نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۵، آذر - دی ۱۳۹۰، ص. ۱۱۴۶-۱۱۳۸

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 5, Nov-Des 2011, p. 1138-1146

بررسی آزمایشگاهی تأثیر زئولیت بر رفتار خاک‌های شالیزاری منطقه گیلان در مراحل بروز ترک در حالت آبیاری تناوبی

مریم علیزاده[1*]- فرهاد میرزایی[2]- تیمور سهرابی[3]

تاریخ دریافت:۸۹/۹/۲۷
تاریخ پذیرش:۹۰/۴/۸

چکیده

برنج را می‌توان در خاک‌های مختلفی کاشت ولی خاک با بافت سنگین با نفوذپذیری کم برای رشد و نمو آن مناسب‌تر از انواع دیگر بافت خاک است. فرض بر این است که وجود زئولیت در خاک می‌تواند در حفظ رطوبت و جلوگیری از بروز ترک در خاک مؤثر باشد. به منظور بررسی اثر زئولیت بر وضعیت رطوبتی و خواص هیدرولیکی خاک‌های شالیزاری استان گیلان، فاکتور زئولیت در چهار سطح (صفر، ۸، ۱۶، ۲۴ تن در هکتار) در پنج مرحله رطوبتی خاک (اشباع، ظهور ترک موئین، ترک نهایی، بازگشت از ترک نهایی به ترک موئین، از بین رفتن ترک) در سه تکرار به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در یک بافت خاک (رس سیلتی) به عنوان بافت غالب منطقه گیلان در شرایط آزمایشگاهی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور اجرا گردید. نتایج نشان داد که با افزودن زئولیت، رطوبت در مرحله اشباع تغییر چندانی نکرد، حال آنکه با اضافه کردن زئولیت ذخیره رطوبتی در مرحله ترک موئین تا ۷ درصد و در مرحله ترک نهایی به میزان ۱۷ درصد افزایش یافته است. بعد از یک سیکل خشک و تر شدن، مقدار رطوبت و وزن مخصوص ظاهری به مقدار اولیه خود باز نگشت. همچنین حجم آماس در روند تر شدن خاک به مراتب کمتر از میزان حجم نشست در روند خشک شدن خاک بود و خاک به حجم اولیه خود باز نگشت. همچنین نتایج نشان داد که اثر زئولیت بر حجم آب مصرفی نیز در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار گردیده است.

واژه‌های کلیدی: برنج، خاک‌های ترک‌دار، زئولیت، کلینوپتیلولایت، وضعیت رطوبتی

مقدمه

نامنظم بودن بارندگی، آلودگی منابع آب به دلیل گسترش شهرنشینی و مهم‌تر از همه برداشت آب از سرشاخه‌های رودخانه‌هایی که منبع عمده تأمین آب اراضی شالیزاری شمال کشور می‌باشند، از عوامل مهم ایجاد بحران کم‌آبی در چنین مناطقی محسوب می‌گردند. برای مقابله با این مشکل، مصرف صحیح و مدیریت بهینه آب در اراضی شالیزاری به عنوان یک ضرورت منطقه‌ای مطرح می‌گردد (۳).

آبیاری شالیزار از مهم‌ترین عملیاتی است که باید در زراعت برنج انجام شود. مقدار آب مورد نیاز برای برنج بستگی به روش کاشت، ابعاد کرت‌ها، تراکم بوته، مقدار مصرف مواد تقویت‌کننده، بافت خاک، شرایط اقلیمی، شرایط اکولوژیک و رقم مورد کاشت داشته و به‌طور کلی در ارقام زودرس نیاز آبی کمتر و در ارقام دیررس نیاز آبی بیشتر است. کشت برنج در شرایط غرقاب دائم و با عمق ۷-۲ سانتی‌متر در کرت در تمام طول دوره رشد در مقایسه با شرایط غیرغرقابی، شرایط مناسب برای رشد گیاه برنج می‌باشد. چون با این روش آبیاری نه تنها آب و عناصر غذایی کافی در اختیار گیاه قرار خواهد گرفت بلکه همچنین از نظر کنترل علف‌های هرز نیز خیلی مؤثر است. اما این روش آبیاری وقتی امکان‌پذیر است که آب کافی و مناسب و مطمئن و ارزان در اختیار باشد.

کمبود روزافزون منابع آبی که منجر به کاهش سهم کشاورزی و سرازیر شدن این منابع به بخش‌های دیگر مثل شرب و صنعت می‌شود ما را ناچار می‌سازد تا از منابع موجود با بالاترین راندمان استفاده نماییم. با توجه به آنچه گفته شد باید پذیرفت که ادامه کار با روش فعلی (آبیاری غرقابی) ممکن نیست، بنابراین یکی از راهکارهای موجود برای کاهش مصرف آب در کشت برنج تغییر روش مرسوم آبیاری غرقاب دائم به روش آبیاری تناوبی با دور مناسب می‌باشد.

۱،۲و۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه مهندسی آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران (کرج)
(*- نویسنده مسئول: Email:malizadeh87@gmail.com)

روش آبیاری تناوبی روش بسیار سودمندی می‌باشد اما مشکل اصلی این روش این است که خاک‌های غرقاب شده شالیزاری زمانی‌که خشک می‌شوند ترک خورده، که وجود این ترک‌ها مشکل اصلی در آبیاری تناوبی می‌باشد. که در این مواقع آب از طریق ارتباط بین ترک‌ها زهکشی می‌شود. در نتیجه بخشی از آب روی سطح خاک، در میان این ترک‌ها جریان می‌یابد و باعث کاهش راندمان کاربرد آب می‌گردد.

به‌طور کلی برنج را می‌توان در خاک‌های مختلفی کاشت ولی خاک با بافت سنگین و نفوذپذیری کم برای رشد و نمو آن مناسب‌تر از انواع دیگر بافت خاک است. به هر حال خاک برنج‌کاری باید کم و بیش از نظر عناصر مغذی نیز غنی باشد. اصولاً به خاک‌هایی که در اثر افزایش رطوبت تغییر قابل توجهی در حجمشان دیده می‌شود خاک‌های تورم‌پذیر گفته می‌شود. کانی‌های رس خاک دارای بار الکتریکی هستند که انقباض و انبساط چنین خاک‌هایی به دلیل وجود این بارهای الکتریکی می‌باشد و در نهایت سبب تغییر ساختمان خاک می‌گردد. تغییر در ساختمان خاک روی نفوذپذیری اثر می‌گذارد و تغییر در نفوذپذیری روی مدیریت آب و فعالیت‌های کشاورزی مؤثر است (۱۲).

ترک‌ها ویژگی منحصر به فرد خاک‌هایی با پتانسیل تورم و انقباض زیاد هستند. آب و املاح محلول به سرعت از طریق جریان ترجیحی از میان ترک‌ها به خاک زیرسطحی جریان می‌یابند. این فرایند ممکن است منجر به کمبود آب و مواد غذایی برای محصول و آلودگی آب زیرزمینی کم‌عمق شود. درک تلفات عمقی و انتقال آب و املاح، نیاز به آگاهی از فرایندهای دینامیک ترک خوردن خاک و نشست سطحی خاک دارد (۷).

بویوین و همکاران (۹) در سال ۲۰۰۴ ماتریکس رس را عامل انبساط خاک بیان نموده‌اند در حالیکه انقباض حجمی خاک را تابعی از ساختمان خاک می‌دانند. به‌طوری‌که در یک ساختمان خاک محکم و انبساط‌ناپذیر، منبسط‌ترین رس هم سبب انبساط خاک نخواهد شد. آنها همچنین انقباض کمتر برای خمیر کائولینیت را نسبت به خمیر اسمکتایت[1] نشان دادند و این به علت ترتیب قرارگیری مرتب و موازی ذرات رس در اسمکتایت در برابر ذرات نامرتب در کائولینیت می‌باشد.

ماهشوری و جایاواردن (۱۳) در سال ۱۹۹۲ در مطالعه خصوصیات نفوذ خاک‌های ترک‌دار در مزارع مختلف واقع در جنوب شرقی استرالیا از شیوه تجربی استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که میانگین مقدار آب پروفیل خاک قبل از آبیاری و همچنین ترک و تورم خاک‌ها در طول دوره آبیاری اثر قابل توجهی روی خصوصیات نفوذ دارد. فاکتورهای مؤثر بر نفوذ آب خاک عبارتند از بافت خاک، رطوبت اولیه خاک، دانسیته خاک، درز و شکاف‌های موجود در خاک، درصد پوشش گیاهی، ذرات رس معلق در آب آبیاری، هوای محبوس شده در خاک و درجه حرارت آب می‌باشد.

زئولیت در واقع بلورهای آلومینوسیلیکات هیدراته به همراه برخی کاتیون‌های قلیایی و قلیایی خاکی (Na^+، K^+، $Mg^{2}+$ و Ca^{2+}) است. ساختمان این مواد چهاروجهی‌های سه‌بعدی سیلیکات می‌باشد. زئولیت دارای ساختمان هندسی متخلخل و اسفنج‌مانند می‌باشد که مانند غربال عمل کرده و به دلیل داشتن کانال‌های باز در شبکه خود، اجازه عبور بعضی از یون‌ها را داده و مسیر عبور بعضی از یون‌های دیگر را مسدود می‌کند. یون‌های خنثی کننده‌ای مانند Na^+ و K^+ نیز به دلیل وجود بار منفی در زئولیت‌ها که از جایگزینی Al^{3+} بجای Si^{4+} به‌وجود آمده‌اند در شبکه آنها وجود دارد. این امر باعث می‌شود وقتی بعضی از زئولیت‌ها که به عنوان اصلاح‌کننده به خاک اضافه می‌شوند، به بهبود رشد گیاه نیز کمک کنند (۸).

اسکلت باز زئولیت‌ها دارای کانال‌ها و حفراتی حاوی کاتیون‌ها و مولکول‌های آب است. منافذ زئولیت با هم مرتبط هستند و تشکیل کانال‌های عریض طولانی با اندازه‌های متفاوت، بسته به نوع کانی می‌دهد. این کانال‌ها به یون‌ها و مولکول‌های ساکن زئولیت اجازه می دهند به آسانی داخل و خارج ساختار حرکت کنند (۲). کلینوپتیلولایت با درصد زئولیتی بین ۹۵-۷۱ درصد فراوان‌ترین نوع زئولیت طبیعی در ایران می‌باشد. جذب آب در هر واحد سلولی زئولیت نسبتاً زیاد است. البته میزان جذب آب بستگی به نوع زئولیت و همچنین نوع کاتیون-های موجود در آن دارد.

جعفری (۱) طی تحقیقاتی نشان داد که در اراضی شالیزاری با بافت خاک رس سیلتی با کاهش رطوبت خاک به میزان ۱۰ درصد کمتر از حد اشباع، ترک‌ها در سطح مزرعه گسترش یافته و قابل مشاهده می‌باشند که این حد از رطوبت را می‌توان حد ترک موئین فرض نمود. همچنین وی نشان داد که تا رطوبت وزنی ۴۰ تا ۴۵ درصد گسترش چندانی در عمق و پهنای ترک به‌وجود نمی‌آید. از آنجا که حد ظرفیت زراعی خاک مورد آزمایش ۳۵ درصد اندازه‌گیری شده بود نتیجه گرفته شد که وقتی رطوبت خاک از حد ظرفیت زراعی کمتر شود با تغییر کمی در میزان رطوبت وزنی خاک، پهنا و عمق ترک افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. بنابراین یکی از عوامل مهم برای تنظیم فاصله زمانی در آبیاری تناوبی، توجه به وضعیت خاک و میزان رطوبت آن می‌باشد. بدیهی است که ظهور ترک در طول فصل متناسب با عواملی نظیر دما و تبخیر و سطح سایه‌انداز گیاه متفاوت بوده و به همین دلیل فواصل آبیاری نیز متغیر خواهند بود.

مؤذنی (۵) در تحقیقات خود اثر بقایای گیاه برنج را در ۷ سطح (صفر، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ درصد وزنی) بر خواص هیدرولیکی و وضعیت رطوبتی اراضی شالیزاری استان گیلان بررسی کرد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزودن بقایای گیاهی از سطح ۲ تا

1 - Smectite

۷ درصد، سبب افزایش رطوبت وزنی نسبت به تیمار شاهد شد. تیمار ۷ درصد بقایای گیاهی خاک رس سیلتی بیشترین و تیمار شاهد در خاک لوم شنی کمترین رطوبت وزنی را داشتند. اضافه کردن بقایای گیاهی، موجب کاهش وزن مخصوص ظاهری نسبت به شاهد شد. در خاک‌هایی با بافت مختلف، اضافه کردن سطوح بقایای گیاهی، مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع را نیز افزایش داد. نتایج تحقیقات رائولز و همکاران (۱۴) بیانگر همبستگی منفی بین مقدار ماده آلی و چگالی ظاهری است. پس بین مقدار ماده آلی و تخلخل خاک نیز همبستگی وجود دارد و هر چه تخلخل خاک بیشتر باشد هدایت هیدرولیکی نیز بیشتر می‌شود.

گانی و همکاران (۱۱) خصوصیات آب و هوایی به‌خصوص دوره تناوب بارندگی و خشکی را سبب ناپایداری عمده‌ای در خاک‌های رسی می‌دانند، زیرا خشک شدن و مرطوب شدن سبب انبساط و انقباض، تشکیل ترک و تغییر شکل ساختمان این خاک‌ها می‌شود. بنابراین بهترین روش بهبود این خاک‌ها برای حل مسئله آماس را افزودنی‌های شیمیایی دانسته‌اند. آنها تثبیت خاک با آهک را معمولی‌ترین و اقتصادی‌ترین روش معرفی نمودند. یافته‌های مطالعات قبلی نیز نشان می‌دهدکه وقتی آهک به همراه آب به خاک رسی اضافه می‌شود، تبادل کاتیونی، لخته شدن و سیمانی شدن خاک به‌طور طبیعی در محل اتفاق می‌افتد. در واقع اضافه کردن آهک با مقدار متناسب آب، حد انقباض و مقاومت خاک را افزایش و پتانسیل انبساط و ماکزیمم چگالی خشک خاک رسی را کاهش می‌دهد.

طبق تحقیقات انجام شده با استفاده از ۸ گرم کانی زئولیت در یک کیلوگرم خاک، مقدار درصد حجمی رطوبت در مکش ۳ تا ۱۵ بار را در بافت شنی ۴/۵ تا ۴/۸ برابر میزان آن در شاهد، در بافت لومی ۲/۴ برابر میزان شاهد و در بافت رسی بین ۱/۴ تا ۱/۹ برابر شاهد افزایش داده است. در هر بافت و در هر سطح استفاده، با افزودن جاذب‌های رطوبتی منحنی مشخصه رطوبتی خاک نسبت به تیمار شاهد فاصله می‌گیرد که نشان‌دهنده اختلاف قابل توجه در درصد حجمی رطوبت در هر مکش از منحنی نسبت به شاهد است. در بافت رسی و لومی این اختلاف فاصله بین منحنی‌های جاذب‌ها باعث افزایش نگهداری آب در این بافت‌ها می‌گردد (۲).

فرگوسن و پی‌پر (۱۰) در سال ۱۹۸۷دریافتند که تاثیر زئولیت در جذب نیتروژن و رشد گیاه در انواع مختلف بافت‌های خاک متفاوت است و زئولیت‌ها بیشترین تاثیر را در خاک‌های درشت بافت با ظرفیت تبادل کاتیونی کم دارد. همچنین نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که فواید اصلاح‌کنندگی زئولیت‌ها تنها در خاک‌هایی با ظرفیت تبادل کاتیونی کم و درصد شن بالا می‌باشد. شرایط خاکی بهتر، عکس‌العمل کمتری را برای کاربرد زئولیت دارد.

یوم و جونگ (۱۵) در سال ۱۹۸۸ در یک آزمایش گلدانی در کره جنوبی به این نتیجه رسیدند که مصرف زئولیت در گلدان‌های زهکش‌دار باعث افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک گلدان‌ها در کلیه بافت‌ها، کاهش نفوذپذیری خاک به آب و همچنین کاهش تلفات ازت و پتاسیم از طریق شستشو گردید ولی در گلدان‌های بدون زهکش، مصرف زئولیت تاثیری بر پارامترهای ذکر شده نداشت. عملکرد برنج در گلدان‌های زهکش‌دار در این آزمایش به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. آندو و همکاران (۶) در سال ۱۹۹۶ آزمایشی را در یک خاک شالیزاری در کشور ژاپن انجام دادند، نتایج تحقیقات آنها نشان داد که کاربرد زئولیت باعث افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک شد. اما تغییر معنی‌داری در بازیافت ازت آمونیومی و عملکرد برنج ایجاد نکرد.

نتایج مطالعات زیوبین و ژانبین (۱۶) در سال ۲۰۰۱ نشان داد که خاک حاوی سطوح مختلف زئولیت در مقایسه با شاهد، مقدار نفوذ را ۳ تا ۷ درصد برای شیب ملایم زمین و بیش از ۳۵ درصد برای شیب تند افزایش می‌دهد. در مجموع خاک‌های حاوی زئولیت در شرایط خیلی خشک، رطوبت خاک را ۰/۴ تا ۱/۸، و در شرایط معمولی ۵ تا ۱۵ درصد افزایش می‌دهد. در نتیجه زئولیت‌ها ظرفیت ذخیره آب خاک را بهبود می‌بخشند. و در مزرعه ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) در خاک حاوی زئولیت بیش از شاهد می‌باشد.

به‌طور کلی مدیریت آب در خاک‌های ترک‌دار شالیزاری، یک مسئله مهم در کشت برنج است. در نتیجه اگر بتوان با راهکارهایی بروز ترک‌ها را کاهش و نگهداشت آب را افزایش داد، آبیاری تناوبی می‌تواند به نحو مطلوبی عمل کند. فرضیه این تحقیق آن است که وجود زئولیت در خاک می‌تواند در حفظ رطوبت و جلوگیری از بروز ترک و همچنین شدت ترک‌خوردگی مؤثر باشد. هدف از این طرح بررسی اثر زئولیت در بافت خاک غالب شالیزاری استان گیلان بر خواص هیدرولیکی، جلوگیری از بروز درز و ترک و افزایش نگهداشت رطوبتی جهت افزایش راندمان کاربرد آب و امکان‌سنجی به‌کارگیری آبیاری تناوبی به جای آبیاری غرقابی دائم است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر زئولیت بر وضعیت رطوبتی و خواص هیدرولیکی خاک‌های شالیزاری استان گیلان (در مراحل مهم رطوبتی که از نظر آبیاری دارای اهمیت است)، فاکتور زئولیت در چهار سطح (صفر، ۸، ۱۶، ۲۴ تن در هکتار) در پنج مرحله رطوبتی خاک (اشباع، ظهور ترک موئین، ترک نهایی، بازگشت ترک موئین، از بین رفتن ترک) در سه تکرار به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در یک بافت خاک (رس سیلتی) به عنوان بافت غالب منطقه گیلان در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهرستان رشت اجرا گردید. مراحل رطوبتی خاک شامل: مرحله اشباع (T1)، مرحله ترک موئین (T2) یعنی رسیدن سطح ترک به ۱۹- ۱۷ سانتی‌متر مربع و مرحله ترک نهایی (T3) یعنی زمانی‌که سطح ترک به ۵۹-۵۵ سانتی-

متر مربع (با استفاده از تجربه مطالعات قبلی) می‌رسید، اندازه‌گیری در مرحله ترک نهایی زمانی است که رنگ تیره سطح خاک به قهوه‌ای روشن تبدیل شود، W1 مرحله بازگشت ترک نهایی به ترک موئین و W2 مرحله‌ای که ترک کاملاً از بین می‌رود، بود. مراحل ۱ تا ۳ روند خشک شدن خاک و مراحل ۴ و ۵ روند تر شدن خاک می‌باشد. در مرحله آماده‌سازی خاک از یکی از مزارع شالیزاری به عنوان نماینده خاک غالب منطقه حدود ۱ تن خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه گردید و با توجه به نوع تیمار مورد نظر مقدار زئولیت با خاک به‌طور یکنواخت مخلوط شدند و با انجام عمل پادلینگ (گل‌خرابی) با دست به حد اشباع درآمد (در این مرحله، خاک از لحاظ نرمی آماده برای نشاءکاری است). هر یک از تیمارها در یک ظرف کوچک پلاستیکی با قطر ۱۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۱ سانتی‌متر با وزن مساوی به اجرا در-آمد. جمعاً ۶۰ ظرف (۲۰ ظرف با ۳ تکرار) به طور تصادفی در محیط آزمایشگاه قرار داده شد. لازم به ذکر است که ظروف کوچک پلاستیکی دارای تعدادی سوراخ در کف به عنوان زهکش بودند تا شرایط نفوذ در آزمایشگاه نزدیک به شرایط مزرعه‌ای باشد.

زئولیت مورد استفاده: زئولیت استفاده شده برای این آزمایش از نوع کلینوپتیلولایت است که اغلب در کشاورزی از آن استفاده می‌کنند. رنگ آن سبز روشن و وزن مخصوص آن $1\ gr/cm^3$ می‌باشد. درجه خلوص آن ۹۵-۸۵ درصد بوده و ظرفیت تبادل کاتیونی آن ۱۸۰ meq/ 100gr- ۱۶۰ می‌باشد و تجزیه شیمیایی آن به شرح زیر است:

بافت خاک، مواد آلی، هدایت الکتریکی و اسیدیته گل اشباع در آزمایشگاه آب و خاک مؤسسه تحقیقات برنج کشور تعیین گردید که نتایج در جدول ۲ ارائه شده است.

با شروع آزمایش همزمان با خشک شدن نمونه‌ها و پس از رسیدن هر یک از تیمارها به مرحله مورد نظر، نمونه‌گیری در سه تکرار جهت اندازه‌گیری رطوبت خاک به روش وزنی و همچنین اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری صورت گرفت. برای نمونه‌گیری جهت تعیین وزن مخصوص ظاهری و درصد رطوبت وزنی از سیلندرهای فلزی با وزن و حجم مشخص استفاده شد. همچنین با رسیدن نمونه‌ها به مراحل مورد نظر، اندازه‌گیری ارتفاع ستون خاک در نمونه‌ها انجام گرفت و کاهش ارتفاع ثبت گردید همچنین در مرحله تر میزان آماس خاک نیز اندازه‌گیری شد.

در پایان مرحله خشک، ظروف باقیمانده از هر تیمار وارد مرحله تر شدند که در این مرحله ظروف تا جایی‌که سطح خاک با آب پوشیده شود، غرقاب شدند. حجم آب اضافه شده به هر ظرف ثبت شد و روند اضافه نمودن آب به‌طور روزانه تا پایان مرحله تر ادامه یافت. به منظور اندازه‌گیری مساحت ترک‌ها از نرم‌افزار اتوکد استفاده گردید. بدین منظور اقدام به عکسبرداری از نمونه‌ها نموده و با قرار دادن تراز کوچک کروی بر روی دوربین از خطای ناشی از تغییر زاویه در زمان عکسبرداری جلوگیری شد. در نهایت با انتقال عکس به فضای نرم-افزار اتوکد مساحت ترک‌ها محاسبه گردید. در نهایت تجزیه واریانس داده‌های آزمایش با استفاده از برنامه آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح آماری ۵٪ انجام گردید.

نتایج و بحث

اثر زئولیت و مراحل مختلف رطوبتی بر درصد رطوبت وزنی

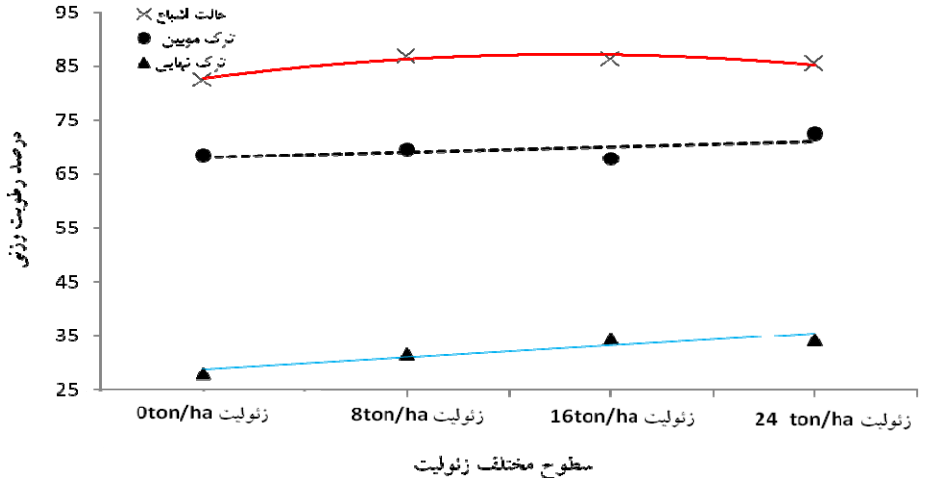
همانطور که در شکل ۱ نشان داده شد، با افزودن زئولیت، رطوبت در مرحله اشباع تغییر چندانی نکرده است. حال آنکه با اضافه کردن زئولیت ذخیره رطوبتی در مرحله ترک موئین، ۷ درصد افزایش یافته است و در مرحله ترک نهایی این مقدار تا ۱۷ درصد افزایش را نشان داده است. نتایج این تحقیق با تحقیق عابدی و سهراب (۲) همخوانی دارد، نتایج تحقیقات آنها در زمینه تأثیر زئولیت بر خصوصیات هیدرولیکی خاک‌ها مؤید این نکته است که اضافه کردن زئولیت به خاک میزان آب قابل دسترس گیاه را نسبت به شاهد افزایش می‌دهد.

جدول ۱ - تجزیه شیمیایی زئولیت استفاده شده در آزمایش

SiO_2	Al_2O_3	CaO	K_2O	Na_2O	Fe_2O_3	MgO	TiO	MnO	P_2O_5	L.O.L
٪۶۶/۵	٪۱۱/۸	٪۳/۱	٪۲/۱	٪۲	٪۱/۳	٪۰/۸	٪۰/۳	٪۰/۰۴	٪۰/۰۱	٪۱۲

جدول ۲- برخی از پارامترهای اندازه‌گیری شده خاک مورد مطالعه

عمق مورد نظر	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع	کربن آلی (٪)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	بافت خاک
۰ -۳۰cm	۱/۱۳	۶/۸۷	۱/۶۳	۱۰	۴۴	۴۶	رس سیلتی



شکل ۱- اثر سطوح مختلف زئولیت در مراحل مختلف رطوبتی بر درصد رطوبت وزنی

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زئولیت و مراحل رطوبتی مختلف روی رطوبت خاک

مراحل رطوبتی	سطوح مختلف زئولیت			
	بدون افزایش زئولیت	۸ تن در هکتار زئولیت	۱۶ تن در هکتار زئولیت	۲۴ تن در هکتار زئولیت
T1	۸۲/۵۵ b	۸۶/۹۲ a	۸۶/۳۷ a	۸۵/۳۹ ab
T2	۶۸/۴۶ d	۶۹/۶۳ cd	۶۷/۸۶ de	۷۲/۴۴ c
T3	۳۳/۰۰ j	۳۳/۰۰ j	۳۴/۴۹ j	۳۴/۳۳ j
W1	۵۰/۰۰ i	۵۳/۰۰ h	۵۳/۰۲ h	۵۳/۰۲ h
W2	۶۰/۰۰ g	۶۳/۰۰ f	۶۵/۲۶ ef	۶۳/۰۲ f

تفاوت اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست.

تجزیه تحلیل داده‌ها نشان داد که اثر زئولیت و مراحل مختلف رطوبتی بر درصد رطوبت وزنی در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید. اثر متقابل بر درصد رطوبت وزنی در سطح ۵٪ معنی‌دار شده است. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زئولیت و مراحل رطوبتی در جدول ۳ آورده شده است.

با توجه به شکل ۲ ملاحظه می‌شود که درصد رطوبت وزنی در مرحله بازگشت ترک موئین در روند تر با مقدار درصد رطوبت وزنی مرحله ترک موئین در روند خشک یکی نیست و درصد رطوبت وزنی بعد از یک سیکل خشک و تر به مقدار اولیه خود باز نگشت. شایان ذکر است که بازگشت ترک موئین در روند تر، تقریباً ۲ ماه به طول انجامید.

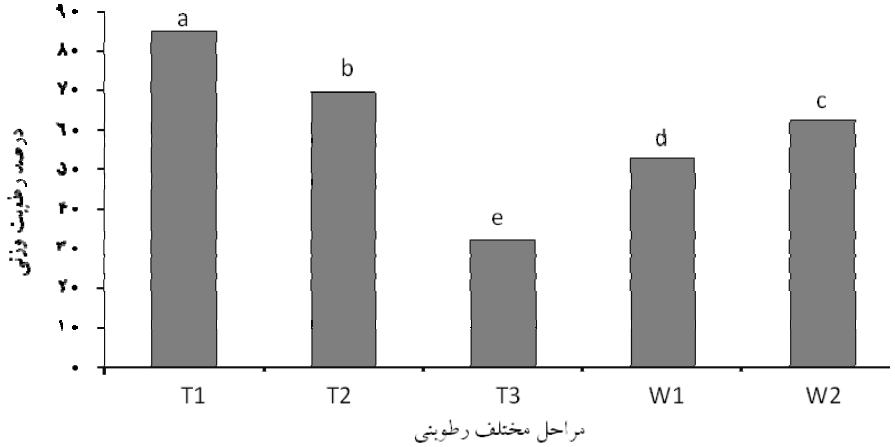
اثر زئولیت و مراحل مختلف رطوبتی بر نشست سطحی خاک

نتایج نشان داد که افزایش مقدار زئولیت باعث کاهش در میزان نشست خاک شده است. اثر زئولیت و مراحل رطوبتی و اثر متقابل آنها بر نشست خاک در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زئولیت و مراحل مختلف رطوبتی در جدول ۴ آورده شده است.

به‌طوری‌که شکل ۳ نشان می‌دهد مقدار نشست در مرحله اشباع ناچیز بوده و در مرحله ترک موئین ۱/۲۷ سانتی‌متر و در مرحله ترک نهایی ۲/۶۵ سانتی‌متر می‌باشد که نسبت به ارتفاع اولیه ستون خاک قابل توجه می‌باشد. همانگونه که در شکل ۳ دیده می‌شود حجم آماس در روند تر شدن خاک به مراتب کمتر از میزان حجم نشست در روند خشک شدن خاک است و خاک به حجم اولیه خود باز نگشته است.

اثر زئولیت و مراحل رطوبتی مختلف بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک

اثر زئولیت بر وزن مخصوص ظاهری در سطح ۵٪ معنی‌دار بوده، اثر مراحل رطوبتی در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار گردیده و اثر متقابلشان بر وزن مخصوص ظاهری در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار گردیده است. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زئولیت و مراحل رطوبتی در جدول ۵ آورده شده است.

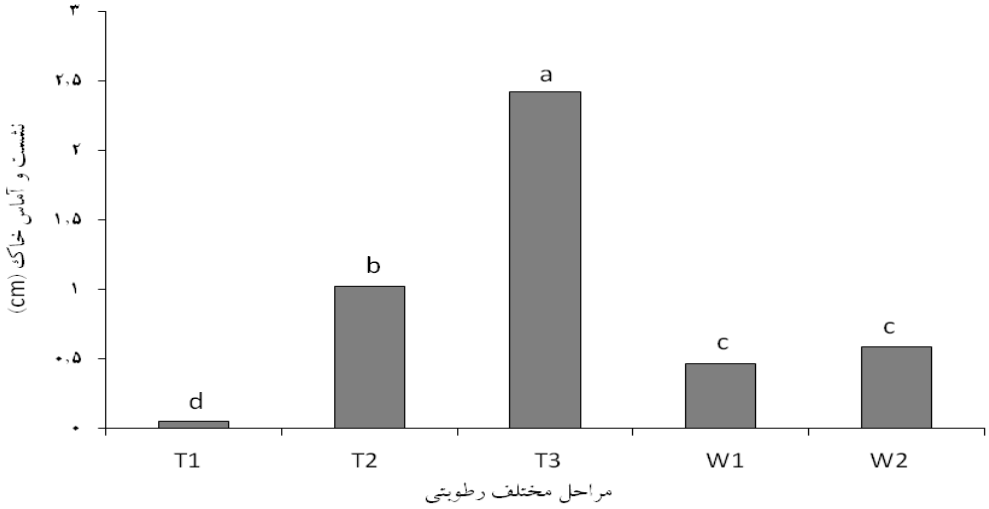


شکل ۲- اثر فاکتور ترک (مراحل مختلف رطوبتی) بر درصد رطوبت وزنی

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زئولیت و مراحل مختلف رطوبتی بر نشست و آماس خاک

مراحل رطوبتی	سطوح مختلف زئولیت			
	بدون افزایش زئولیت	۸ تن در هکتار زئولیت	۱٦ تن در هکتار زئولیت	۲٤ تن در هکتار زئولیت
T1	۰۰/۰۰ k	۰۰/۰۰ k	۰۰/۰۰ k	۰۰/۰۰ k
T2	۱/۲۷ d	۱/۱۲ d	۰/۸۵ e	۰/۸۴ e
T3	۲/۶۵ a	۲/۴۷ ab	۲/۱۷ c	۲/۳۶ bc
W1	۰/۵۲ ghi	۰/۳۲ ij	۰/۵۸ fgh	۰/۴۲ hgi
W2	۰/۷۲ efg	۰/۷۸ ef	۰/۷۸ ef	۰/۶۲ efgh

تفاوت اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست.

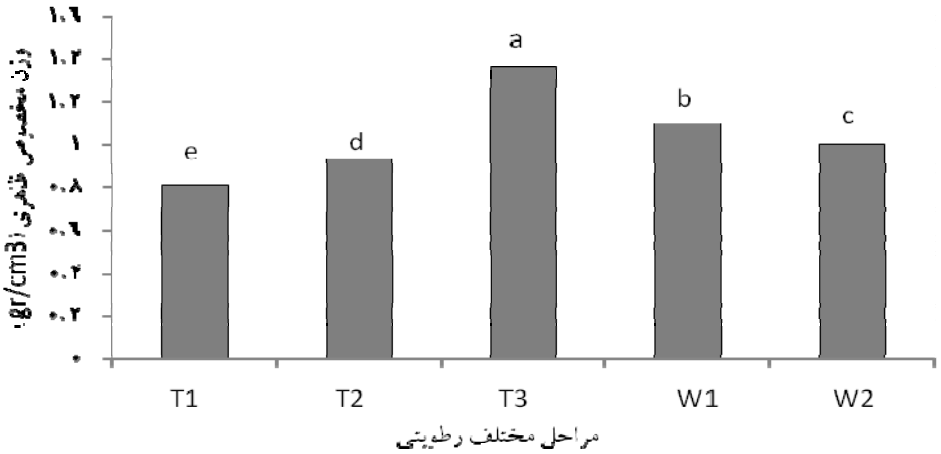


شکل ۳- تغییرات نشست و آماس خاک در مراحل رطوبتی مختلف

جدول۵- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل مراحل مختلف رطوبتی و زئولیت بر وزن مخصوص ظاهری

مراحل رطوبتی	سطوح مختلف زئولیت			
	بدون افزایش زئولیت	۸ تن در هکتار زئولیت	۱۶ تن در هکتار زئولیت	۲۴ تن در هکتار زئولیت
T1	۰/۸۲ h	۰/۸۲ h	۰/۸۱ h	۰/۸۰ h
T2	۰/۹۳ fg	۰/۹۶ ef	۰/۹۳ fg	۰/۹۰ g
T3	۱/۲۸ b	۱/۴۴ a	۱/۳۳ c	۱/۴۰ a
W1	۱/۱۱ c	۱/۱۱ c	۱/۰۷ c	۱/۰۹ c
W2	۰/۹۶ d	۰/۹۷ ed	۰/۹۷ def	۰/۹۹ de

تفاوت اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست.



شکل ٤- تغییرات وزن مخصوص ظاهری خاک در مراحل رطوبتی مختلف خاک

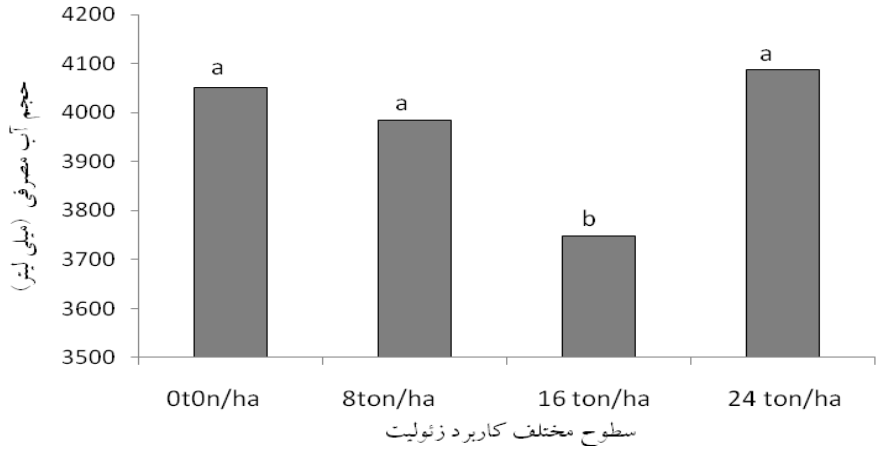
به‌طور معمول با خشک شدن خاک وزن در واحد حجم افزایش می‌یابد و مقدار چگالی ظاهری نیز زیاد می‌شود. نتایج تحقیقات بسیاری از محققین نیز مؤید این مطلب است. طبق نتایج مصدقی و همکاران (۴)، جعفری (۱) و مؤذنی (۵)، وزن مخصوص ظاهری در طول خشک شدن خاک افزایش می‌یابد، که نتایج حاصل از این تحقیق نیز با نتایج تحقیقات قبلی همخوانی دارد. همانگونه که از شکل ۴ دیده می‌شود وزن مخصوص ظاهری از مقدار ۰/۸۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب در مرحله اول به ۱/۳۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب در مرحله ترک نهایی رسید. به‌عبارتی، طی فرایند خشک شدن یک روند افزایشی در مقدار وزن مخصوص ظاهری دیده می‌شود و در دو مرحله آخر یعنی مرحله تر وزن مخصوص ظاهری روند کاهشی داشته در نهایت وزن مخصوص ظاهری بعد از یک سیکل خشک و تر به مقدار اولیه باز نگشته است.

اثر زئولیت و مراحل رطوبتی مختلف بر حجم آب مصرفی

نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که اثر زئولیت بر حجم آب مصرفی در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار می‌باشد و اثر مراحل مختلف رطوبتی و اثر متقابلشان بر حجم آب مصرفی در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. همانگونه که در شکل ۵ دیده می‌شود با افزودن ۱۶ تن در هکتار زئولیت کمترین حجم آب مصرفی را در روند تر داشته‌ایم.

نتیجه‌گیری

افزودن سطوح مختلف زئولیت به خاک سبب نگهداشت بیشتر رطوبت در خاک شد. بیشترین تأثیر زئولیت در مرحله ترک نهایی بوده است که مقدار رطوبت وزنی را ۱۷ درصد افزایش داد. همچنین با افزودن زئولیت به خاک تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪ بین مقادیر وزن مخصوص ظاهری و نشست خاک تیمارهای حاوی زئولیت و تیمار شاهد مشاهده شد. در نهایت بعد از یک سیکل خشک و تر شدن، مقدار رطوبت و وزن مخصوص ظاهری به مقدار اولیه خود باز نگشت. همچنین حجم آماس در روند تر شدن خاک به مراتب کمتر از میزان حجم نشست در روند خشک شدن خاک بود و خاک به حجم اولیه خود باز نگشت.



شکل ۵- اثر سطوح مختلف زئولیت بر حجم آب مصرفی

منابع

۱- جعفری ف. ۱۳۸۶. مدیریت آبیاری در خاک‌های ترک‌دار شالیزاری .پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲- عابدی کوپایی ج. و سهراب ف. ۱۳۸۳. تأثیر کانی‌های زئولیت و بنتونیت بر خصوصیات هیدرولیکی خاک‌ها. دوازدهمین همایش بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، دانشگاه شهید چمران اهواز، صفحات ۵۶۷-۵۶۲

۳- فوکودا ه. و تسوتسوی ه. ۱۳۷۰. روش‌های آبیاری برنج در ژاپن. ترجمه راینی سرجاز، م. و ملکی، ق. انتشارات دانشگاه مازندران، بابلسر.

۴- مصدقی م.، همت ع. و حاج عباسی م. ۱۳۸۲. تغییرات برخی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک با ساختمان ناپایدار پس از آبیاری غرقابی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،۷ (۱): ۹۱-۱۰۵.

۵- مؤذنی م. ۱۳۸۷. تأثیر موادآلی بر خواص هیدرولیکی خاک‌های شالیزاری استان گیلان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آبیاری و زهکشی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

6- Ando H.C., Mihara K.I., Kakuda I., and Wada G. 1996. The fate of ammonium nitrogen applied to flooded rice as affected by zeolite addition. Soil Sci. Plant Nutr. 42(3): 531-538.

7- Bandyopadhyay K.K., Mohanty M., Painuli D.K., Misra A.K., Hati K.M., Mandal K.G., Ghosh P.K., Chaudhary R.S., and Acharya C.L. 2003. Influence of tillage and nutrient management on crack parameters in a vertisol of central India. Soil Till. Res. 71: 133-142.

8- Barbarick K.A., and Pirela H.J., Pond W.G., and Mumpton F.A. (eds) (1984) Agronomic and horticultural uses of zeolites: A review. Zeo-agriculture: Use of natural zeolites in agriculture and aquaculture pp. 93-104. Westview Press , Boulder, Colorado.

9- Boivin P., Garnier P., and Tessier D. 2004. Relationship between clay content, clay type, and shrinkage properties of soil samples. Soil Sci. Soc. Am. J. 68: 1145-1153.

10- Ferguson G.A., and Pepper I.L. 1987. Ammonium retention in sand with clinoptilolite. Soil Sci. Am. J. 51: 231-234.

11- Gunny Y., Dursun D., Cetin M., and Tuncan M. 2007. Impact of cyclic wetting-drying on swelling behavior of lime-stabilized soil. Build Environ.42: 681-688.

12- Ishiguro M. 1992. Effect of shrinkage and swelling of soils on water management in paddy fields.In: V. V. N. Murty and K. Koja (Eds.), Soil and water engineering of paddy field management. Irrigation Engineering and Management Program, Asia Institute of Technology, Bangkok, Thailand, pp. 258-267.

13- Maheshwari B.L., and Jayawardane N.S. 1992. Infiltration characteristics of some clayey soils measured during border irrigation. Agric. Water Manage. 21: 265-279.

14- Rawls W.J., Giménez D., and Grossman R. 1998. Use of soil texture, bulk density and the slope of the water retention curve to predict saturated hydraulic conductivity. Trans. ASAE 4: 983–988.

15- Um M.H., Jung P.K., Im J., and Um K.T. 1988. Effect of zeolite application on rice yields by soil texture. Research reports of the rural development administration (Suweon). 29 (1Plant environ. Mycol. And Farm Util.): 60-65.

16- Xiubin H., and Zhanbin H. 2001. Zeolite application for enhancing water infiltration and retention in loess soil. J. Res. Conserv. Recycl. 34: 45-52.

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 5, Nov-Des 2011, p. 1138-1146

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۵، آذر - دی ۱۳۹۰، ص. ۱۱۴۶-۱۱۳۸

Laboratory Study the Effects of Zeolite on Guilan Province's Paddy's Soils Behaviors in the Occurrence of Difference Stages of the During Cracks Intermittent Irrigation

M. Alizadeh[1]*- F. Mirzaei[2]- T. Sohrabi[3]

Received:18-12-2010
Accepted:29-6-2011

Abstract

Rice can be cultivated in various soils but soil with heavy texture and low permeability is more appropriate for its growth than other types of soil texture. It's assumed that existence of zeolite in soil can be effective for moisture retention and avoiding of occurrence of crack in soil. In order to investigation of the effect of zeolite on moisture status and hydraulic properties of Guilan province's paddy's soils, zeolite factor was conducted in four levels (0, 8, 16, 24 tons per ha) in five stages of soil moisture (saturation, appearance of capillary crack, final crack, returning from final crack to capillary crack, destruction of crack) in three replications as factorial based on complete randomized block design in a soil texture (Silty clay) as the dominant texture in Guilan area in Iran's Rice Research Institute. Results showed that moisture in saturation stage did not change much by adding zeolite, while in capillary crack stage, moisture storage has increased to 7% and in final crack stage, it has increased to 17 %. So you see, after a cycle of dry and wet, the amount of moisture and bulk density has not turned back to its primitive amount, also the volume of inflammation in soil's moistening trend is far lower than the volume of subsidence in soil's drying trend and the soil has not turned back to its primitive volume. Finally, the effect of zeolite on the volume of consumable water has been significant at five percent statistical level.

Keywords: Zeolite, Clinoptilolite, Cracked soil, Water condition, Rice

1,2,3- MSc Student, Assistant Professor and Professor, Department of Irrigation, Natural Resources and Agriculture College, University of Tehran (Karaj), Respectively
(*- Corresponding Author Email: malizadeh87@gmail.com)