

اثر کاربرد زئولیت در کاهش مصرف آب آبیاری برنج

علیرضا سپاسخواه و حمزه بابا حاجی
بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

مقدمه

با افزایش سریع جمعیت جهان، فشار بر منابع محدود آب شیرین، افزایش می‌یابد. کشت آبی، بزرگترین بخش مصرف‌کننده آب است لذا با توجه به جمعیت فزاینده و آب کمتری که برای تولیدات کشاورزی در دسترس است، تضمین امنیت غذایی برای نسل آینده، مبهم می‌باشد. در آسیا بیش از ۸۰ درصد منابع آب شیرین برای اهداف کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد که نیمی از این آب صرف تولید برنج می‌شود. در ایران، بخش کشاورزی با مصرف ۹۰ درصد آب قابل استحصال سالانه، بزرگترین مصرف‌کننده آب می‌باشد. بنابراین توجه ویژه به نحوه بکارگیری منابع آب و برنامه‌ریزی دقیق برای استفاده بهینه از منابع آبی محدود موجود، برای کشت پایدار لازم به نظر می‌رسد. استفاده از روش‌های نوین آبیاری در کشت برنج علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب، منجر به افزایش کارایی مصرف آب، کاهش شستشوی کودهای مورد استفاده و عدم آلودگی خاک و آب و بهبود تهویه خاک می‌شود. برای افزایش راندمان کاربرد آب، تأثیرگذاری و جلوگیری از هدرروی کودهای شیمیایی مورد استفاده، تغییر، بهبود و بهینه‌کردن خواص و ویژگی‌های خاک با استفاده از مواد افزودنی همواره مورد توجه بوده است. یکی از این مواد افزودنی، زئولیت می‌باشد. به طور کلی، زئولیت دارای خواصی مانند میزان آبگیری زیاد، چگالی کم، حجم خالی زیاد و ثبات ساختمان بلوری در هنگام آبگیری، توانایی تبادل یونی، هدایت هیدرولیکی و ... هستند که همین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی منحصر به فرد زئولیت‌های طبیعی، آنها را در بسیاری از کاربردهای کشاورزی مانند آزادسازی تدریجی کودها، اصلاح و بهبود خاک و ... قابل استفاده ساخته است. از آنجایی که آب عامل انتقال املاح مورد نیاز گیاه (به خصوص نیتروژن) و زئولیت عامل نگهداری و جلوگیری از هدر رفتن آب و شستشوی املاح مورد نیاز گیاه است و میزان شستشوی املاح خاک کاملاً وابسته به میزان املاح و آب آبیاری است، بررسی برهمکنش مقادیر مختلف زئولیت و آب از اهمیت بالایی برخوردار بوده و با کنترل و بهینه‌سازی مصرف زئولیت و آب می‌توان از آلودگی آب‌های زیرزمینی جلوگیری کرد و همچنین بازده کاربرد آب و املاح (به خصوص نیتروژن) مورد نیاز گیاه را افزایش داد.

هدف

هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر مقادیر مختلف زئولیت و مدیریت‌های مختلف آبیاری، شامل

آبیاری غرقابی و متناوب با دوره‌های یک و دو روزه، بر محصول برنج در منطقه کوشک استان فارس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در منطقه کوشک از اراضی زیر سد درودزن (منطقه نیمه خشک) شهرستان مرودشت در ۶۰ کیلومتری شمال شیراز با طول جغرافیایی $52^{\circ}34'$ و عرض جغرافیایی $30^{\circ}07'$ و ارتفاع ۱۶۵۰ متر از سطح دریا، به مدت سه سال، در سال‌های ۱۳۸۹، ۹۰ و ۹۱ انجام گرفت. این پژوهش در قالب طرح کرت‌های خرد شده با تیمار اصلی آبیاری در سه سطح آبیاری هر روزه، آبیاری متناوب یک روز در میان (یک روز آبیاری و روز بعد عدم آبیاری) و آبیاری متناوب دو روز در میان (یک روز آبیاری و دو روز بعد عدم آبیاری) و چهار سطح تیمار فرعی زئولیت صفر، ۴، ۸ و 12 g kg^{-1} در سه تکرار انجام شد. خاک محل پژوهش در بهار با استفاده از نیروی انسانی برگردانده شد و کلوخه‌های بزرگ خرد شد و علف‌های هرز از بین برده شد. خاک قبل از شروع آب‌بستن زمین با استفاده از نیروی تراکتور به خوبی شخم و دیسک زده شد تا جایی که کلوخه‌های بزرگ تا حد امکان کوچک و خرد شد. سپس عملیات گل‌خرابی با استفاده از جریان آب روی زمین و ایجاد کرت‌های بزرگ و بالا آمدن ارتفاع آب تا ۲۰ سانتی‌متر روی خاک و سپس بهم‌زدن سطح خاک به طوری که حداقل ۲۰ سانتی‌متر خاک به هم خورده و با ایجاد یک مخلوط معلق آب و خاک، ذرات درشت در ابتدا ته‌نشین شد و سپس ذرات ریز با ته‌نشین شدن خود باعث ایجاد یک سفره آب معلق در سطح خاک گردید. آب بر روی کرت‌ها به مدت حداقل یک روز جریان یافت و سپس کرت‌های مورد آزمایش به ابعاد ۲ متر در ۲ متر ایجاد گردید. روی پشته‌های کرت‌ها، با استفاده از پلاستیک پوشانده شد تا از نفوذ و انتقال جانبی آب از هر کرت به کرت‌های مجاور یا به خارج از کرت‌ها جلوگیری شود. مقادیر مورد نظر تیمار زئولیت به هر کرت اضافه شد و آب به کرت‌ها اضافه شد، به طوریکه بیش از ۲۰ سانتی‌متر آب روی خاک قرار گرفت و با استفاده از هم‌زدن خاک کرت‌ها با استفاده از نیروی انسانی (لگد کوب و بهم‌زدن خاک با کارگر چکمه پوش) و ایجاد حالت گل‌خرابی، خاک و زئولیت با هم مخلوط گردید. هر ۴ تیمار زئولیت درون یک کرت تحت یک تیمار آبیاری معین از کرت‌های اطراف، ۲ متر فاصله داشتند. در زمین مورد استفاده در سال اول در سال‌های دوم و سوم نیز برنج کاشت گردید ولی در مدت عدم کاشت زمین با برنج، گیاه دیگری در آن کاشته نشد. همچنین در سال دوم و سوم عملیات کاشت به همان روش سال اول انجام شد ولی زئولیت فقط در سال اول به خاک اضافه گردید و در سال دوم و سوم زئولیت به خاک اضافه نگردید. کود آمونیوم فسفات به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از نشاء‌کاری به خاک اضافه شد و مقدار ۱۵۲ کیلوگرم بر هکتار نیتروژن (با کود اوره حاوی ۴۶ درصد نیتروژن) در دو مرحله، مرحله اول ۱۰ روز بعد از انتقال نشاء به زمین و همزمان با شروع اعمال تیمارهای آبیاری و مرحله دوم حدود ۵۰ روز پس از نشاء در دوره قبل از گلدهی به کرت‌ها به صورت سرک اضافه شد. بذر گیاه برنج (*Oryza sativa* L.) رقم قصرالدشتی و تیپ اقلیمی Japonica، از ارقام محلی کشت‌شده در مناطق زراعی

اطراف سد درودزن در استان فارس، از مرکز تحقیقات زرقان تهیه گردید و به مدت ۳ روز در آب خیسانده شد و با پوشاندن روی بذرها و تأمین رطوبت و گرمای مورد نیاز، شرایط بهینه برای جوانه‌زنی بذر فراهم شد و سپس بذر در خزانه پراکنده شد تا سبز شود. آب بر روی خزانه به طور مداوم جریان داشت و سپس در مرحله ۳ تا ۴ برگی و قبل از شروع پنجه‌زنی گیاهان سبزشده در تعداد ۳ تا ۵ عدد (به هر کدام یک کپه گفته می‌شود) در کرت‌ها کاشته شد. فاصله کاشت کپه‌ها از اطراف کرت ۱۰ سانتی‌متر و از کپه‌های اطراف ۲۰ سانتی‌متر بود و در هر کرت ۱۰۰ عدد کپه با تراکم ۲۵ کپه در مترمربع کاشته شد. پس از انتقال نشاء از خزانه به کرت‌ها به مدت ۱۰ روز آب روی کرت‌ها جریان یافت تا گیاهان بخوبی استقرار یافت و سپس با قطع آبیاری، تیمار آبیاری هر کرت اعمال شد. ۱۰ روز پس از انتقال نشاء از خزانه به کرت و انجام آبیاری به صورت غرقابی کامل، تیمارهای آبیاری (تیمار هر روز آبیاری، تیمار آبیاری متناوب یک روز در میان و تیمار آبیاری متناوب دو روز در میان) اعمال شد و مقدار آب آبیاری هر کرت با استفاده از کنتور حجمی اندازه‌گیری و مقادیر کنتور در ابتدا و انتهای آبیاری هر کرت یادداشت شد، به طوری که آب به عمق ۵ سانتی‌متر روی خاک کرت قرار گرفت. برای تعیین کارایی آب آبیاری، مقدار تولید دانه در واحد آب آبیاری به کار رفته محاسبه شده است. پس از رسیدن دانه‌ها، گیاهان هر کرت برداشت گردید و تعداد خوشه شمارش و یادداشت شد و با نشانه‌گذاری، دسته‌بندی گردید. گیاهان برداشت شده به مدت ۷ روز در دمای ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد در داخل آون خشک شد. از میان گیاهان هر کرت به صورت تصادفی ۴ گیاه انتخاب گردید و تعداد خوشه‌های آن شمرد و شماره‌گذاری شد و سپس تعداد دانه خوشه (پر، پوک، مجموع) و وزن دانه پر اندازه‌گیری شد. پس از این مرحله برای گیاهان هر کرت، دانه از کاه جدا شد و وزن کاه و دانه اندازه‌گیری شد. در طول فصل رشد، طول ترک، عمق و ارتفاع آن در سطح یک مترمربع هر کرت در تیمار آبیاری یک روز در میان و دو روز در میان اندازه‌گیری شد و همزمان در اعماق ۱۰- و ۲۰-۱۰ سانتی‌متر با مته از خاک نمونه‌گیری شد و با قرار دادن خاک‌ها درون ظروف فلزی و یادداشت مشخصات آنها و تعیین وزن آنها با استفاده از ترازوی دیجیتال در محل و سپس انتقال به آون و قراردادن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت وزن خشک آنها به دست آمد و مقدار رطوبت آن تعیین گردید. از اندازه سطح آب در چاه‌های سطحی در مجاورت مزرعه آزمایش سطح ایستابی مشخص گردید. عوامل جوی شامل دمای حداکثر، دمای حداقل، رطوبت نسبی حداکثر، رطوبت نسبی حداقل، سرعت باد، ساعات آفتابی، بارندگی، تبخیر از تشت تبخیر و ... که در ایستگاه هواشناسی منطقه کوشک اندازه‌گیری شده بود، جمع‌آوری شد. محاسبات و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Microsoft Excel 2010 و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار MSTAT-C 2.10 و SAS 9.1.3 2010 بر اساس طرح کرت‌های خرد شده (Split plot design) با تیمار اصلی آبیاری در سه سطح آبیاری و چهار سطح تیمار فرعی زئولیت در سه تکرار انجام شد. آزمون مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن (Duncan) در سطح ۵٪ انجام شده است.

نتایج

در مجموع، در سال ۹۱ میزان کاهش محصول دانه در تیمار آبیاری یک روز در میان (I_2) نسبت به تیمار آبیاری هر روزه (I_1) از سال‌های ۱۳۸۹ و ۹۰ کمتر بوده است و در شرایط جوی مناسب، تیمار آبیاری I_2 توان تولید محصول قابل قبولی را دارد. می‌توان بیان داشت که، کاربرد $4-12 \text{ g kg}^{-1}$ زئولیت می‌تواند در محصول مؤثر باشد و اثر زئولیت در سال ۹۱ هم دیده شده است. در اغلب موارد، در تیمارهای دارای زئولیت نسبت به تیمار بدون زئولیت، در محصول کاه افزایش دیده شده است. در اثر متقابل بین تیمارهای آبیاری و زئولیت، در مقادیر زئولیت ثابت با افزایش دور آبیاری محصول کاه کاهش یافته است. در سال‌های ۱۳۸۹ و ۹۱ تیمارهای 8 و 12 g kg^{-1} دارای افزایش محصول دانه نسبت به تیمار بدون زئولیت می‌باشند و افزودن $4-12 \text{ g kg}^{-1}$ به خاک باعث افزایش محصول دانه به میزان $12-2\%$ گردید ولی در سال ۹۰ با شرایط نامناسب جوی در زمان پنجه‌زنی و گلدهی، افزایش محصول کاه و محصول کل نسبت به تیمار بدون زئولیت حاصل شده است. اثر آبیاری متناوب برنج بر محصول به عمق سطح ایستابی بستگی زیادی دارد و با افزایش همزمان عمق سطح ایستابی و کاهش مقدار آب آبیاری، تولید محصول کاهش یافته است. در مقادیر زئولیت ثابت با افزایش دور آبیاری، کارایی آب آبیاری برای تولید دانه کاهش یافت. با افزایش دور آبیاری، آب آبیاری افزایش یافت ولی کلاً به علت پایین بودن سطح ایستابی و عدم کمک آن به تأمین رطوبت مورد نیاز گیاه، مقدار نیاز به آب آبیاری افزایش یافته است و اثرات تنش خشکی حاصل از اعمال تیمار آبیاری و تشدید آن به وسیله دمای محیط در این کاهش محصول مؤثر بوده است. در شرایط سطح ایستابی عمیق و عدم کمبود آب آبیاری در دسترس، بهترین روش آبیاری برای دستیابی به حداکثر کارایی آب آبیاری برای دانه روش آبیاری هر روزه می‌باشد. در سال‌های اول و دوم، کاربرد زئولیت به میزان $4-8 \text{ g kg}^{-1}$ زئولیت منجر به بهبود کارایی آب شد. در شرایط جوی مناسب، تیمار آبیاری متناوب یک روز در میان نشان داد که این روش آبیاری توان تولید محصول قابل قبولی را دارد. با افزایش دور آبیاری شاخص برداشت کاهش یافت و افزودن 8 g kg^{-1} زئولیت به خاک باعث افزایش شاخص برداشت و افزایش محصول دانه نسبت به محصول کل ماده خشک گردیده است. وزن هزار دانه در سال ۱۳۹۰ نسبت به سال ۸۹ بسیار کمتر شده است ($14/6$ گرم در سال ۸۹ نسبت به $2/6$ گرم در سال ۹۰ و کاهش 82%). افزایش دور آبیاری باعث افزایش درصد دانه‌های پوک در خوشه شده است. افزایش دور آبیاری باعث کاهش تعداد خوشه در کپه شده است و افزایش زئولیت به خاک نسبت به تیمار بدون زئولیت، به طور عمومی، باعث افزایش تعداد خوشه در کپه شده است. با افزودن زئولیت، تغییر بیشتری در پارامترهای هیدرولیکی خاک نسبت به عمق خاک مشاهده شده است و در نتیجه می‌توان خواص هر بافت خاک را با کاربرد مقدار مناسب زئولیت به ویژگی‌ها و خواص بهینه تبدیل کرد. در سال ۱۳۸۹ افزایش دور آبیاری باعث افزایش عرض ترک، عمق ترک، کل طول ترک در واحد سطح خاک و سطح ترک در واحد سطح خاک شده است و در سال ۹۰، با افزودن زئولیت به خاک نسبت به تیمار بدون زئولیت کاهش عرض ترک خاک مشاهده شده است. افزایش زئولیت به خاک باعث کاهش کل طول ترک در واحد سطح خاک شده

است. وجود زئولیت در لایه سطحی خاک باعث کاهش عرض ترک، عمق ترک و سطح ترک در واحد سطح خاک گردیده است و مخلوط شدن زئولیت با خاک باعث کاهش کل طول ترک در واحد سطح خاک گردیده است.

کلمات کلیدی: زئولیت، مدیریت آبیاری و برنج