تأثیر کاربرد زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت و رطوبت خاک بر اجزای عملکرد ذرت

عباس خاشعی سیوکی،[۱*] مهدی کوچک زاده و مهدی شهابی فر

دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه تربیت مدرس؛ abbaskhashei@yahoo.com

استادیار دانشگاه تربیت مدرس؛ kouchakm@modares.ac.ir

استادیار پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب؛ m_shahabifar@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مصرف زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت بر افزایش تحمل به تنش خشکی و عملکرد ذرت علوفه‌ای رقم سینگل گراس ۷۰۴ (*Zea mays* L.) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار در ۳۶ گلدان در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. در این آزمایش مقادیر زئولیت در ۴ سطح (۰، ۲، ۴، ۸ گرم در کیلوگرم خاک) و۳ سطح تخلیه رطوبت خاک (۴۵، ۶۵ و ۸۵ درصد آب قابل استفاده) در دوره رشد تا برداشت اعمال شد. در طول اجرای آزمایش، رطوبت خاک به روش وزنی اندازه گیری شد. بعد از برداشت محصول، سطح برگ، ارتفاع، و درصد پروتئین کل برگ و ساقه اندازه گیری شد. نتایج حاصل از تحلیل آماری تحقیق نشان می‌دهد که مصرف زئولیت بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده (شامل ارتفاع بوته و درصد پروتئین کل برگ و ساقه و کارآیی مصرف آب) اثر معنی دار داشته ولی درصد تخلیه رطوبت در پروتئین کل برگ و ساقه اثر معنی داری نداشته است. اثر متقابل زئولیت و سطوح تخلیه آب بر دو عامل سطح برگ و ارتفاع گیاه معنی دار نبود در حالیکه اثر آن بر درصد کل پروتئینهای برگ و ساقه معنی دار بوده است. بر اساس نتایج این آزمایش مصرف ۸ گرم زئولیت در هر کیلوگرم خاک با ۸۵ درصد تخلیه رطوبتی، بالاترین کارآیی مصرف آب را داشته است.

واژه های کلیدی: زئولیت، نگهداری آب در خاک، ذرت، تخلیه مجاز

مقدمه

افزایش روز افزون جمعیت و نیاز مبرم به مواد غذایی اقتضا می‌کند که کارآیی مصرف آب به مقدار قابل توجهی افزایش پیدا کند. بررسی مطالعات انجام شده مؤید این مطلب است که علیرغم استفاده از سیستمهای مدرن آبیاری دستیابی به راندمانهای قابل قبول مقدور نمی‌باشد. زئولیت یکی از مواد معدنی اصلاح کننده خاک است که می‌توان از آن بمنظور بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش ظرفیت ذخیره رطوبتی خاک استفاده نمود. میزان تأثیر زئولیت بر افزایش ظرفیت ذخیره آب در خاک متفاوت است و به عوامل متعددی از قبیل شرایط فیزیکی خاک (بافت و تخلخل،...) میزان، اندازه و نوع زئولیت مصرفی بستگی دارد.

زئولیتها (بلورهای آلومینوسیلیکات هیدراته با خلل و فرج ریز) دارای کاتیونهای قلیایی و قلیایی خاکی قابل تبادل، با ساختمان سه بعدی نامحدود هستند که ساختمان کریستالی آنها مشابه کندوی زنبور عسل است و قابلیت نگهداری مقادیر زیاد آب در کانالهای ساختمان خود را دارد. تونلها از داخل به هم وصل شده‌اند و اتمها می‌توانند با یونهای آمونیوم، پتاسیم، فسفر، کلسیم و دیگر کاتیونها مبادله شوند. زئولیت با خاصیت جذب شدید آب قادر است آب موجود در خاک را تا حد اشباع جذب نموده و آنرا برای مدت طولانی درون شبکه خود نگهداری

۱- نویسنده مسئول، آدرس: تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه آبیاری و زهکشی

* دریافت: ۸۶/۲/۲۵ و پذیرش: ۸۷/۵/۳

Archive of SID

www.SID.ir

نمـاید، آب موجود در شبکه به تدریج جذب گـیاه می شود (Polite و همکاران، ۲۰۰۴).

در تحقیقی، Burriesci و همکاران (۱۹۸۳، ۱۹۸۴) گزارش کردند که اضافه کردن زئولیت به خاک باعث افزایش جوانه زنی بذرهای اسفناج در مقایسه با شاهد می-شود و عملکرد گوجه فرنگی را تا ۵۰ درصد نسبت به شاهد افزایش می‌دهد. در تحقیقی دیگر، Ekaterina و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که زئولیت کلینوپتیلولایت و کمپوست روی خصوصیات خاک موثر است. آنها این آزمایش را با سه تیمار خاک (شاهد)، خاک با زئولیت و خاک با کمپوست در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام دادند، نتایج نشان داد که زئولیت باعث افزایش pH و قابلیت تبادل پتاسیم می‌شود کمپوست باعث افزایش هدایت الکتریکی و فسفر قابل دسترس می‌شود همچنین یک رابطه مثبت بین هدایت الکتریکی و میزان نیترات و یک رابطه منفی بین pH و میزان نیترات به دست آمد.

در تحقیقی که بر روی زه آب گرفته شده از ستون خاک انجام شد گزارش شده است که میزان آبشویی فاکتور NH_4^+، با افزایش مقدار زئولیت در خاک کاهش می یابد، و استفاده از زئولیت در خاک جهت افزایش عملکرد گیاهان توصیه شده است. مقدار زئولیت به کار برده شده در این تحقیق ۰، ۵ و ۱۰ درصد وزنی می باشد (Fergusen و Pepper، ۱۹۸۷).

در چین Xiubi و Zhanbin (۲۰۰۱) گزارش کردند که افزودن زئولیت به خاک باعث افزایش نفوذ پذیری از ۷ تا ۳۰ درصد در شیبهای آرام و بیش از ۵۰ درصد در شیبهای تند می شود. و باعث افزایش رطوبت از۰/۴تا ۱/۸ درصد در شرایط خشک و ۵ تا ۱۵ درصد در شرایط معمولی می‌شود.

کاووسی و رحیمی (۱۳۸۲) گزارش دادند که اثر زئولیت بر عملکرد دانه برنج در سطح یک درصد و بر عملکرد کاه و کلش در سطح ۵ درصد معنی دار است. در مرکز تحقیقات توتون رشت، رنجبر و همکاران (۱۳۸۳) گزارش دادند که اثر زئولیت فقط روی ارتفاع بوته، وزن خشک و قیمت محصول، درصد قند و درصد نیکوتین در سطح ۱٪ معنی دار است.

عابدی کوپایی و کاظمی (۱۳۸۴) نشان دادند که کاربرد ۶ درصدی زئولیت در خاک مقدار رطوبت قابل استفاده خاک را بیش از سایر موارد و درصدها افزایش می دهد و باعث کاهش ۳۰ درصدی نیاز آبی سرو نقره ای در سطح استفاده ۶ درصد می شود. قلی پور (۱۳۸۳) گزارش دادند که مصرف زئولیت بر وزن خشک و ارتفاع بوته گیاه دارویی بادرشبی تأثیر معنی دار ندارد ولی تأثیر آن روی سایر صفات (وزن تر بوته، سطح برگ، میزان کلروفیل، تعداد روز تا گلدهی، طول ریشه و درصد اسانس) معنی دار است.

در این تحقیق با استفاده از زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت و با افزودن آن به یک خاک زراعی سبک، با توجه به مفهوم آب قابل استفاده خاک از نقطه نظر تأمین نیاز آبی، و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، تأثیر آن بر خصوصیات رشد و نمو گیاه زراعی ذرت علوفه‌ای بررسی شد. همچنین با ایجاد تنش آبی کاربرد آن برای بالا بردن کارآیی مصرف آب مطالعه گردید.

مواد و روشها

برای بررسی اثر مصرف مقادیر مختلف زئولیت طبیعی و تخلیه رطوبتی بر اجزای عملکرد ذرت علوفه‌ای رقم سینگل گراس۷۰۴ *(Zea mays* L.*)* آزمایشی به شکل فاکتوریل با دو فاکتور مقادیر مختلف کاربرد زئولیت طبیعی در چهار سطح (فاکتور A) و میزان تخلیه رطوبتی در سه سطح (فاکتور B) در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار و جمعاً در ۳۶ گلدان در سال ۱۳۸۴ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس اجرا شد.

که در آن:

Z_0: شاهد بدون مصرف زئولیت

Z_1: مصرف ۲ گرم در هر کیلوگرم خاک معادل ۹/۶ تن در هکتار

Z_2: مصرف ۴ گرم در هر کیلوگرم خاک معادل ۱۹/۲ تن در هکتار

Z_3: مصرف ۸ گرم در هر کیلوگرم خاک معادل ۳۸/۴ تن در هکتار

M_1: به میزان ۴۵ درصد تخلیه رطوبتی از آب قابل استفاده

M_2: به میزان ۶۵ درصد تخلیه رطوبتی از آب قابل استفاده

M_3: به میزان ۸۵ درصد تخلیه رطوبتی از آب قابل استفاده

بدین منظور برای آماده سازی بستر کشت، گلدانهایی مناسب به ابعاد ۲۸×۲۲×۲۲ سانتیمتر آماده شد و در کف آنها سوراخهایی تعبیه گردید. خاک سطح الارض مزرعه با بافت سبک را، از الک ۵ میلیمتری عبور داده تا یکنواخت شد سپس گلدانها را با خاکی که به طور کامل با مقادیر مختلف زئولیت همراه با مقادیر کودهای (N,P,K) مورد نیاز بر اساس توصیه آزمایشات خاک و آب از منابع نیترات آمونیوم، سوپر فسفات تریپل و سولفات دو پتاس برای هر گلدان، مخلوط شده بود پر شدند.

قبل از کشت، بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری، رطوبت خاک در FC[1] و PWP[2] در آزمایشگاه تعیین

1 - Field Capacity
2 - Permanent Wilting Point

Archive of SID

www.SID.ir

شد. که در (جدول ۱) نشان داده شده است. پس از آماده کردن گلدانها ۵ تا ۶ بذر ذرت در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۰ در عمق ۵-۴ سانتیمتری خاک کشت شد. به منظور استقرار گیاه آبیاری تا مرحله ۵ برگی بدون اعمال تنش انجام گرفت و بعد از آن درصدهای مختلف تخلیه رطوبتی اعمال شد. بمنظور تعیین رطوبت خاک داخل گلدانها از روش وزنی استفاده شد بدین منظور روزانه گلدانها با ترازوی دقیق وزن شدند و از روی وزن، میزان رطوبت خاک تعیین شد. آبیاری به میزانی انجام شد که رطوبت خاک داخل گلدان ها به FC برسد. این کار به این دلیل انجام گرفت تا اثر زئولیت روی شستشوی ازت با نداشتن زه آب حذف شود.

در پایان دوره رشد در تاریخ ۸۴ /۸/۲ بوته را به آرامی همراه خاک از گلدان خارج و از سه عمق ۰-۱۰، ۱۰-۲۰ و ۲۰-۳۰ سانتیمتری خاک به وسیله مته نمونه برداری، نمونه‌های خاک برداشته شد. برگها را جدا و به وسیله دستگاه Leaf Area Meter، سطح برگ اندازه گیری شد ارتفاع ساقه نیز اندازه‌گیری شد. بعد از توزین، کلیه قسمتهایی از گیاه که نیاز به اندازه‌گیری وزن خشک آنها بود با آب مقطر شسته و در آون و در دمای ثابت ۷۵ درجه سانتیگراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد. بعد از اندازه‌گیری وزن خشک با ترازوی دقیق قسمت‌های ساقه، برگ آسیاب و با هم مخلوط شدند. نمونه‌های آسیاب شده گیاهی و نمونه‌های خاک به آزمایشگاه موسسه تحقیقات خاک و آب فرستاده شد تا آزمایشهای شیمیایی و کیفی روی نمونه‌ها انجام شود. به منظور تعیین درصد پروتئین کل نمونه‌های گیاهی از روش Kjeltec استفاده شد. بمنظور تعیین درصد پروتئین کل ابتدا درصد ازت موجود را محاسبه و سپس عدد حاصله را در ضریب ۶/۲۵ ضرب نموده، جواب حاصله درصد پروتئین کل نمونه خواهد بود. در پایان، محاسبات آماری بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گرفت و میانگین تیمارها به روش آزمون LSD مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

نتایج و بحث

۱- ویژگیهای سطح برگ، ارتفاع و درصد پروتئین کل در ساقه و برگ گیاه

آنالیز واریانس صفات مورد ارزیابی در جدول ۲ ارایه شده است. همانطور که در جدول مشاهده می شود، تیمار زئولیت بر سطح برگ در سطح ۱ درصد اثر معنی دار دارد که این نتیجه با نتایج رنجبر و همکاران (۱۳۸۳) روی گیاه توتون و قلی پور (۱۳۸۳) روی گیاه دارویی بادرشبی مطابقت دارد. اثر تخلیه رطوبت بر سطح برگ نیز معنی دار بود. که با نتایج آزمایشهای رنجبر و قلی پور مغایرت دارد. ولی همانطور که در جدول ۶ دیده می‌شود این اختلاف معنی دار بین تیمارهایM_1 و M_2 وجود دارد که می‌تواند به علت تنش وارده در دوره ۹ برگی به گیاه باشد. در این صورت می‌توان گفت که در این سطح هم تفاوت معنی داری وجود ندارد و تنش حاصل از تخلیه رطوبت خاک روی سطح برگ گیاه تأثیری نداشته و نتیجه آزمایش با نتایج آزمایشهای گفته شده همخوانی خواهد داشت. بین زئولیت و تنش خشکی از نظر تأثیر بر سطح برگ گیاه ذرت در سطح ۵ درصد اثر معنی داری وجود نداشت، لذا می توان گفت که مصرف زئولیت و تخلیه رطوبت به طور مستقل عمل کرده و تأثیر زئولیت وابستگی به سطح تخلیه رطوبت خاک ندارد. از نتایج جدول ۵ این‌گونه استنباط می‌شود که با مصرف زئولیت بین تیمار شاهد و تیمارهای زئولیت اختلاف معنی دار حاصل می‌شود ولی این اختلاف بین تیمارهای Z_1 ، Z_2 و Z_3 معنی دار نیست. بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار Z_2 (۲۸۶۵ /۴۵ سانتیمتر مربع) و کمترین سطح برگ نیز مربوط به تیمار Z_0 (۲۴۲۴/۸۸سانتیمتر مربع) می‌باشد.

اثرات اصلی تیمار زئولیت و سطوح تخلیه رطوبت خاک روی ارتفاع گیاه ذرت در سطح ۱ درصد معنی دار بوده ولی اثرات متقابل آنها معنی دار نبوده لذا تنها به بررسی اثرات اصلی تیمارها بر پارامتر فوق الذکر می‌پردازیم (ارایه شده در جدول ۲).

همانطور که در جدول ۶ ارایه شده است تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع ساقه گیاه ذرت می‌شود، به طوری که این کاهش در ارتفاع بین تیمارهای M_2 و M_3 اختلاف معنی داری وجود ندارد، ولی بین M_1 با M_2 و M_3 تفاوت معنی دار وجود دارد. این یافته با نتایج حاصل از آزمایش مجیدیان (۱۳۷۹) و Denmead وShaw (۱۹۶۰) روی گیاه ذرت که گزارش دادند تنش خشکی باعث کاهش در ارتفاع و قطر ساقه می‌شود، مطابقت دارد.

با توجه به نتایج ارایه شده در جدول ۵ اثر زئولیت بر ارتفاع بوته معنی دار شده و تیمار Z_2 با ۹۰/۴۴ سانتیمتر بیشترین و تیمار Z_0 با ۸۳/۶۷ سانتیمتر کمترین ارتفاع را دارد.

با توجه به نتایج درج شده در جدول ۲، می‌توان گفت که اثراصلی تیمار زئولیت بر درصد کل پروتئین برگ، ساقه و چوب بلال در سطح ۵ درصد معنی دار بوده ولی اثر تیمار تخلیه رطوبت بر آن در سطح ۵ درصد معنی دار نیست. اثر متقابل زئولیت و تخلیه رطوبتی بر درصد کل پروتئین در سطح ۱ درصد معنی دار است، این مطلب حاکی از این است که بعلت معنی دار

Archive of SID

www.SID.ir

نبودن اثر تخلیه رطوبت، مصرف زئولیت بیشترین اثر را در معنی دار بودن اثر متقابل دو فاکتور دارد.

میانگین صفات مورد ارزیابی جدول ۴ نشان می دهد که در نبود زئولیت با افزایش تخلیه رطوبتی از تیمار M_1 به M_3 درصد پروتئین کل از ۸/۶۸ به ۵/۱۲۶ درصد کاهش یافته که این کاهش از M_1 به M_2 معنی دار نبوده ولی از M_2 به M_3 معنی دار است. این نتیجه با نتیجه آزمایش Kulshrestha و همکاران (۱۹۸۷) بر روی گندم و شکسته بند (۱۳۷۸) بر روی عدس مطابقت دارد. با زیاد شدن زئولیت این روند به طور کامل عکس می‌شود به طوری که با افزایش تنش رطوبتی درصد پروتئین کل افزایش می یابد. درصد پروتئین کل در تیمار Z_1 از ۶/۳۴ درصد به ۹ درصد می‌رسد و این اختلاف در همه سطوح تخلیه رطوبتی معنی دار است ولی در تیمار Z_2 این روند متناقص بوده و در M_1 از ۷/۶۷ درصد به۷/۲۴ در M_2 و به ۷/۶۶ در M_3 می‌رسد که تفاوت حاصله معنی دار نبوده است. این تناقص در آزمایش قلی پور (۱۳۸۳) بر روی درصد اسانس گیاه دارویی بادرشبی به عنوان یک خصوصیت کیفی گیاه دیده شد. روند افزایش درصد کل پروتئین بازای افزایش تخلیه رطوبت در تیمار Z_3 مشاهده شده است. بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار Z_1 و در سطح M_3 به میزان ۹ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار Z_0 و در سطح M_3 به میزان ۵/۱۲۶ درصد مشاهده شد.

۲- کارآیی مصرف آب

کارآیی مصرف آب بر اساس نسبت وزن خشک گیاه (کیلوگرم) به میزان آب داده شده (متر مکعب) به دست می‌آید. نتایج نشان داده شده در جدول ۲ حاکی از معنی دار بودن اختلاف اثرات تیمارهای زئولیت و تنش رطوبتی است، این در حالی است که اثر متقابل آنها نیز در سطح ۵ درصد معنی دار بوده است. در غیاب زئولیت با افزایش درصد تخلیه رطوبتی خاک کارآیی مصرف آب افزایش می یابد. این افزایش در دیگر سطوح زئولیت نیز دیده می‌شود و علت آن کاهش آب مصرفی نسبت به ماده خشک تولیدی است که این نتیجه با نتایج مجیدیان (۱۳۷۹) نیز مطابقت دارد. در سطح Z_0 بین سطوح M_1 با M_2 و M_3 اختلاف معنی دار وجود دارد. بیشترین کارآیی مصرف آب در سطح M_1 مربوط به تیمار Z_1 و کمترین نیز مربوط به Z_0 می باشد. با افزایش سطح زئولیت در این سطح ابتدا کارآیی مصرف آب افزایش یافته و بعد کاهش پیدا کرده است علت آن مربوط به کاهش وزن خشک گیاه بازای افزایش زئولیت است. بیشترین کارآیی مصرف آب برای سطح ۶۵ درصد تخلیه رطوبت در سطح Z_2 دیده شده است ولی با توجه به معنی دار نبودن آن با سطح Z_1 بهینه ترین سطح انتخابی سطح Z_1 خواهد بود در سطح M_3 تیمار Z_3 بیشترین کارآیی مصرف آب را دارد و این اختلاف بین Z_2 با Z_0 و Z_3 معنی دار ولی با سطح Z_2 تفاوت معنی دار وجود ندارد و در این سطح تخلیه رطوبتی تیمار Z_2 بهترین انتخاب است.

با شرح مطالب فوق آنچه که می‌تواند قابل ذکر باشد این است که در شرایط بدون تنش رطوبتی در مقایسه با شاهد مصرف ۲ گرم زئولیت برای هر کیلوگرم خاک بهینه ترین مقدار خواهد بود از طرفی برای سطوح تخلیه بالا بهترین مقدار مصرف زئولیت ۴ گرم زئولیت برای هر کیلوگرم خاک می باشد. و این تصمیم بر اساس کارآیی مصرف آب تیمارها اتخاذ شد. از آنجا که این تحقیق تحت شرایط گلدانی صورت گرفت و عملکرد حاصله در گلدان به تبع کمتر از عملکرد حاصله در مزرعه می باشد و با توجه به پایداری ساختار مولکولی زئولیت نسبت به شرایط محیط لازم است که این طرح تحت شرایط مزرعه و به مدت چندین سال تکرار شود تا بتوان تحلیلهای اقتصادی مورد نظر در مورد اقتصادی بودن مصرف آن بررسی شود. قیمت هر کیلوگرم از این ماده حدود ۳۰۰ ریال می باشد و با توجه به میزان آب مصرفی و هزینه انتقال زئولیت تا مزرعه و با توجه به نزدیکی معادن آن تا محل و مصرف ۲ گرم زئولیت (۹/۶ تن زئولیت در هکتار) به عنوان بهینه ترین میزان مصرف با قیمت معادل ۳ میلیون ریال و هزینه های توزیع آن در مزرعه طی چند سال متمادی می توان مصرف آن را اقتصادی دانست.

جدول۱- نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک

اسیدیته گل اشباع pH	هدایت الکتریکی EC (دسی زیمنس بر متر)	رطوبت وزنی خاک (درصد)		رطوبت وزنی اولیه خاک	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	اجزا و بافت خاک		
		PWP	FC			لوم شنی		
						رس	سیلت	شن
						(درصد)		
۷/۸۷	۲/۲۷	۶/۴	۱۸	۳	۱/۶۶	۶	۱۲	۸۲

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس

منابع تغییر	درجات آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع گیاه	سطح برگ	درصد پروتئین برگ و ساقه	کارآیی مصرف آب
تیمار	۱۱	۸۴/۹۱ **	۲۶۰۸۷۳/۱۶ **	۴/۶۳ **	۰/۱۱۲ **
زئولیت	۳	۷۷/۴۱۲ **	۳۹۱۵۰۷/۰۷ **	۱/۲۲ *	۰/۱۲۳ **
تخلیه رطوبتی	۲	۲۴۵/۶۲ **	۵۷۴۹۸۳/۲۵ **	۰/۳۳۸ns	۰/۳۶۴ **
زئولیت * تخلیه رطوبتی	۶	۳۲/۰۹۵ns	۹۰۸۵۲/۸۴۳ns	۷/۷۷ **	۰/۲۲ *
خطا	۲۴	۱۷/۲۸۸	۷۲۸۴/۳۴	۰/۱۵۵	۰/۰۷
درصد ضریب تغییرات		۴/۷۸	۳/۱۷	۶/۸۲	۴/۸۹

** معنی دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد * معنی دار بودن درسطح احتمال ۵ درصد n.s: غیر معنی دار

جدول ۳- اثر زئولیت بر پارامترهای تجزیه شیمیایی خاک بعد از برداشت محصول

تیمار زئولیت	CEC	pH	NO_3	NH_4	Na	K
	(میلی گرم در ۱۰۰ گرم)		(میلی گرم در کیلوگرم)			
Z_0	۴۱/۰C	۸/۰۵A	۶/۲۸A	۱۳/۴۵A	۳۳/۳۴A	۴۲/۳D*
Z_1	۴۴/۰۰B	۷/۹۸B	۵/۹۲A	۱۵/۲۵A	۳۳/۰A	۴۸C
Z_2	۴۵/۳۴B	۷/۸۹C	۶/۱۷A	۱۴/۴۶A	۳۳/۰A	۵۱/۳B
Z_3	۴۹/۶۷A	۷/۸۶BC	۷/۴۸A	۱۴/۱A	۳۲/۶۷A	۶۲A

*میانگین هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون مقایسه میانگین ها به روشLSD، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۴- اثر زئولیت و سطوح تخلیه رطوبتی بر صفات اندازه گیری شده در آزمایش

تیمار زئولیت	تنش خشکی (درصد تخلیه آب)	سطح برگ گیاه	ارتفاع بوته	پروتین برگ و ساقه	کارآیی مصرف آب
		(سانتی متر مربع)	(سانتی متر)	(درصد)	(کیلوگرم بر مترمکعب)
Z_0	M_1	۲۱۲۵/۰۰^{A}	۸۸^{A}	۸/۶۸^{AB}	۱/۳۴۲H*
	M_2	۲۵۸۳/۰^{A}	۸۱^{A}	۸/۲۴^{BC}	۱/۵۹۸EFG
	M_3	۲۵۶۶/۶۷^{A}	۸۲^{A}	۵/۱۲۶^{F}	۱/۶۸۶^{DEF}
Z_2	M_1	۲۷۷۷/۰^{A}	۹۵^{A}	۶/۳۴^{E}	۱/۷۰۸^{CDE}
	M_2	۲۸۵۴/۶۶^{A}	۸۷^{A}	۷/۲۴^{D}	۱/۸۳۸^{ABC}
	M_3	۲۹۱۶/۶۷^{A}	۸۲^{A}	۹^{A}	۱/۸۰۵^{BCD}
	M_1	۲۷۵۲/۳۴^{A}	۹۱^{A}	۷/۶۷^{CD}	۱/۵۵۲^{FG}
	M_2	۲۷۴۴/۰^{A}	۹۱/۳۳^{A}	۷/۲۴^{D}	۱/۸۸۴^{AB}
	M_3	۳۱۰۰/۰^{A}	۸۹^{A}	۷/۶۶^{CD}	۱/۹۰^{AB}
	M_1	۲۱۷۹/۳۱^{A}	۹۴^{A}	۷/۴۷^{D}	۱/۴۶۸^{G}
	M_2	۲۷۱۳/۳۳^{A}	۸۳^{A}	۸/۳۱^{BC}	۱/۸۵۶^{AB}
	M_3	۲۹۸۷/۳۴^{A}	۷۹/۶۶^{A}	۸/۶۸^{AB}	۱/۹۶۷^{A}

*میانگین هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون مقایسه میانگین ها به روشLSD، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر زئولیت بر صفات اندازه گیری شده در آزمایش

تیمار زئولیت	سطح برگ گیاه (سانتی متر مربع)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	پروتئین برگ و ساقه (درصد)	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
Z_0	۲۴۲۴/۸۸B	۸۳/۶۷C	۷/۴۶B	۱/۵۴۲B*
Z_1	۲۸۴۹/۴۵A	۸۸/۱۵AB	۸/۰۹A	۱/۷۸۴A
Z_2	۲۸۶۵/۴۵A	۹۰/۴۴A	۷/۵B	۱/۷۷۹A
Z_3	۲۶۲۶/۵۵AB	۸۵/۷۷BC	۸/۱۵A	۱/۷۶۴A

*میانگین هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون مقایسه میانگین ها به روش LSD، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

جدول۶- مقایسه میانگین اثر سطوح تخلیه رطوبت بر صفات اندازه گیری شده در آزمایش

تیمار تخلیه رطوبتی	سطح برگ گیاه (سانتی متر مربع)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	پروتئین برگ و ساقه (درصد)	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
M_1	۲۴۵۸/۴۱B	۹۲/۱۱A	۷/۶۲A	۱/۵۱۸B*
M_2	۲۷۲۳/۵A	۸۵/۷۵B	۷/۸۵A	۱/۷۹۴A
M_3	۲۸۹۲/۶۷A	۸۳/۱۶B	۷/۹۵A	۱/۸۳۹A

*میانگین هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون مقایسه میانگین ها به روش LSD، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

فهرست منابع:

۱. رنجبر، م.، م. اصفهانی، م. قدوسی و م. ر. یزدانی. ۱۳۸۳. تأثیر آبیاری و مصرف زئولیت طبیعی بر عملکرد کمی و کیفی توتون کوکر ۳۴۷. پژوهشنامه علوم کشاورزی، جلد ،۱ شماره ۲، صفحه ۶۳-۷۵.

۲. عابدی کوپایی، ج. و ج. اسد کاظمی. ۱۳۸۴. تأثیر کاربرد زئولیت در خاک بر بهینه سازی آب فضای سبز. کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه. صفحه ۱۵۱-۱۵۸.

۳. شکسته بند، ر. ۱۳۷۸. اثر خشکی بر روند تغییرات پروتئین کل و قند های محلول در ۹ رقم از گونه‌های عدس زراعی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم دانشگاه ارومیه، ۸۳ صفحه.

۴. کاوسی، م. و رحیمی، م. ۱۳۸۲. تأثیر کاربرد زئولیت بر عملکرد برنج. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. انتشارات دانشگاه گیلان، صفحه ۶۴۶-۶۴۵.

۵. قلی پور، آ. ۱۳۸۳. بررسی اثرات زئولیت و تنش خشکی بر رشد و نمو گیاه دارویی بادرشبی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان.

۶. مجیدیان، م. ۱۳۷۹. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و تنش رطوبت در مراحل مختلف رشد بر خصوصیات فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت(*Zea mays* L.) در منطقه کوشکک در استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ۱۴۲صفحه.

Archive of SID

www.SID.ir

7. Burriesci, N., S, Valente, R. Ottana, C. Cimino, and C. Zipelli. 1983. Utilization of zeolites in spinach growing. Zeolites, 4: 5-8.
8. Burriesci, N., S. Valente, C. Zipelli, and J. C. J.Bart. 1984. Studies on zeolite in agriculture.Eeffect on crop growth of *prunus petsica* and *vifis vinifera*. Zeolites, 4: 373-376.
9. Denmead, O. T. and R. H. Shaw. 1960. The effect of soil moisture stress at differents stage of growth on the development and yield of corn. Agronomy Journal, 52:272-274.
10. Ekaterina, G. F. and D. T. Christos. 2002. Influence of clinoptilolite and compost on soil properties. Taylor and Francis Publishing, 33(3): 595-607.
11. Fergusen, G. A, and I. L, Pepper. 1987. Ammonium Retention in Sand Amended with Clinoptilolite. Agronomy Journal, 51(1): 231-234.
12. Kulshrestha, S., D. P.Mishra, and R. K. Gupta, 1987. Changes in contents of chlorophyll, protein and lipids in whole choloroplast and choloroplast memberane fractions at different leaf water potentials in drought resistant and sensitive genotypes of wheat. Phptpsynthetica, 21:65-70.
13. Polite, E., M. Karuca, H. Demire, and N. Onus, 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12: 183-189.
14. Xiubin, H. and H. Zhanbin, 2001. Zeolite application for enhancing water infiltration and retention in loess soil, Resources, Conservation and Recycling, 34: 45-52.

Archive of SID

www.SID.ir