بافت خاک افزایش داد ولی تأثیر بیشتری بر بافت شنی گذاشت. اسد کاظمی (۱۳۸۴) افزایش رطوبت قابل استفاده خاک را با استفاده از زئولیت‌های فیروزکوه و سمنان گزارش کردند. البته این محققان نشان دادند که زئولیت سمنان نسبت به زئولیت فیروزکوه توانایی بیشتری در حفظ رطوبت دارد. Yasuda et al (۱۹۹۸) در آزمایشی نشان دادند که زئولیت ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش می‌دهد.

احمدی و همکاران (۱۳۹۲ب) با افزودن زئولیت پتاسیک به خاک گزارش کردند که این کانی سبب تغییر در منحنی مشخصه رطوبتی خاک می‌شود. در مطالعه دیگر توسط احمدی و همکاران (۱۳۹۲ الف) مشاهده شد که زئولیت هدایت هیدرولیکی خاک را کاهش داده و سبب کاهش سرعت حرکت آب در خاک می‌گردد.

با توجه به وجود معادن مختلف زئولیت در کشور و فراوانی انواع مختلف زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت، مطالعات نشان داده است که تاکنون تحقیقی در خصوص اثر انواع مختلف زئولیت بر کاهش تبخیر از سطح خاک انجام نشده است. بنابراین تحقیق حاضر به با هدف بررسی اثر نوع و مقدار زئولیت بر میزان تبخیر از سطح خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و در محیط آزمایشگاه انجام شد. بدین منظور زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت از معادن سمنان تهیه و به محل آزمایش منتقل شد. زئولیت تهیه شده در سه نوع (پتاسیک Zp، کلسیک Zca و ترکیبی Zs) و در دو سطح (۲ درصد وزنی m2 و ۶ درصد وزنی m6) با ۳ تکرار برای انجام آزمایش در نظر گرفته شد. یک تیمار بدون افزودن زئولیت به عنوان شاهد مورد آزمایش قرار گرفت. سپس خاک آزمایش از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تهیه (جدول ۱) و براساس نسبت وزنی با هر یک از انواع زئولیت مخلوط شد. سپس هر تیمار در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر ریخته شدند.

جدول ۱- مشخصات خاک آزمایش

بافت خاک	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	هدایت الکتریکی ($ds.m^{-1}$)	pH	آهک کل	کربن آلی	مواد آلی
لومی	۱۰	۴۲	۴۸	۰/۴۶	۷/۹۸	۱۵	۰/۱۷	۰/۲۹

سپس براساس درصد اشباع، تیمارها آبیاری شدند و وزن هر تیمار یادداشت گردید. تیمارها در شرایط با نور و تهویه یکسان قرار گرفتند و در زمان ثابت و به صورت روزانه وزن هر کدام با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم سنجیده می‌شد. این آزمایش به مدت هشت روز و تا تخلیه کامل رطوبت تیمارها ادامه یافت. پس از جمع‌آوری داده‌ها، نتایج براساس آزمون آماری توکی در سطح ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1.3 تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

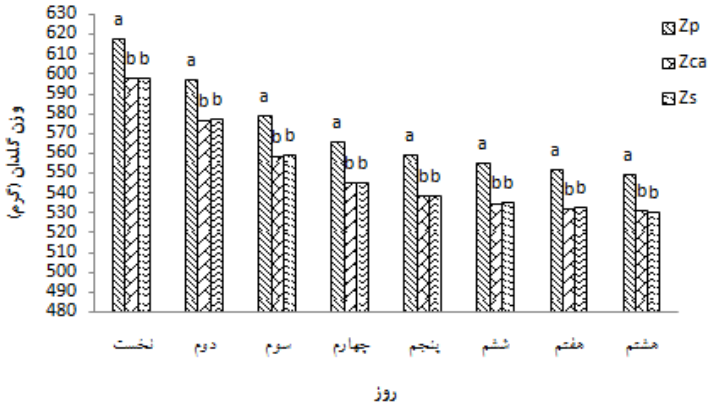
نتایج نشان داد که نوع زئولیت در تمامی روزهای آزمایش اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۱ درصد بر میزان تبخیر داشت (جدول ۲). مقدار زئولیت نیز در روزهای اول، پنجم، ششم، هفتم و هشتم در سطح احتمال ۰/۱ و در روزهای دوم و چهارم در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری بر میزان تبخیر نشان داد. مقدار زئولیت اثر معنی‌داری بر تبخیر در روز سوم نداشت. اثر متقابل نوع و مقدار زئولیت در روز سوم در سطح احتمال ۵ درصد و در سایر روزها در سطح احتمال ۰/۱ درصد بر میزان تبخیر اثر معنی‌داری نشان داد.

جدول ۲-نتایج تجزیه واریانس اثر زئولیت بر تبخیر

تیمار	روز اول	روز دوم	روز سوم	روز چهارم	روز پنجم	روز ششم	روز هفتم	روز هشتم
Z	۹۲۷/۱۹***	۶۸۱/۴۹***	۲۷۵/۶۴***	۵۲۵/۸۴***	۱۰۸۳/۳۸***	۱۱۰۳/۰۰***	۹۶۶/۱۷***	۱۲۲۱/۶۷***
M	۱۳/۲۴***	۵/۳۰*	۰/۱۵ns	۵/۰۰*	۲۰/۴۰***	۲۵/۵۱***	۱۴/۱۹***	۲۷/۸۹***
M×Z	۱۷/۲۸***	۱۵/۷۰***	۵/۴۴*	۱۴/۷۳***	۳۱/۷۲***	۳۶/۲۰***	۳۰/۴۷***	۴۶/۵۸***

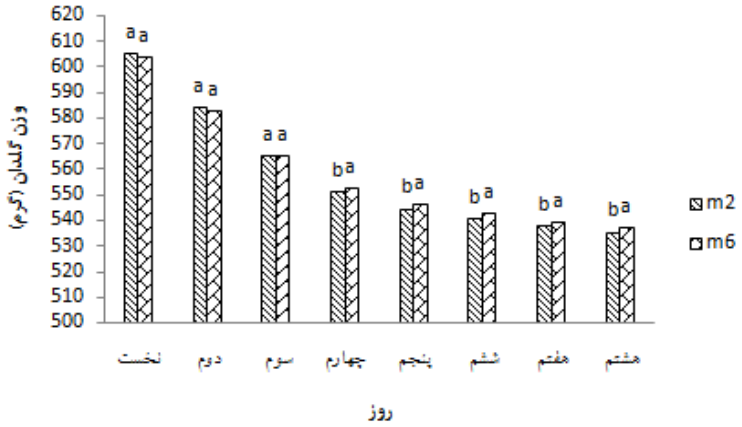
*، *** و ns به ترتیب نشان دهنده‌ی معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۰/۱ درصد و عدم معنی‌داری است.

نتایج بررسی میانگین مقادیر نوع زئولیت در روز نخست نشان داد که زئولیت پتاسیک کمترین میزان تبخیر را داشت (شکل ۱). میزان نگهداشت رطوبت در این زئولیت نسبت به زئولیت کلسیک ۱/۰۳۲ برابر و نسبت به زئولیت ترکیبی۱/۰۳۳ برابر بیشتر بود. این روند در روزهای دوم تا هشتم نیز به همان صورت ادامه یافت. بیشترین اختلاف رطوبت بین این زئولیت و زئولیت کلسیک در روز سوم مشاهده شد که اختلاف ۲۰/۸۵ گرمی بین دو تیمار به دست آمد. بین دو تیمار زئولیت پتاسیک و ترکیبی نیز در روز چهارم اختلافی برابر ۲۰/۲۶ گرمی به دست آمد که بیشترین اختلاف بین دو تیمار بود.



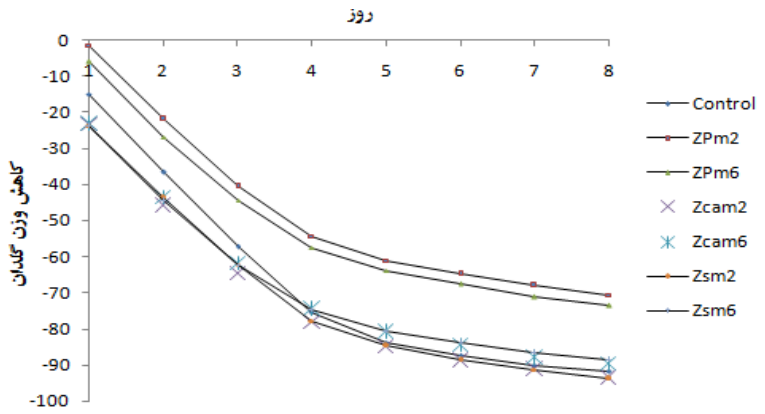
شکل ۱- نتایج میزان تبخیر براساس نوع زئولیت

در روزهای اول تا سوم تفاوت معنی‌داری بین دو مقدار زئولیت مورد استفاده مشاهده نشد ولی در روز چهارم تا پنجم کاربرد ۶ درصد وزنی زئولیت سبب نگهداری بیشتر رطوبت در خاک شد (شکل ۲). بیشترین و کمترین اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار در روزهای چهارم و ششم به ترتیب با ۲/۰۴ و ۱/۳۳ گرم به دست آمد. این نتایج نشان داد که میزان سرعت تخلیه آب از خاک در اثر تبخیر با افزایش سطح زئولیت کاهش یافت که با مشاهدات احمدی و همکاران (۱۳۹۲ب) مطابقت داشت. حق‌شناس گرگابی و بیگی‌هرچگانی (۱۳۸۹) نیز با افزودن زئولیت کلینوپتیلولایت به دو خاک شنی و لوم‌رسی گزارش کردند که میزان رطوبت باقی‌مانده در هر دو خاک با افزایش زئولیت بیشتر شد و میزان سرعت تخلیه از خاک کاهش یافت. این نتایج احتمالاً به دلیل ویژگی زئولیت در نگهداری رطوبت باشد به طوری که با افزایش سطح کاربرد آن، قدرت نگهداری رطوبت بیشتر شده است.



شکل ۲- نتایج میزان تبخیر براساس مقدار زئولیت

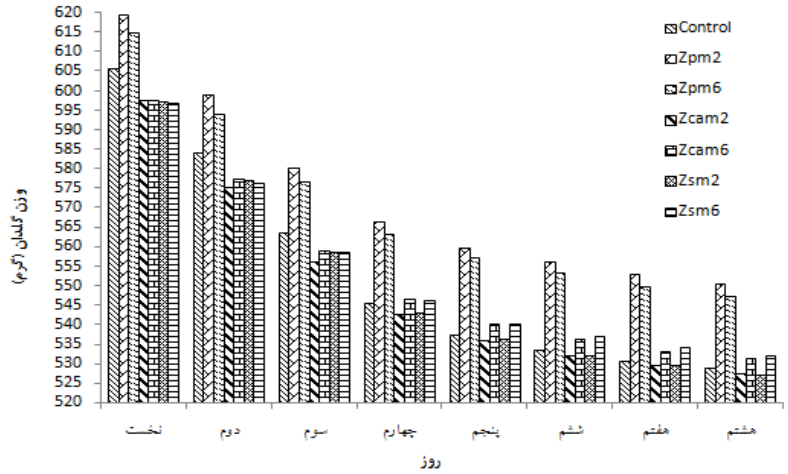
با در نظر گرفتن اثر متقابل نوع در مقدار زئولیت شیب کاهش رطوبت در همه تیمارها تا روز چهارم بسیار شدید بود ولی از روز چهارم تا انتهای آزمایش با شیب ملایم‌تری کاهش رطوبت ادامه یافت (شکل ۳). تیمارهای حاوی زئولیت به خصوص زئولیت پتاسیک در بالای تیمار شاهد قرار گرفته و نشان دادند که زئولیت اثر مثبتی بر نگهداری رطوبت دارد. ولی همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود در تیمارهای حاوی زئولیت نیز کاهش رطوبت از حالت اشباع به سرعت انجام شده است. بنابراین نگهداری رطوبت به صورتی نیست که حالت ماندابی در خاک ایجاد شود (احمدی و همکاران، ۱۳۹۲ب).



شکل ۳- نمایش میزان کاهش رطوبت در تیمارهای مورد آزمایش

اثر متقابل نوع در مقدار زئولیت نشان داد که در روز نخست زئولیت پتاسیک در دو مقدار ۲ و ۶ درصد وزنی کمترین و زئولیت‌های ترکیبی در هر دو مقدار به کار رفته بیشترین تبخیر را داشتند (شکل ۴). تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نسبت به هر دو نوع زئولیت نامبرده داشت. در روز دوم نیز زئولیت پتاسیک در هر دو مقدار با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد. این روند تا روز پنجم ادامه یافت ولی در روز ششم بین تیمارهای Zpm2 و Zpm6 نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. این اختلاف تا انتهای آزمایش ادامه یافت. گرچه این دو تیمار در همه‌ی روزها نسبت به سایر تیمارها مقدار بیشتری رطوبت را نگهداری کردند. در تمامی روزهای آزمایش کمترین اختلاف بین تیمارهای Zpm2 و Zpm6 مشاهده شد. بیشترین اختلاف تا روز پنجم به دو تیمار Zpm6 و Zcam2 و از روز پنجم به بعد به دو تیمار Zpm6 و Zsm2 اختصاص داشت. اختلاف بین شاهد و Zpm6 تا روز ششم به صورت صعودی ادامه یافت به طوری که از ۱۳/۵۷ گرم در روز نخست به ۲۲/۷ گرم در روز ششم رسید. اختلاف این دو تیمار در روزهای هفتم و هشتم به ترتیب ۲۲/۰۷ و ۲۱/۳۷ گرم بود. تیمارهای زئولیت کلسیک تا روز چهارم اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشتند ولی از روز پنجم تیمار Zcam6 در نگهداری رطوبت در خاک نسبت به Zcam2 توانایی بیشتری نشان داد. بین تیمارهای Zsm2 و Zsm6 نیز این روند مشاهده شد.

زئولیت کلسیکی در اندازه‌ی ۷-۰/۵ میلی‌متر و زئولیت پتاسیک در اندازه‌ی ۱-۰/۵ میلی‌متر مورد استفاده قرار گرفت. بنابراین تفاوت در اندازه‌ی ذرات سبب اختلاف معنی‌دار در نگهداری رطوبت شده است. احتمالاً اگر در معادن بهره‌برداری به کوچک کردن قطر ذرات توجه شود این زئولیت نیز خاصیت نگهداری رطوبتی مشابه زئولیت پتاسیک خواهد داشت. همچنین زئولیت ترکیبی که به صورت ناخالص بهره‌برداری می‌شود کارایی کمتری نسبت به زئولیت پتاسیک نشان دادند. افزایش سطوح زئولیت در این دونوع مورد استفاده، سبب افزایش سطوح جذب آب شده به همین دلیل در روزهای انتهایی آزمایش که میزان رطوبت خاک کمتر شده تفاوت معنی‌داری بین سطوح کاربرد در این نوع زئولیت‌ها مشاهده شد. تفاوت رطوبت بین دو مقدار زئولیت پتاسیک در اثر آن بر هدایت هیدرولیکی می‌باشد. به طوری که با افزایش سطح زئولیت تا ۶ درصد وزنی سرعت حرکت آب در خاک افزایش یافته و سبب تبخیر بیشتر گردیده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۲الف).



شکل ۴- نتایج اثر متقابل نوع و مقدار مقدار زئولیت بر میزان تبخیر

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از زئولیت اثر معنی‌داری بر کاهش تبخیر از سطح خاک داشت. همچنین کاربرد مقادیر بیشتر زئولیت اثر مثبتی بر کاهش تبخیر نشان داد. در بین زئولیت‌های مورد استفاده، زئولیت پتاسیک کارایی بیشتری در نگهداری رطوبت از خود نشان داد و تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر زئولیت‌های مورد استفاده داشت. در همه‌ی تیمارها تا روز چهارم شیب کاهش رطوبت شدید بود و از روز پنجم تا انتهای آزمایش کاهش رطوبت ملایم‌تر بود. با وجود توانایی بالای زئولیت پتاسیک در نگهداری رطوبت در خاک، مشاهده شد که فرایند تخلیه رطوبتی در این زئولیت در ابتدای آزمایش همانند سایر تیمارها شدید بود. بنابراین گرچه این زئولیت سبب افزایش نگهداری رطوبت در خاک شد ولی رطوبت در این تیمار به صورت ماندابی نماند. با توجه به این نتایج، استفاده از زئولیت پتاسیک به منظور جلوگیری از کاهش رطوبت در خاک پیشنهاد می‌شود.

منابع

اجلالی، ف. ۱۳۹۱. هوا و اقلیم‌شناسی، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۳۲۲ صفحه.

احمدی، م.، خاشعی سیوکی، ع.، سیدی، ش. س.، کبیری، ط.، خاسی، ف. ۱۳۹۲الف. بررسی اثر نوع و مقدار زئولیت بر هدایت هیدرولیکی خاک، سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران، اهواز.

احمدی، م.، خاشعی سیوکی، ع.، کبیری، ط.، سیدی، ش. س.، خاسی، ف. ۱۳۹۲ب. بررسی تغییرات منحنی مشخصه رطوبتی خاک با کاربرد زئولیت پتاسیک، سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران، اهواز.

اسدکاظمی، ج.، ۱۳۸۴. اثر پلیمر سوپرآب A200 و دو نوع زئولیت فیروزکوه و سمنان بر شاخص‌های رشد و نیاز آبی دو گونه گیاهی فضای سبز اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد. رشته آبیاری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

حق‌شناس گرگابی، م.، بیگی هرچگانی، ح.، ۱۳۸۹. اثر زئولیت میانه بر ظرفیت نگهداری آب و ضرایب مدل‌های منحنی رطوبتی دو بافت خاک شنی و لوم‌رسی، مجله پژوهش آب ایران، ۴(۶): ۴۲-۳۵.

سعادت‌خواه، ن.، سارنگ، س. ا.، تجریشی، م.، ابریشم‌چی، ا. ۱۳۸۰، برآورد تبخیر از مخازن چاه نیمه، آب و فاضلاب، ۴۰: ۳۲-

شبان، م.، خواجه‌الدین، س. ج.، کریم‌زاده، ح. ر. ۱۳۸۶، بررسی مقاومت به خشکی تعدادی از گونه‌های درختی و درختچه‌ای جهت احیا مناطق خشک و نیمه خشک، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱(۲): ۶۳-۵۸.

Azarpour, E., Motamed, M.K., Moraditochaee, M., and Bozorgi, H. R. 2011. Effects of zeolite application and nitrogen fertilization on yield components of cowpea (Vigna unguiculata L.). World Applied Science Journal, 14 (5): 687-692.

Ippolito, J. A., Tarkalson, D. D., Lehrsch, G. A., 2011. Zeolite Soil Application Method Affects Inorganic Nitrogen, Moisture, and Corn Growth, Soil Science, 176(3): 136-142.
Jackson, R.D. 1985. Evaluating evapotranspiration at local and regional scales. Proc. IEEE 73:6. 1086-1096.
Kocakuşak, S., Savaşcı, Ö., TveAyok, T. 2001. Doğal Zeolitler ve Uygulama Alanları. TÜBİTAKMAM, Malzeme ve Kimya Tek. Arş. Enst., Rapor No: KM 362, Proje No: 5015202, P.K.21, Gebze.
Martınez, M. J. M., Alvarez, V. M., Gonzalez-Real, M. M., Baille, A. 2006. Simulation model for predicting hourly pan evaporation from meteorological data. Journal of Hydrology, 318: 250–261.
Xiubin, H. and Zhanbin, H. 2001. Zeolite application for enhancing water infiltration and retention in loess soil, Resources, Conservation and Recycling. 34: 45-52.
Yasuda, H., Takuma, K., Fukuda, T., Suzuki, J. and Fukushima, Y., 1998. Effects of zeolite amendment on water and salt characteristics in soil proceedings of the International Agricultural Engineering Conference, Bangkok, Thailand. p 837-842.
Yasuda, H., Takuma, K., Mizuta, N. and Nishide, H., 1995. Water retention variety of dune sand due to zeolite addition. Bulletin of the Faculty of Agriculture, Tottori University, 48:27-34.

Effect of Type and Amount of Natural Clinoptilolite Zeolite on Evaporation from Soil

H. Mohammadi Vala[1], A. Egdernezhad[2*], M. Ahmadee[3], A. Khashei Siuki[4]

1- Former MSc student of irrigation and drainage, 2- Assistant Professor, Department of Water Sciences Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran, 3*- PhD student of irrigation and drainage, Shahid Chamran University of Ahvaz, 4-Associate professor, Department of Water engineering, University of Birjand
* Email: m.ahmadee@ymail.com

Abstract

Due to effect of zeolite on soil moisture maintenance, this study was conducted to evaluate the effect of type and amount of zeolite on soil evaporation reduction during eight days. Treatments include type of Zeolites: Calcic (Zca), potasic (Zp) and soil zeolite (Zs), in two levels: 2 (M2) and 6 (M6) as wt% with 3 replications. A treatment was considered without zeolites as a control. The results showed that type of zeolite had significant effect on evaporation duration study. Amount of zeolite also had a significant effect on the rate of evaporation, Except for the third day. Based on interaction effect, Zpm2 and Zpm6 had the greatest effect on evaporation reduction. Application of these treatments reduced evaporation as 23.43% and 20.10% compare to control, respectively. Therefore, it is suggested to use potasic zeolite in order to reduce soil evaporation.

Key Words: Potasic Zeolite, Moisture Maintenance, Soil Moisture Changes