اثر کاربرد زئولیت بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه ای

مسعود محمدی[1]*، حسین مولوی، عبدالمجید لیاقت و مسعود پارسی نژاد

دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد؛
Mmohammadi_64@yahoo.com
دانشجوی دکتری گروه مهندسی آبیاری و آبادانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران؛
molavihossein@gmail.com
استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران؛
Aliaghat@ut.ac.ir
دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران؛
parsinejad@ut.ac.ir

چکیده

تنش شوری و خشکی یکی از مشکلات تولید فرآورده‌های کشاورزی در بسیاری از نقاط دنیا و به ویژه مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. این تحقیق در جهت بررسی کاربرد زئولیت در شرایط تنش شوری و خشکی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای (رقم 370) در منطقه کرج اجرا شد. بدین منظور آزمایش فاکتوریل 2^3 در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و شامل سه فاکتور: شوری، آب آبیاری و کاربرد زئولیت در نظر گرفته شد. فاکتور آبیاری دو سطح شامل آبیاری کامل (100% نیاز آبی) =W_1 و 50% = W_2، دو سطح شوری آب آبیاری شامل (آب معمولی) 0/7=S_1 و 5=S_2 دسی زیمنس بر متر و دو سطح کاربرد زئولیت طبیعی شامل 0=Z_1 و 10=Z_2 تن در هکتار بود که در یک خاک با بافت لوم رسی اعمال شدند. نتایج نشان داد که تنش شوری و خشکی باعث کاهش عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای و کاربرد زئولیت سبب بهبود آنها شد. اثر متقابل زئولیت، شوری و خشکی در سطح 5% بر عملکرد ذرت دانه‌ای، وزن هزاردانه، تعداد دانه در بلال و ارتفاع گیاه معنی‌دار شد. حداکثر عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در بلال و ارتفاع گیاه (به ترتیب7233/3 کیلوگرم در هکتار، 309 گرم، 504 و 220/7 سانتیمتر) مربوط به تیمار $W_1S_1Z_2$ بود و حداقل آنها (به ترتیب 2296 کیلوگرم در هکتار، 101/7 گرم، 159 و 146/3 سانتیمتر) مربوط به تیمار $W_2S_2Z_1$ بودند. بیشترین کارایی مصرف آب (1/41 گیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به تیمار $W_2S_1Z_2$ و کمترین آن (0/68 گیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به تیمار $W_1S_2Z_1$ بود.

واژه‌های کلیدی: کارآیی مصرف آب، ، دانه در بلال، عملکرد

---

[1]- نویسنده مسؤل، آدرس: مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب

* دریافت: فروردین، 1391 و پذیرش: بهمن، 1391

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

نیاز روز افزون به فرآورده‌های کشاورزی از یک سو و کمبود منابع آب در بیشتر نقاط کشور بویژه در مناطق خشک از سوی دیگر، سبب شده بهینه‌سازی مصرف آب در سر لوحه کار برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران قرار گیرد. از طرفی روند برداشت بی‌رویه آبهای زیرزمینی از طریق چاه‌های عمیق و نیمه عمیق و پیشروی آب شور در سفره آب شیرین، باعث شده تا حجم نسبی آب‌های شور افزایش یابد. بر این اساس کم‌آبی و کاهش کیفی منابع آب و خاک از عوامل اصلی کاهش تولید می‌باشند. کاربرد روش کم‌آبیاری و استفاده از آبهای شور، از راهبردهای مهم بهینه‌سازی مصرف آب، جهت سازگاری با کم‌آبی قلمداد شده و از اولویت خاصی برخوردار است. اما استفاده از روش کم آبیاری و منابع آب‌های شور مطمئنا درصد کاهش عملکرد محصول را به همراه خواهد داشت. کاربرد زئولیت طبیعی در خاک، یکی از روش‌هایی است که میتواند کاهش عملکرد یاد شده را تا حدی تعدیل بخشد. بر خلاف کانی‌های معمول رسی، در زئولیت‌ها چارچوب ساختمانی به اندازه کافی باز است و این ویژگی باعث بوجود آوردن خواص منحصر به فرد زئولیت‌ها شده است. مولکول‌های آب و همچنین کاتیون‌ها به راحتی می‌توانند در داخل شبکه آن حرکت کرده بدون اینکه ساختار شبکه دچار تغییر شود. همچنین بار منفی موجود در ساختمان زئولیت‌ها ناشی ازحضور آلومینیوم باعث ایجاد پدیده تبادل کاتیونی با سایر کاتیون‌های موجود در محیط می‌شود (شاو و اندرس، 2001). با توجه به این ویژگی‌ها و فراوانی زئولیت‌های طبیعی در کشور، همچنین استخراج آسان و در نهایت قیمت اقتصادی مناسب (هر کیلو 300 ریال)، کاربرد این مواد در سطوح مختلف تولیدات کشاورزی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد (کاظمیان، 2000).

زئولیت‌ها با داشتن قابلیت تبادل کاتیونی بالا و همچنین امکان جذب انتخابی کاتیون‌های مفید مانند آمونیوم و آزاد سازی کنترل شده آن‌ها می‌توانند اثرگذاری کودهای شیمیایی را بیشتر کرده و ضمن افزایش کارایی کودها، باعث مصرف بهینه کودهای شیمیایی نیز شوند (دایری، 1998). جذب انتخابی و آزادسازی کنترل شده عناصر غذایی از زئولیت باعث می‌شود در صورت انتخاب صحیح نوع زئولیت مصرفی، هنگامی که این مواد به عنوان اصلاح کننده به خاک اضافه می‌شوند، از طریق فراهمی طولانی مدت عناصر غذایی به بهبود رشد گیاه کمک کنند (پالت و همکاران، 2004). نوری و همکاران (2005) به بررسی محصول تربچه در شش تیمار (1- خاک معمولی 2- خاک با زئولیت 3- خاک با کلرید سدیم ($NaCl$) 4- خاک با سولفات سدیم (Na_2SO_4) 5- خاک با کلرید سدیم و زئولیت طبیعی 6- خاک با سولفات سدیم و زئولیت طبیعی) پرداختند. نتایج نشان داد کاربرد زئولیت طبیعی باعث افزایش ظرفیت نگهداری خاک و در نتیجه بهبود عملکرد تربچه شد. آنها بیان کردند کاربرد زئولیت طبیعی باعث نگهداشت نمک‌های مضر خاک می‌گردد و از این طریق جذب آب توسط گیاه راحت‌تر می‌شود. عابدی کوپایی و اسدکاظمی (2006) تحقیقی در مورد تاثیر کاربرد زئولیت بر هدایت هیدرولیکی غیراشباع و نگهداشت آب در خاک در بافت‌های مختلف انجام دادند و نتایج مثبتی گرفتند. مطالعات پرز و همکاران (2008) روی گیاه زیتون، تاثیر مثبت زئولیت را در کاهش آبشویی نیترات، افزایش قدرت نگهداری آب در خاک، راندمان بالای مصرف آب و کاهش نیاز کوددهی نشان داد. البسایدی و همکاران (2008) به بررسی اثر زئولیت بر خصوصیات خاک و عملکرد جو تحت استفاده از دو شوری مختلف آب آبیاری (3 و 16 دسی زیمنس بر متر) پرداختند. کاربرد زئولیت در شوری‌های 3 و 16 دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب باعث 9 و 23/3 درصد افزایش عملکرد محصول جو شد. همچنین آنها گزارش کردند، کاربرد زئولیت ظرفیت نگهداری آب و نمک را در خاک افزایش می‌دهد

Archive of SID

www.SID.ir

و باعث حفظ مواد غذایی در منطقه توسعه ریشه می‌گردد. کاووسی و رحیمی (1380)، تحقیقاتی را در مورد تاثیر کاربرد زئولیت بر عملکرد برنج با دو خاک متفاوت سبک و سنگین انجام دادند. نتایج حاصل از دو مزرعه شالیزاری در بندر انزلی و رشت نشان داد، عملکرد برنج در مزرعه با خاک سبک، افزایش معنی‌داری پس از کاربرد زئولیت داشت. یوسفی و سپاسخواه (1383) تاثیر کاربرد زئولیت کلسیمی و منیزیمی را بر نگهداشت نیترات و آمونیوم در خاک در شرایط رطوبت اشباع بررسی و گزارش کردند که مقدار کل یون نیترات خارج شده از خاک در تیمار های صفر 2، 4 و 8 گرم زئولیت در کیلوگرم خاک به ترتیب برابر 90، 87/7، 74/7 و 63 درصد از مقدار اضافه شده به سطح خاک می‌باشد. قلی‌زاده و همکاران (1385) در بررسی چهار سطح کاربرد زئولیت طبیعی و سه سطح تخلیه رطوبتی بر روی گیاه دارویی بادرشبی نتیجه گرفتند، مصرف 25 گرم زئولیت در 12 کیلوگرم خاک توام با 50 درصد تخلیه رطوبت خاک بالاترین ماده خشک (2/767 گرم در گیاه) و درصد اسانس (2 درصد) را تامین نمود.

غلام حسینی و همکاران(1386)، به منظور بررسی تأثیر کاربرد زئولیتکلینوپتیلولیت در کود دامی بر عملکرد و اجزاء عملکرد آفتابگردان تحت رژیم‌های متفاوت آبیاری، آزمایشی را انجام دادند. نتایج این تحقیق مشخص کرد، علاوه بر اینکه می‌توان با بکارگیری زئولیت بمیزان 10 تا 15 درصد وزنی کود دامی، از هدر رفت نیتروژن موجود در تودهٔ کودی به شکل قابل توجهی جلوگیری نمود، باعث بهبود اکثر صفات زراعی گیاه آفتابگردان شد. خاشعی و همکاران (1387) به بررسی کاربرد چهار سطح زئولیت طبیعی و سه سطح آبیاری پرداختند. نتایج نشان داد، کاربرد 2 گرم زئولیت طبیعی در یک کیلوگرم خاک تاثیر معنی‌داری بر سطح و ضخامت برگ ذرت رقم 704 داشت. چغا و سپاسخواه (1387) به بررسی تاثیر کاربرد زئولیت کلسیم-پتاسیمی و آب شور روی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در شرایط آزمایشگاهی با چهار مقدار مختلف کاربرد زئولیت و سه نوع آب شور پرداختند. آن‌ها بیان کردند، در یک بافت و شوری مشخص با افزایش کاربرد زئولیت در خاک K_S افزایش پیدا می‌کند. غلام حسینی و همکاران (1387)، به منظور بررسی تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن و زئولیت طبیعی ایرانی بر عملکرد کمی و کیفی علوفه کلزای پاییزه در خاک‌هایی با بافت سبک، آزمایشی در سال زراعی 86-1385 انجام دادند. نتایج نشان داد کاربرد 270 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تلفیق با 9 تن زئولیت در هکتار بیشترین افزایش در صفات کمی و کیفی علوفه کلزا را ایجاد کرد. دانشمندی و عزیزی (1388) بیان کردند زئولیت معدنی می‌تواند مقداری آب در خود ذخیره کند و در مواقع تنش رطوبتی آن را در خاک آزاد نماید تا گیاه از آن استفاده کند. زئولیت دارای مواد اولیه‌ای مانند پتاسیم، کلسیم، آلمینیوم، منیزیم، سیلیسیم، فسفر، گوگرد، آهن و منگنز است که خود به تنهایی به عنوان کود در کشاورزی می‌تواند مطرح باشد (عابدی کوپایی و همکاران، 1389). مقیمی و همکاران (1389) در طی تحقیقی گزارش کردند مصرف مقادیر مختلف زئولیت در شرایط تنش خشکی بر صفات عملکرد، محتوای نیتروژن غده و سطح برگ اثر معنی‌داری دارد.

هدف از این مطالعه تعیین میزان تاثیر کاربرد زئولیت طبیعی در خاک و در شرایط تنش شوری و خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 1389 در مزرعه تحقیقاتی گروه آبیاری و آبادانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج اجرا شد. محل اجرای آزمایش در عرض جغرافیایی 35 درجه و 55 دقیقه و طول جغرافیایی 50 درجه و 54 دقیقه واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا 1312/5 متر است. متوسط بارندگی سالانه در منطقه 260 میلی‌متر می‌باشد. آزمایش در قالب طرح فاکتوریل بر پایه

Archive of SID

www.SID.ir

بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و سه فاکتور انجام شد. دو سطح آبیاری شامل آبیاری کامل (100% نیاز آبی) =W_1 و W_2 = %50W_1، دو سطح شوری آب آبیاری شامل (آب شرب) S_1=0/7 و S_2=5 دسی زیمنس بر متر و دو سطح کاربرد زئولیت طبیعی شامل Z_1=0 و Z_2=10 تن در هکتار بود که به صورت آبیاری جوی و پشته‌ای اعمال گردید. بافت خاک مزرعه دارای 26 درصد شن، 35 درصد رس و 39 درصد سیلت (خاک لوم‌رسی) با وزن مخصوص ظاهری 1/35 گرم بر سانتیمتر مکعب بود. در جدول 1 خصوصیات شمیایی و فیزیکی زئولیت مورد استفاده ذکر شده است.

قبل از کاشت بذرهای ذرت دانه‌ای، زئولیت در تیمارهای کاربرد زئولیت، با خاک مزرعه تا عمق 40 سانتیمتری مخلوط شد. بذرهای ذرت دانه‌ای (رقم 370) در تاریخ 30 خرداد ماه 1389 در خاک کاشته شد. طول فاروهای مورد آزمایش 3 متر و فواصل کاشت روی ردیف‌ها 20 سانتیمتر و فاصله بین آن‌ها 55 سانتیمتر بود. تیمارها در تاریخ 5 مرداد ماه اعمال شدند. قبل از اعمال تیمارها، آبیاری در تمام تیمارها به یک اندازه و به یک مقدار به صورت سطحی و با آب شیرین (0/7 دسی زیمنس بر متر) بر اساس تبخیر از تشت کلاس A ایستگاه هواشناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی انجام شد. آب شور از طریق اختلاط آب معمولی با مقدار مشخصی سنگ نمک طبیعی که مقدار آن در هر آبیاری با دستگاه EC متر محاسبه می‌شد، تهیه گردید. برای تعیین مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) از دستگاه صفحه فشاری (Pressure Plate) استفاده شد. بر این اساس رطوبت در نقطه FC و PWP بترتیب 34 و 17 درصد حجمی بدست آمد.

جدول 1- خواص زئولیت مورد استفاده

خصوصیات شیمیایی زئولیت										
عناصر	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	TiO_2	Fe_2O_3	MnO	P_2O_5
W/W%*	66/5	11/8	3/1	0/8	2	2/1	0/3	1/3	0/04	0/01

خصوصیات فیزیکی زئولیت				
ρ_b (gr/cm^3)	ρ_s (gr/cm^3)	CEC me/100gr	درصد کانیهای زئولیت	رنگ
1	2/4	160-180	85-95	سبز روشن

* درصد وزنی/وزنی بر حسب گرم اکسید ترکیبات در هر 100 گرم زئولیت طبیعی

تعیین زمان و مقدار آبیاری

بعد از اعمال تیمارها زمان آبیاری برای تیمار شاهد ($W_1S_1Z_1$) براساس MAD[1] =0/5 (علیزاده، 1384) و با استفاده از دستگاه رطوبت سنج (Probe Profile) محاسبه می‌شد، بدین صورت که با استفاده از این دستگاه درصد رطوبت حجمی در عمق‌های 10، 20، 30، 40، 50، 60، 70 و 80 سانتیمتری از سطح خاک اندازه‌گیری و میانگین آنها محاسبه می‌گردید و با توجه به MAD مربوطه، زمانی که رطوبت خاک به حد مورد نظر می‌رسید، آبیاری در تمام تیمارها انجام می‌گرفت. همچنین مقدار آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری از رابطه زیر محاسبه گردید (علیزاده، 1384):

$$D_n = \frac{FC - PWP}{100}.Dr.MAD \qquad (1)$$

[1]. Maximum Allowable Deficiency

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن، D_n مقدار آب در هرنوبت آبیاری (میلیمتر)، FCمقدار رطوبت حجمی خاک در ظرفیت زراعی (درصد)،PWP مقدار رطوبت حجمی خاک در نقطه پژمردگی دائم (درصد)، Dr عمق موثر ریشه برابر با 100میلیمتر (علیزاده، 1384) و MAD درصد تخلیه مجاز رطوبت خاک می‌باشد.

لازم به ذکر است، بدلیل در دسترس نبودن لوله استاندارد برای دستگاه رطوبت سنج، از لوله پلیکا به عنوان جایگزین استفاده شد. بنابراین پیش از اعمال تیمارها، دستگاه رطوبت سنج و لوله پلیکا برای خاک مورد آزمایش با روش وزنی کالیبره شد.

کارایی مصرف آب آبیاری

برای محاسبه کارایی مصرف آب آبیاری از معادله زیر استفاده شد (پایرو و همکاران، 2009):

$$IWUE = \frac{Y}{I}$$

که در آن IWUE کارایی مصرف آب آبیاری بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب، Y عملکرد محصول بر حسب کیلوگرم و I کل آب آبیاری در طول فصل رشد بر حسب متر مکعب می‌باشد.

خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه در جدول 2 ارائه شده است. با توجه به جدول 2 و مشاوره با کارشناس تغذیه خاک و گیاه، فقط کود اوره معادل 400 کیلوگرم در هکتار در سه مرحله کاشت، هشت برگی و سنبله دهی به صورت سطحی و یکسان در بین تمام تیمارها استفاده گردید. در تاریخ 31 شهریور ماه 1389 محصول برداشت شد و در پایان فصل رشد، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه در رطوبت 14 درصد و ارتفاع گیاه اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS تحلیل و میانگین‌ها با آزمون دانکن (Duncan) مقایسه شدند.

جدول 2- خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه

pH	EC (dS/m)	SAR	O.C (%)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/Kg)	پتاسیم (mg/Kg)	کلسیم (mg/Kg)	منیزیم (mg/Kg)	سدیم (mg/Kg)	آهن (mg/Kg)	روی (mg/Kg)	منگنز (mg/Kg)
7/5	1/12	1/23	0/87	0/105	31/6	566	162	18	63	5/91	2/68	8/6

نتایج و بحث

تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس (جدول 3) نشان می‌دهد که اثر زئولیت، شوری و خشکی در سطح 1% بر عملکرد ذرت دانه‌ای، وزن هزاردانه، تعداد دانه در بلال و ارتفاع گیاه معنی‌دار بوده است. اثر متقابل زئولیت و شوری و اثر متقابل زئولیت و خشکی در سطح 1% بر عملکرد ذرت دانه‌ای، وزن هزاردانه و تعداد دانه در بلال معنی‌دار شده است اما بر ارتفاع گیاه اثر معنی‌داری نداشته است. اثر متقابل شوری و خشکی نیز در سطح 1% بر وزن هزاردانه و ارتفاع گیاه معنی‌دار شده درحالی که بر عملکرد ذرت دانه‌ای و تعداد دانه در بلال اثر معنی‌داری نداشته است. همچنین اثر متقابل زئولیت، شوری و خشکی در سطح 1% بر عملکرد ذرت دانه‌ای، وزن هزاردانه و تعداد دانه در بلال و در سطح 5% بر ارتفاع گیاه معنی‌دار شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 3- تجزیه واریانس صفات ذرت دانه‌ای در پاسخ به تنش شوری و خشکی همراه با کاربرد زئولیت

		میانگین مربعات (M.S)				
منابع تغیرات	درجه آزادی	وزن هزاردانه	تعداد دانه در بلال	عملکرد دانه	ارتفاع گیاه	کارایی مصرف آب
تکرار	2	21/2 $^{n.s}$	17/6 $^{n.s}$	3674/5 $^{n.s}$	5/2 $^{n.s}$	0/01 $^{n.s}$
زئولیت	1	3200/1 **	7408/9 **	1735521/3 **	360/4 **	0/08 **
شوری	1	39617/1 **	102058/7 **	21708800/5 **	5797/1 **	0/98 **
خشکی	1	65889/2 **	182943/9 **	36720518/3 **	8702/1 **	0/18 **
زئولیت×شوری	1	72/5 **	708/1 **	51486/5 **	5/1 $^{n.s}$	0/01 $^{n.s}$
زئولیت×خشکی	1	26/6 **	269/9 **	20687/6 **	3/2 $^{n.s}$	0/02 **
شوری×خشکی	1	22/9 **	54/4 $^{n.s}$	729/1 $^{n.s}$	234/4 **	0/11 **
زئولیت×شوری×خشکی	1	254/3 **	1273/6 **	166272/8 **	22/1 *	0/01 **
خطا	14	5/6	9/7	1939/6	7/6	0/01

n.s، * و** به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد هستند.

عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای

با توجه به جدول 4 حداکثر عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در بلال و ارتفاع گیاه (به ترتیب7233/3 کیلوگرم در هکتار، 309 گرم، 503/7 و 220/7 سانتیمتر) مربوط به تیمار $W_1S_1Z_2$ و حداقل آنها (به ترتیب 2485/9 کیلوگرم در هکتار، 106/4 گرم، 178/1 و 145/7 سانتیمتر) مربوط به تیمار $W_2S_2Z_1$ می‌باشند. همچنین در یک سطح آبیاری مشخص (W_1) نسبت به تیمار شاهد ($W_1S_1Z_1$) با افزایش شوری عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در بلال و ارتفاع گیاه برای تیمار $W_1S_2Z_1$ به ترتیب 30/9، 31/3، 31/1 و 18/3 درصد کاهش یافته است. در حالی که با کاربرد زئولیت در این تیمار ($W_1S_2Z_2$) این پارامترها به ترتیب 20/4، 21، 20/3 و 13/7 درصد کاهش یافته اند. یعنی کاربرد زئولیت در این تیمار عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در بلال و ارتفاع گیاه را به ترتیب 10/5، 10/3، 10/8 و 4/6 درصد افزایش داده است. همچنین در یک سطح شوری مشخص (S_1) نسبت به تیمار شاهد ($W_1S_1Z_1$) با افزایش تنش خشکی عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در بلال و ارتفاع گیاه برای تیمار $W_2S_1Z_1$ به ترتیب 38/6، 38/7، 39/1 و 21/5 درصد کاهش یافته است. اما با کاربرد زئولیت در این تیمار ($W_2S_1Z_2$) این پارامترها به ترتیب 29/1، 29/3، 30 و 17/2درصد کاهش یافته است. به عبارتی کاربرد زئولیت در این تیمار عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در بلال و ارتفاع گیاه را به ترتیب 9/5، 9/4، 9/1 و 4/3 درصد افزایش داده است. با توجه به این نتایج زئولیت در تنش‌های شوری تأثیر بیشتری نسبت به تنش‌های خشکی در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای دارد و نیز می‌توان گفت زئولیت در تنش‌های شوری با افزایش تعداد دانه در بلال و در تنش-های خشکی با افزایش وزن دانه مانع از کاهش بیش از حد عملکرد محصول در اثر این تنش‌ها شده است.

بیشترین کارایی مصرف آب (1/41 گیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به تیمار $W_2S_1Z_2$ و کمترین آن (0/68 گیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به تیمار $W_1S_2Z_1$ می‌باشد. با کاربرد زئولیت در تیمار ($W_1S_2Z_1$) کارایی مصرف آب برای تیمار $W_1S_2Z_2$، 2 درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافته است. همچنین زئولیت کارایی مصرف آب

Archive of SID

www.SID.ir

را در تیمار $W_1S_2Z_1$ نسبت به تیمار $W_1S_2Z_1$، 38 درصد افزایش داده است. البسایدی و همکاران (2008) گزارش کردند که کاربرد زئولیت در شوری‌های 3 و 16 دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب باعث 9 و 23/3 درصد افزایش عملکرد محصول جو می‌شود. انصاری و همکاران (2) گزارش کردند که عملکرد ذرت زودرس در سطوح مختلف آبیاری با کاهش میزان آب داده شده، کاهش محسوسی را نشان می‌دهد. دهقان و همکاران (1386) اعلام کردند که شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای دارد. به طوری که بیشترین مقادیر مربوط به تیمار 2 و کمترین آن مربوط به تیمار 8 دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. البوسایدی و همکاران(2008) اعلام کردند، استفاده از زئولیت می تواند باعث کاهش اثرات تنش شوری و بهبود تعادل مواد مغذی بین خاک و گیاه گردد. زئولیت‌ها با ساختمان کریستالی خود مواد متخلخلی هستند که مانند غربال مولکولی عمل کرده و به دلیل داشتن ظرفیت تبادل کاتونی بالا و قرار گرفتن بعضی از کاتون‌ها در شبکه خود علاوه بر نقش اصلاح‌کنندگی در خاک می‌توانند نقش تغذیه‌ای داشته و باعث بهبود رشد گیاه شوند (کاووسی و رحیمی، 1380). زئولیت می تواند با فراهم کردن شرایط مناسب‌تری در خاک برای رشد ریشه گیاه، باعث کاهش تنش خشکی وارده به گیاه در فاصله دو آبیاری، صرفه جویی در مصرف آب از طریق اعمال کم آبیاری و رقیق تر کردن محیط ریشه در جهت کاهش اثرات منفی شوری گردد.

جدول 4- اثر تنش شوری و خشکی همراه با کاربرد زئولیت بر کارایی مصرف آب، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای

تیمار	ارتفاع گیاه (cm)	عملکرد دانه (kg/ha)	تعداد دانه در بلال	وزن هزاردانه (g)	حجم آب مصرفی در طول فصل رشد (m^3/ha)	کارایی مصرف آب (Kg/m^3)
$W_1S_1Z_1$	215/3 b	7013/3 b	501 a	298 b	7050	0/99 d
$W_1S_1Z_2$	220/7 a	7233/3a	504 a	309 a	7050	1/22 b
$W_1S_2Z_1$	175/7 d	4841/1 e	345 d	204/8 e	7050	0/68 g
$W_1S_2Z_2$	185/7 c	5579/3 c	399 b	235/8 c	7050	0/7 g
$W_2S_1Z_1$	169 e	4303/2f	305 e	182/6f	4525	1/03 c
$W_2S_1Z_2$	178/3 d	4973/6 d	351C	210/9 d	4525	1/41 a
$W_2S_2Z_1$	145/7 g	2485/9h	178 g	106/4 h	4525	0/79 f
$W_2S_2Z_2$	152f	3008/7 g	216 f	128/5 g	4525	0/85 e

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

از آنجا که کم‌آبی و کاهش کیفی منابع آب و خاک از عوامل اصلی کاهش تولید می‌باشند. کاربرد روش کم-آبیاری و استفاده از آبهای شور، از راهبردهای مهم بهینه-سازی مصرف آب، جهت سازگاری با کم‌آبی قلمداد شده و از اولویت خاصی برخوردار است. در این راستا با توجه به اینکه زئولیت یک ماده معدنی دوستدار محیط زیست می باشد با کاربرد این ماده می‌توان تا حدی از کاهش تولید با استفاده از راهکارهای مدیریتی مذکور کاست.

نتایج این تحقیق نشان داد اثرات تنش شوری و خشکی به همراه کاربرد زئولیت بر کارایی مصرف آب، عملکرد و اجزا عملکرد ذرت دانه‌ای معنی‌دار بود و کاربرد زئولیت می‌تواند از اثرات منفی تنش‌های شوری و خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای بکاهد و کارایی مصرف آب را افزایش دهد. همچنین زئولیت در تنش‌های شوری تأثیر بیشتری نسبت به تنش‌های خشکی در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای نشان داد. با توجه به نتایج بدست آمده زئولیت طبیعی می تواند باعث کاهش تنش های حاصله از شوری و خشکی و در نتیجه افزایش عملکرد شود.

در مجموع با توجه به فراهمی منابع طبیعی زئولیت در کشور، استخراج آسان و در نهایت قیمت اقتصادی مناسب (هر کیلو 300 ریال) و همچنین کیفیت مناسب این ماده از نظر درصد پتاسیم بالا و سدیم اندک، می توان به کاربرد این ماده طبیعی در سطوح مختلف صنایع کشاورزی و مخصوصاً در اراضی شنی امیدوار بود، هر چند تحقیقات جا مع بیشتری به منظور بررسی تأثیرات این ماده لازم است. برای مثال در این تحقیق فقط اثر یک سطح زئولیت بررسی شد، درحالی که مقدار بهینه کاربرد زئولیت در تنش‌های شوری و خشکی مختلف نیازمند مطالعات آتی می‌باشد.

منابع مورد استفاده

1 دانشمندی م. ش. و م. عزیزی. 1388. بررسی اثر متقابل تنش خشکی و کاربرد زئولیت معدنی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی ریحان، رقم اصلاح شده مجارستانی. ششمین کنگره علوم باغبانی ایران. گیلان. صفحه 1272-1275.

2 دهقان ا. و نادری ا. 1386. ارزیابی تحمل به شوری در سه رقم ذرت دانه‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،شماره 41 صفحه 275-283.

3 عابدی کوپایی. ج، س. ف. موسوی و آ. معتمدی. 1389. بررسی تاثیر کاربرد زئولیت کلینوپتی لولایت در کاهش آبشویی کود اوره از خاک. نشریه آب و فاضلاب. شماره 3 صفحه 57-51.

4 غلامحسینی. م، ا. قلاوند، س. ع. م. مدرس ثانوی و ا. جمشیدی. 1386. تأثیر کاربرد کمپوستهای زئولیتی در اراضی شنی، بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی آفتابگردان. علوم محیطی سال پنجم، شماره اول صفحه 36-23.

5 غلامحسینی،م.، آقا علیخانی،م.، ملکوتی،م .1387. تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر عملکرد کمی و کیفی کلزای پائیزه.مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره 45 صفحه 537-548

6 قلی‌زاده. آسا، م. اصفهانی و م. عزیزی. 1385. مطالعه اثرات تنشآب به همراه کاربرد زئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبی. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. شماره 73 صفحه 102-96.

7 کیانی ع. و کوچک زاده م. 1380. راهکار های اجرایی و مدیریتی کاربرد آب شور در کشاورزی، اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب ، دانشگاه زابل.

Archive of SID

www.SID.ir

8 کاووسی. م. و م. رحیمی. 1380. بررسی اثر کاربرد زئولیت بر عملکرد برنج در دو بافت خاک سبک و سنگین. گزارش نهایی، موسسه تحقیقات برنج. رشت.

9 مقیمی. آ، ح. مدنی. م. صفاپور. م. تیموری و ع. ا. کریمی. 1389. مطالعه اثرات دور آبیاری به همراه استفاده از مقادیر مختلف زئولیت طبیعی بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی. اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم. اصفهان.

10 یوسفی، ف .سپاسخواه، ع .ر .1383 . تاثیر کاربرد زئولیت بر نگهداشت نیترات و آمونیوم در خاک در شرایط رطوبت . اشباع .مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران .جلد 1 .صفحات 469 تا 471

11. 11- Abedi-Koupai, J., and Asadkazemi, J. 2006. "Effect of a hydrophilic polymer on the field preformance ofan ornamental plant (*Cupressus Arizonica*) under reduced irrigation regimes. J. of Iranian Polimer, 15(9),715-725.

12. 12- Al-Busaidi, Ahmed , Yamamoto, Tahei , Inoue, Mitsuhiro , Eneji, A. Egrinya , Mori, Yasushi and Irshad, Muhammad(2008) 'Effects of Zeolite on Soil Nutrients and Growth of Barley Following Irrigation with Saline Water', Journal of Plant Nutrition, 31: 7, 1159 — 1173

13. 13- Dwairi, I. M. 1998. Evaluation of Jordanian zeolite tuff as a controlled slow-release fertilizer for NH4. Environmental Geology. 34: 1-3.

14. 14- Kazemian, H. 2000. Recent research on the Iranian natural zeolite resource (A review). Access in Nanoporous Materials-II. Banff. Alberta. Canada. May. pp: 25-28.

15. 15- Khashei Siuki. A, M. Kouchakzadeh, H. Riahi and Zanganeh sirdari, Z. 2008. Investigating the Effects of Natural Zeolite Clinoptilolite on Natural Trend of Maize Growth. Iran International Zeolite Conference

16. 16- Noori, M., Zendehdel, M. and Ahmadi, A. 2006. Using natural zeolite for the improvement of soil salinity and crop yield. Toxicological & Environmental Chemistry. 88: 1, 77 — 84.

17. 17- Payero,J.O., Tarkalson,D.D., Irmak,S., Davison,D., and Petersen, J.L. 2009. Effect of timing of a deficit-irrigation allocation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency and dry mass. Agricultural Water Management. 96, 1387–1397.

18. 18- Polat, E., M. Karaca, H. Demir, and Naci Onus, A. 2004. Use of natural zeolita (clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit Ornam. Plant Research. Special ed. 12 :183-189.

19. 19- Shaw. J.W., and Andrews, R. 2001. Cation exchange capacity affects greens' truf growth. Golf Course Management. March 2001. 73-77.

Archive of SID

www.SID.ir