بررسی تعدیل اثر تنش خشکی با کاربرد عناصر پتاسیم و روی در ذرت

جواد جمالی[۱*]، شکوفه انتشاری[۲] و سید ماشاالله حسینی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زیست شناسی، دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان، javad_jamali89@yahoo.com

۲- استادیار گروه زیست شناسی دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان

۳- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

چکیده

تغذیه مطلوب گیاهی، به عنوان یکی از روش های مؤثر بر تواناسازی گیاهان در مقابله با تنش خشکی به شمار میرود و می تواند به کاهش اثرات مضر تنش خشکی و جلوگیری از کاهش عملکرد دانه کمک کند. به این منظور آزمایشی در شرایط مزرعه در شهرستان بوانات در سال ۱۳۸۹ به صورت اسپلیت فاکتوریل و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در۳ تکرار انجام گردید. در این آزمایش که روی ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ انجام شد، کرت های اصلی مربوط به تنش خشکی (شاهد و تنش در مرحله رویشی (۷۰ روز بعد از کاشت)) و کرت های فرعی شامل سطوح مختلف سولفات پتاسیم (۰، ۱۵۰ و ۳۰۰) کیلوگرم در هکتار و سطوح مختلف سولفات روی (۰، ۱۵ و۳۰) کیلوگرم در هکتار بود. در این آزمایش عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه، ارتفاع بوته و قطر ساقه، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که تنش خشکی به طور معنی داری موجب کاهش عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع بوته گردید، در حالی که مصرف سولفات پتاسیم و سولفات روی، مقاومت گیاه را به کاهش این صفات افزایش داد و در نتیجه موجب تعدیل اثرات مضر تنش خشکی گردید.

واژه های کلیدی: پتاسیم، تنش خشکی، ذرت، روی، عملکرد دانه.

مقدمه

تنش خشکی، مهمترین عاملی است که در بیشتر مراحل رشد گیاهان زراعی، در مناطق خشک و نیمه خشک، با ایجاد محدودیت در رشد، دستیابی به عملکرد بالا را دشوار می سازد (Kramer, 1969). تنش خشکی، فتوسنتز را از طریق بسته شدن روزنه ها و نرسیدن دی اکسید کربن به کلروپلاست و همچنین کاهش پتانسیل آب سلول، تحت تاثیر قرار می دهد. تنش خشکی با تاثیر منفی بر رشد و نمو اندامک های زایشی، موجب کاهش اجزای عملکرد، شامل تعداد بلال در واحد سطح، تعداد دانه در ردیف، و وزن صد دانه و در نهایت عملکرد دانه می شود (رفیعی و همکاران، ۱۳۸۳). تنش خشکی با تاثیر بر آماس سلولی و در نتیجه باز و بسته شدن روزنه ها، فرایند های فتوسنتز، تنفس و تعرق را تحت تاثیر قرار داده و از طرف دیگر با تاثیر بر فرایند های آنزیمی، که به طور مستقیم با پتانسیل آب کنترل می شوند، بر رشد گیاه اثر منفی می گذارند (منصوری فر و همکاران، ۱۳۸٤). دهقانیان و مدندوست (۱۳۸۷) تغذیه مطلوب گیاهی، به ویژه تامین عنصر روی، را به عنوان یکی از روش های مؤثر بر توانا سازی گیاهان در مقابله با تنش خشکی معرفی کردند. پتاسیم به عنوان یک فاکتور بسیار مهم، جهت کنترل کمبود

آدرس نویسنده مسئول: اصفهان، دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان، گروه زیست شناسی گیاهی.

* دریافت: ۹۰/۱/۲۳ و پذیرش: ۹۰/۷/۳

Archive of SID

www.SID.ir

آب در گیاهان شناخته شده است، این عنصر در رشد محصولات کشاورزی نقش مهمی ایفا می کند و یک عنصر مهم در فیزیولوژی روابط آبی گیاه می باشد (Valadabadi et al., 2009). تنظیم و باز و بسته شدن روزنه‌های برگ، کنترل آب مصرفی، حفظ تعادل رطوبت و شادابی گیاه، کاهش آب مصرفی به ازاء هر واحد محصول تولیدی و ادامه کربن گیری در شرایط خشکی، از نقش‌های موثر پتاسیم در گیاه می‌باشد که باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر خشکی می گردد. پتاسیم در کلیه فرایند های بیولوژیکی گیاه، به صورت کاتالیزور دخالت دارد. پتاسیم نقش عمده‌ای در مقابله با کم آبی‌ها، بیماری‌ها و همچنین ورس گیاه دارد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به نتایج بررسی‌های انجام شده، افزایش شدت تنش خشکی، منجر به افزایش نیاز گیاهان به پتاسیم، به منظور حفظ فرایند فتوسنتز و نگهداری از کلروپلاست در برابر آسیب ناشی از اکسیداتیو می‌شود. از نتایج به دست آمده می‌تواند به این موضوع دست یافت که بهبود سطح تغذیه با عنصر پتاسیم در گیاهان، برای حفظ عملکرد بالا تحت شرایط تنش خشکی از اهمیت بسزایی برخوردار است (Cakmak, 2005). عناصر غذایی کم مصرف مانند روی، برای رشد گیاهان ضروری می‌باشد و در فرایندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، تولید هرمون های رشد و تشکیل کلروفیل گیاهی دخالت دارد و کمبود آن می تواند باعث عدم توازن عناصر غذایی در گیاه شده و کاهش راندمان مصرف آب و در نهایت، کاهش کیفیت و کمیت محصول را در پی داشته باشد (گوهری و همکاران، ۱۳۸۹). این عنصر نقش اساسی در سنتز پروتئین‌ها، DNA و RNA، ایفا می کند. کمبود روی، فعالیت چندین آنزیم از جمله فسفاتاز، الکل دی هیدروژناز، دیمیدین کیناز، کربوکسی پپتیداز، DNA و RNA را کاهش می دهد. کمبود ناشی از روی، سبب اختلال در متابولیسم بافت سلولی می گردد و مسئول خسارت به پروتئین های غشاء کلروفیل، اسیدهای نوکلئیک، آنزیم‌ها، ایندول استیک اسید می‌باشد، بنابراین سبب ممانعت از رشد گیاه می‌شود. این عنصر نقش مهمی در حفاظت سلول‌های گیاه از گونه‌های واکنش دهنده با اکسیژن (ROS)[1] ایفا می‌کند (شیخ بگلو و همکاران ۱۳۸۸). کاهش جریان توده ای آب ناشی از تنش خشکی موجب اخلال در جذب عناصر توسط گیاه می‌گردد (رفیعی و همکاران، ۱۳۸۳). به طور معمول غلظت عناصر غذایی جهت رشد در طی تنش خشکی، کاهش می یابد، این موضوع نشان دهنده اثر غیر مستقیم حجم آب خاک بر جذب عناصر غذایی است که از اثر مستقیم تنش آب بر رشد گیاه، اهمیت بیشتری دارد (منصوری فر و همکاران، ۱۳۸٤). تحقیقات انجام شده نشان می دهد مصرف سولفات پتاسیم در شرایط مطلوب رطوبتی و تنش خشکی، صفات عملکرد بیولوژیکی و انباشتگی پتاسیم در برگ نسبت به تیمارهای مشابه ولی بدون مصرف پتاسیم، افزایش نشان دادند (Dastbandannejad et al., 2010). همچنین با مصرف سولفات روی، در شرایط مطلوب رطوبتی و تنش خشکی، صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب، نسبت به تیمار های مشابه و بدون مصرف روی، افزایش یافتند (Sajadi et al., 2009). در این تحقیق اثر مصرف بهینه سولفات پتاسیم و سولفات روی، در تعدیل اثرات تنش خشکی در ذرت در شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۹ در شرایط مزرعه در شهرستان بوانات واقع در شمال فارس اجرا گردید. بافت خاک مزرعه بر اساس آزمایش، شنی – لومی و میزان پتاسیم، روی، ماده آلی خاک به ترتیب ۱۹۰، ۱/۰٤ ، ۱/۹۵ میلی گرم بر کیلوگرم خاک و pH خاک ۷ بدست آمد. این آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در ۳ تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی مربوط به تنش خشکی (شاهد و تنش

1 -Reactive Oxygen Species

Archive of SID

www.SID.ir

خشکی در مرحله رویشی (۷۰ روز بعد از کاشت)) و کرت‌های فرعی شامل سه مقدار مصرف سولفات روی (۰، ۱۵، ۳۰ کیلوگرم در هکتار) و ۳ مقدار مصرف سولفات پتاسیم (۰، ۱۵۰، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) در نظر گرفته شد. و سولفات پتاسیم و سولفات روی قبل از کاشت به خاک اضافه شد. اعمال تنش به صورت حذف یک دور آبیاری اجرا گردید. در مجموع ٥٤ کرت و مساحت هر کرت ۱۲ متر مربع (٥ ×۲/٤) شامل دو پشته به عرض ۷۵ سانتی‌متر و ٤ خط کشت به طول ٥ متر و فاصله بین بوته های ذرت ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. فواصل بین کرت‌های اصلی ۱/٥ متر و فواصل بین کرت‌های فرعی ٥/ متر در نظر گرفته شد. نتایج با استفاده از نرم افزار C– MSTAT تجزیه و تحلیل گردید. جهت مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه نشان داد که اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه، در سطح احتمال ۱٪ و همچنین اثر سولفات روی و برهمکنش تنش خشکی و سولفات پتاسیم در سطح احتمال ٥٪ معنی‌دار شد. در حالی که برهمکنش تنش خشکی و مصرف توام سولفات پتاسیم و سولفات روی، بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۱). در خصوص اثر متقابل تنش خشکی و مصرف توام سولفات پتاسیم و سولفات روی، بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار عدم تنش خشکی و مصرف توام ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، به میزان ۱۱/۱٤ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۲). نتایج بررسی دستبندان‌نژاد و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد با مصرف سولفات پتاسیم، تحت شرایط تنش خشکی عملکرد دانه افزایش نشان می دهد. تالوث و همکاران (۲۰۰٦) گزارش نمودند که محلول پاشی سولفات روی در شرایط تنش خشکی تاثیر مثبتی بر رشد، عملکرد و وزن هزار دانه گیاهان دارد. نتایج آزمایش حاضر، با نتایج به دست آمده توسط این محققین همراستا می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس وزن صد دانه نشان داد که اثر تنش خشکی و همچنین مصرف توام سولفات پتاسیم و سولفات روی، بر وزن صد دانه در سطح احتمال ٥٪ معنی‌دار شد، در حالی که اثر متقابل تنش خشکی و مصرف توام سولفات پتاسیم و سولفات روی، بر وزن صد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۱). در رابطه با اثر متقابل تنش خشکی و مصرف سولفات پتاسیم و سولفات روی، بیشترین وزن صد دانه مربوط به تیمار عدم تنش خشکی و مصرف توام۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، به میزان ۲۸/۰۳ گرم به دست آمد (جدول ۲). فریدریک و همکاران[1] (۱۹۹۰) اعلام نمودند که بیشترین اثر تنش خشکی بر وزن هزاردانه، در طی پر شدن دانه دیده می شود. وقتی که گیاه در معرض تنش خشکی قرار می گیرد، برای اینکه از اثرات تنش خشکی فرار کند، اقدام به کوتاه کردن چرخه زندگی خود می‌کند، بنابراین به دلیل کوتاه تر شدن طول دوره پر شدن دانه، وزن نهایی دانه ها کم می‌شود.

نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته نشان داد که اثر تنش خشکی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. در حالی که اثر متقابل تنش خشکی و **مصرف سولفات** پتاسیم و سولفات روی معنی‌دار نشد (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌جانبه بیشترین ارتفاع بوته، مربوط به تیمار عدم تنش خشکی و مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و عدم مصرف سولفات پتاسیم به میزان ۱۷۲/۹۰ سانتیمتر به دست آمد (جدول۲). دستبندان نژاد و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند با حضور عنصر پتاسیم، تنش آب و اثر آن بر ارتفاع گیاه تعدیل می یابد. دلیل چنین پدیده ای می تواند مربوط به قابلیت بالای فتوسنتز به وسیله افزایش یافتن تثبیت کربن، و افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو و همچنین کمک به سنتز و انتقال

2- Fredrick et al

Archive of SID

www.SID.ir

ماده باشد. کاکماک[1] (۲۰۰۰) اعلام نمود، کمبود ناشی از عنصر روی، سبب اختلال در متابولیسم بافت سلولی می گردد و مسئول خسارت به پروتئین های غشاء، کلروفیل، اسیدهای نوکلئیک، آنزیم‌ها، ایندول استیک اسید می باشد، بنابراین سبب ممانعت از رشد گیاه می‌شود. تحقیقات انجام شده در این خصوص توسط محققین، نشان می دهد که ارتفاع بوته و قطر ساقه، در شرایط تنش خشکی به طور قابل توجهی کاهش داشته است، در حالی که با مصرف سولفات روی، در همان سطح تنش، از کاهش ارتفاع بوته و قطر ساقه جلوگیری شده است (Sajadi et al., 2009 و شیخ بگلو، ۱۳۸۸).

نتایج تجزیه واریانس قطر ساقه، نشان داد که اثر تنش خشکی بر قطر ساقه معنی‌دار نشد (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی با مصرف این دو کود، بیشترین قطر ساقه مربوط به مصرف توام ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، و کمترین میزان قطر ساقه، مربوط به عدم مصرف این دو کود در شرایط عدم تنش خشکی، به ترتیب، برابر با ۷/۸۹ و ٦/۸۵ سانتی متر می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس غلظت کلروفیل، نشان داد که اثر تنش خشکی بر غلظت کلروفیل، در سطح احتمال ۵٪ معنی دار گردید (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌جانبه، بیشترین غلظت کلروفیل، مربوط به تیمار تنش خشکی و مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و عدم مصرف سولفات روی، به میزان ۲۹/۱۵ میلی گرم بر گرم به دست آمد. افزایش غلظت کلروفیل، با مصرف سولفات پتاسیم، قبلاً توسط محققین اثبات شده است (Perry et al., 1972). همچنین گزارش های بسیاری مؤید تاثیر مثبت عنصر روی در افزایش محتوای کلروفیل در برگ ذرت می باشد (Ayad et al., 2010 Potarzycki and Grzebisz, 2009).

3- Cakmak

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر تنش آب، سولفات پتاسیم و سولفات روی بر برخی صفات اندازه گیری شده در ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه (ton/ha)	وزن صد دانه (g)	ارتفاع بوته (cm)	قطرساقه (cm)	کلروفیل کل (mg/g)
تکرار	۲	۷۶۷۹۸۵/۲۸	۰/۵۵	۱۰/۰۱	۰/۴۵	۱۷/۹۴
تنش	۱	۳۳۷۴۹۹۹۶۵/۸۲**	۲۰۲/۶۱*	۳۰۴۲۱/۶۲**	۰/۱۵^{ns}	۴۹۱/۲۹*
سولفات پتاسیم	۲	۱۳۷۰۷۳/۶۲^{ns}	۰/۵۵^{ns}	۳۶/۶۹^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۶۶/۷۲^{ns}
تنش × سولفات پتاسیم	۲	۱۳۶۰۲۲۹۲/۳۷*	۱/۲۱^{ns}	۱۰۵/۴۵^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۱۸/۳۱^{ns}
سولفات روی	۲	۴۹۳۴۶۴۶/۰۱*	۱/۰۰^{ns}	۶/۶۷^{ns}	۰/۲۷^{ns}	۲/۲۷^{ns}
تنش × سولفات روی	۲	۴۳۸۹۴۹/۷۸^{ns}	۴/۳۹^{ns}	۲۳۸/۳۵^{ns}	۰/۴۲^{ns}	۱۴/۳۳^{ns}
سولفات پتاسیم × سولفات روی	۴	۲۷۷۰۲۸۱/۲۷^{ns}	۶/۳۰*	۱۵۰/۲۹^{ns}	۰/۲۷^{ns}	۱۳/۴۵^{ns}
تنش × سولفات پتاسیم × سولفات روی	۴	۱۳۲۳۹۱۹/۶۱^{ns}	۰/۳۳^{ns}	۵۴/۷۹^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۲۳/۸۱^{ns}
خطای کل	۲۴	۱۴۰۹۹۳۳/۵۵	۲/۸۳	۱۶۴/۴۹	۰/۲۵	۱۷/۶۱
ضریب تغییرات (٪)		۱۶/۵۱	۷/۰۳	۹/۱۳	۶/۷۹	۲۰/۲۰

**،* و ^{ns} به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم تفاوت معنی دار می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی، سولفات پتاسیم و سولفات روی بر صفات اندازه گیری شده در ذرت

تیمارها			عملکرد دانه	وزن صد	ارتفاع بوته	قطرساقه	کلروفیل
تنش خشکی	سولفات پتاسیم	سولفات روی	(ton/ha)	دانه (g)	(cm)	(cm)	کل (mg/g)
عدم تنش	۰	۰	۸/۸۸ab	۲۵/۱۰abcd	۱۵۸/۹۰a	٦/۸٥b	۱٥/٥۹de
عدم تنش	۰	۱٥	۹/٦٤ab	۲٥/۰٥abcd	۱٦٥/۹۰a	۷/٥۱ab	۱٦/۱٥cde
عدم تنش	۰	۳۰	۱/۰۹ab	۲٦/۸۰ab	۱۷۲/۹۰a	۷/٥۰ab	۱۹/۲۹bcde
عدم تنش	۱٥۰	۰	۸/۷٦b	۲٤/٤٥bcde	۱٦۳/۲۰a	۷/٤٦ab	۱۹/۰٤bcde
عدم تنش	۱٥۰	۱٥	۹/۷۳ab	۲٦/٥۳ab	۱٦۱/٥۰a	۷/۰٦ab	۱٤/٦٦e
عدم تنش	۱٥۰	۳۰	۱۱/۱٤a	۲۸/۰۳a	۱٦۹/۷۰a	۷/۸۹a	۱٥/۷۸de
عدم تنش	۳۰۰	۰	۹/٥۹ab	۲٦/۲۷ab	۱٦۱/۲۰a	۷/۰٥ab	۱٦/۱٤cde
عدم تنش	۳۰۰	۱٥	۹/٥۸ab	۲٥/۳۳abc	۱٦۲/۰۰a	۷/٤٦ab	۲۱/٥۱abcde
عدم تنش	۳۰۰	۳۰	۹/۰۰ab	۲٥/۲۰abcd	۱٦۲/۱۰a	۷/٤۷ab	۲۱/٦٤abcde
تنش	۰	۰	٤/٤٤c	۲۲/۲۰cdef	۱۱۷/۳۰b	۷/۰۸ab	۱۹/٥۰bcde
تنش	۰	۱٥	۳/٥۸c	۲۲/۰۰def	۱۲٤/۰۰b	۷/۲۱ab	۲۲/۲۸abcde
تنش	۰	۳۰	٥/۱٦c	۲۲/۳۰cdef	۱۱۱/۳۰b	۷/۳۲ab	۲۱/۱۹abcde
تنش	۱٥۰	۰	۳/٥۳c	۲۱/۳۷ef	۱۱۲/٥۰b	۷/٥٤ab	۲٥/۷۹ab
تنش	۱٥۰	۱٥	٥/٥٤c	۲۲/۱۰cdef	۱۰۹/۱۰b	۷/۲۱ab	۲۳/٤۸abcd
تنش	۱٥۰	۳۰	٤/۹۳c	۲۲/۱۷cdef	۱۱۷/٥۰b	۷/٤٦ab	۲٤/۲۳abc
تنش	۳۰۰	۰	٤/٥۹c	۲۲/۹۳cdef	۱۲٦/۱۰b	۷/٤۷ab	۲۹/۱٥a
تنش	۳۰۰	۱٥	٥/٥۷c	۲۲/۲۳cdef	۱۲٤/۰۰b	٦/۹٦ab	۲٤/۲۰abc
تنش	۳۰۰	۳۰	٤/۸۹c	۲۰/٦۰f	۱۰۸/٥۰b	۷/۰۷ab	۲٤/۲۸abc

حروف مشابه در هر ستون برای هر صفت بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست منابع

۱. دهقانیان، م. و مدندوست، م.، ۱۳۸۷. تاثیر کلات روی بر مقاومت به خشکی گندم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲(٤٥): ٤۰۰-۳۹۳.

۲. رفیعی، م.، نادیان، ح.، نور محمدی، ق. و کریمی، م.، ۱۳۸۳. اثرات تنش خشکی و مقادیر روی و فسفر بر غلظت وکل جذب عناصر در ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵(۱): ۲٤۳-۲۳۵.

۳. شیخ بگلو، ن.، قورت تپه، ع.، باغستانی، م. و زند، ب.، ۱۳۸۸. بررسی تاثیر محلول پاشی عنصر روی بر عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه ای تحت شرایط تنش آب. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۲(۲): ٦ صفحه

٤. گوهری، ف.، بحرانی، ع. و باقری، ع.، ۱۳۸۹. تاثیر کود های ماکرو و میکرو بر راندمان مصرف آب در کلزا. همایش ملی مدیریت کمبود آب و تنش خشکی در زراعت، ارسنجان، ٥-٤ اسفند، ١٤ صفحه.

٥. محمدی، م.، قاسمی، س. و جعفری حقیقی، ب.، ۱۳۸۹. اثر رژیم آبیاری و سطوح مختلف کود پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای. همایش ملی مدیریت کمبود آب و تنش خشکی در زراعت. ارسنجان، ارسنجان، ٥-٤ اسفند، ۱۳ صفحه.

٦. منصوری فر، س.، مدرس، ع. و جلالی، م.، ۱۳۸٤. تاثیر تنش خشکی و کمبود نیتروژن بر تغییرات کمی و کیفی پروتئین های محلول در برگ ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران، (۳): ٦۳۷- ٦۲٥.

7.Ayad, H.S., Reda, F .and Abdalla, M.S.A. 2010. Effect of putrescine and zinc on vegetative growth, photosynthetic pigments, lipid peroxidation and essential oil content of geranium (*Pelargonium graveolens L.*). World Journal of Agricultural Sciences, 6: 601-608.

8.Cakmak, I., 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. New Phytol, 146: 185-205.

9.Cakmak, I. 2005.,The rol of potassium in alleviating detriment effects of abiotic stresses in plants. Jurnal Plant NutrSoil, 168: 521-530.

10. Dastbandannejad, S., Saki, S. and Lack, S., 2010. Stady effect drought stress and different levels potassium fertilizer on K accumulation in corn. Nature and Science, 8: 23-28.

11. Fredrick, J.R., Below, F.E. and Hesketh, J.D., 1990. Carbohydrate, nitrogen and dry matter accumulation and partitioning of maize hybrids under drought stress. Ann Bot, 66: 407-415.

12. Kramer, P.J., 1969. Plant and soil water relationship: a modern synthesis. Mc Graw-Hill, New York, 18: 281-295.

13. Perry, T.W., Rhykerd, C.L., Holt, D.A. and Mayo, H.H., 1972. Effect of potassium fertilization on chemical characteristics, yield and nutritive value of corn silage. Journal of animal science. 34: 642-646.

14. Potarzycki, J., Grzebisz, W., 2009. Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding components. Plant soil environ, 55: 519 -527.

15. Sajadi, N .A., Madani, H. and Sajedi, A., 2009. Effect of mycorrhiza and zinc on some agronomical traits and ear characteristics in maize (KSC704) under drought stress. Proceedings of international conference on energy and environment, 19: 2070 -3740.

16. Thalooth, M., Tawfik, M. and Magda, M. H., 2006. A comparative study on the effect of Zinc, Potassium and Magnesium and Magnesium on growth, yield and some chemical constituents of Mungbean plants growth under Water stress conditions. World Jurnal Agric Sci, 2: 37-46.

17. Valadabadi, S.A., Aliabadi, F. H.and Khalvati, M.A., 2009. Evaluation of grain growth of corn and sorghum under K_2O application and irrigation according.Asian journal of agriculturalscienccs, 1: 19 -24.

Archive of SID

www.SID.ir