تاثیر عناصر پتاسیم و روی بر تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی در ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴)

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

۱) دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه پیام نور، گروه زیست شناسی، تهران، ایران.

۲) استادیار دانشگاه پیام نور، گروه زیست شناسی، تهران، ایران.

۳) عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس.

این مقاله با پایان نامه کارشناسی ارشد مرتبط است.

***نویسنده مسئول مکاتبات:** Sh_enteshari@yahoo.com

تاریخ دریافت : ۹۱/۰۲/۰۲ **تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۴/۰۳**

چکیده

مطالعه تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در شرایط تنش خشکی و مصرف عناصر پتاسیم و روی می تواند به شناسایی فاکتورهای مؤثر و نقش عناصر پتاسیم و روی در مقاومت گیاهان به تنش خشکی کمک کند. به این منظور آزمایشی درشرایط مزرعه بر روی ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴) در شهرستان بوانات در سال ۱۳۸۹ به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و در۳ تکرار اجرا 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 غلظت کلروفیل، پرولین، پروتئین، پتاسیم و روی در برگ ذرت، در شرایط مطلوب رطوبتی و شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دهنده افزایش معنی دار محتوای کلروفیل (درسطح احتمال۵٪) و پروتئین (درسطح احتمال۵٪) در برگ در شرایط تنش خشکی بود. مصرف سولفات پتاسیم و سولفات روی، موجب افزایش محتوای پرولین، پروتئین و کلروفیل برگ در شرایط تنش خشکی گردید. مصرف سولفات پتاسیم و سولفات روی از طریق افزایش میزان جذب عناصر پتاسیم و روی، افزایش محتوای پروتئین، حفظ کلروفیل برگ و در نتیجه فتوسنتز مؤثرتر، و هم چنین با افزایش غلظت پرولین در برگ گیاه، استرس اسمزی ناشی از تنش خشکی را کاهش داده و مقاومت گیاه ذرت در برابر تنش خشکی بهبود بخشید.

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

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

بخش وسیعی از مطالعات به نژادی و به زراعی در دنیا بر اصلاح و واکنش گیاهان به تنش خشکی متمرکز شده است (خلیلی و همکاران، ۱۳۸۹). از جمله رویداد های مهم بیوشیمیایی گیاهان در شرایط تنش خشکی، تغییرات به صورت کاهش و یا افزایش پروتئین، قند محلول، پرولین و کلروفیل در برگ می باشد (سیلسپور و همکاران، ۱۳۸۸). تحقیقات نشان می دهد که پتاسیم موجب افزایش محتوای نشاسته، کربوهیدرات ها، پروتئین ها و افزایش سطح کاروتن در برگ ذرت می شود (Perry *et al*., 2011). پتاسیم در افزایش فتوسنتز، افزایش فعالیت آنزیم ها، بهبود سنتز پروتئین، کربوهیدرات ها و روغن، زنجیره انتقال الکترون در فتوسنتز، افزایش توانایی در مقابله با آفت ها و بیماری ها نقش مهمی ایفا می کند.

تحقیقات نشان می دهد که پتاسیم موجب افزایش محتوای پرولین تحت شرایط تنش خشکی در برگ های ذرت می شود (Mukherjee, 1974). در خصوص تاثیر پتاسیم بر سنتز ماکرومولکول ها در سلول های یوکاریوتی مختلف، پیشنهاد گردیده که در اوایل دوره رویشی، فعالیت برون دهی H^+ و جذب K^+ در غشای سلولی، ممکن است مسئول راه اندازی فعالیت سنتز ماکرو مولکول ها باشد (Cocucci *et al*., 1986). در میان ریز مغذی ها عنصر روی، نقش مهمی در متابولیسم RNA و محتوای ریبوزوم ها در سلول های گیاهی دارد که منجر به تحریک متابولیسم کربوهیدرات ها، پروتئین ها و DNA می شود. عنصر روی دارای نقش مهمی در تعداد زیادی از واکنش های متابولیکی می باشد. عنصر روی، برای چندین آنزیم مانند آنهیدرات دهیدروژناز، اکسیداز و پراکسیداز به عنوان کوفاکتور عمل می کند و نیز از کلروپلاست ها محافظت می کند (Ayad et al., 2010). افزایش محتوای پرولین برگ، به عنوان شاخص تنش های محیطی پذیرفته شده است. عناصر سنگین، منجر به تجمع پرولین در برگ می شوند. پیشنهاد شده است که تجمع پرولین در بافت های گیاهی به علت کاهش تنزل پرولین، افزایش بیوسنتز پرولین، کاهش سنتز پروتئین یا کاربرد پرولین و هیدرولیز پروتئین ها می باشد (Zengin, 2006). روی، در متابولیسم کربوهیدرات ها در گیاهان دخالت دارد. فعالیت آنزیم کربنیک آنهیدراز، به سرعت در اثر کمبود روی، کاهش می یابد. کربنیک آنهیدراز، در سیتوپلاسم و کلروپلاست تجمع می یابد و واکنش تبدیل CO_2 به بیکربنات و بالعکس را کاتالیز می کند که به فراهم شدن CO_2 برای فتوسنتز کمک می نماید. در گیاهانی که کمبود روی دارند، ساخته شدن پروتئین کاهش می یابد و انباشته شدن اسید های آمینه در این گیاهان نشان دهنده اهمیت عنصر روی در سنتز پروتئین است. عنصر روی، یکی از اجزای ضروری آنزیم RNA پلی مراز است و در هر مولکول این آنزیم دو اتم روی، وجود دارد و اگر روی، برداشته شود آنزیم غیر فعال می شود. بدون عنصر روی، ریبوزوم ها از هم پاشیده می شوند اما با مصرف آن ساختمان آنها به حالت اول بر می گردد. روی، از طریق اتصال به گروه سولفیدریل ($-SH$) باعث استحکام آنزیم ها،

Archive of SID

www.SID.ir

پروتئین ها و ساختمان چربی غشای سلول می شود. عنصر روی از طریق محافظت از گروه سولفیدریل باعث سنتز کلروفیل می گردد. پورفووبیلینوژن پیش ماده کلروفیل می باشد که برای تشکیل این ماده عناصر منیزیم و روی مورد نیاز است. در حضور عنصر روی، نهایتاً تشکیل و تکمیل کلروفیل تسهیل می گردد (بهتاش و همکاران، ۱۳۸۹).

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۹در شرایط مزرعه در شهرستان بوانات واقع در شمال فارس اجرا گردید. بافت خاک مزرعه، شنی – لومی و میزان پتاسیم و روی در خاک به ترتیب ۱۹۰، ۱/۰۴ میلی گرم بر کیلوگرم خاک، ماده آلی ۱/۹۵ درصد و pH خاک ۷ به دست آمد. این آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و در ۳ تکرار انجام شد. کرت های اصلی مربوط به تنش خشکی (شاهد و تنش خشکی در مرحله رویشی (۷۰ روز بعد از کاشت)) و کرت های 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. اعمال تنش به صورت حذف یک دور آبیاری اجرا گردید. در مجموع ۵۴ کرت و مساحت هر کرت ۱۲ متر مربع (۵ ×۲/۴) شامل دو پشته به عرض ۷۵ سانتی متر و ۴ خط کشت به طول ۵ متر و فاصله بین بوته های ذرت ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد.

فواصل بین کرت های اصلی ۱/۵ متر و فواصل بین کرت های فرعی ۵/ متر در نظر گرفته شد. سولفات پتاسیم و سولفات روی قبل از کاشت به خاک اضافه شد. اندازه گیری پرولین بر اساس روش (Bates et al., 1973)، پروتئین طبق روش (Lowry *et al*., 1951) و میزان کلروفیل با روش (Lichtenthler, 1987) اندازه گیری شد. نتایج با استفاده از نرم افزار MSTAT -C تجزیه و تحلیل گردید. جهت مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس غلظت کلروفیل، نشان داد که اثر تنش خشکی بر غلظت کلروفیل، در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین اثر متقابل سه جانبه، بیش ترین 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*., 2011). همچنین گزارش های بسیاری مؤید تاثیر مثبت عنصر روی، در افزایش محتوای کلروفیل در ذرت می باشد (Ayad et al., 2010; Potarzycki and Grzebisz, 2009).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: تجزیه واریانس تاثیر تنش خشکی، سولفات پتاسیم و سولفات روی بر صفات اندازه گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کلروفیل	پروتئن	پرولین	پتاسیم	روی
تکرار	۲	۱۷/۹۴	۳۸۱/۴۹	۶۸۵۹/۷۵	۱۶/۶۷	۰/۰۰
تنش	۱	۴۹۱/۲۹*	۹۹۸۲۶/۱۴*	۱۰۳۰۱/۹۹ns	۱۶/۶۷**	۰/۴۳**
سولفات پتاسیم	۲	۶۶/۷۲ns	۹۴۳/۸۳ns	۱۳۷۳۵/۱۰ns	۳۸۲/۲۸**	۰/۰۱**
تنش × سولفات پتاسیم	۲	۱۸/۳۱ns	۱۲۸۹۴/۹۴ns	۶۳۵۹/۳۸ns	۲۴۵۹/۵۶**	۰/۰۲**
سولفات روی	۲	۲/۲۷ns	۵۷۲/۷۱ns	۱۹۷۴۷/۴۳ns	۲۲۸/۸۳**	۰/۰۴**
تنش × سولفات روی	۲	۱۴/۳۳ns	۱۷۹/۱۹ns	۷۵۵۴/۲۳ns	۲۴۲/۱۶**	۰/۰۴**
سولفات پتاسیم × سولفات روی	۴	۱۳/۴۵ns	۶۱۸۴/۰۳*	۱۴۰۱۹/۴۴ns	۶۴۹/۴۵**	۰/۰۷**
تنش × سولفات پتاسیم × سولفات روی	۴	۲۳/۸۱ns	۳۵۴۷/۴۲ns	۱۰۹۳۶/۴۳ns	۷۹۲/۶۶**	۰/۰۴**
خطای کل	۲۴	۱۷/۶۱	۲۵۶۶/۳۲	۲۱۲۸۸/۷۰	۱۶/۶۷	۰/۰۰
ضریب تغییرات		۲۰/۲۰	۱۴/۷۷	۳۱/۴۲	۱/۸۶	۰/۶۷

**- اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ *- اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ ns- عدم اختلاف معنی دار

Archive of SID

www.SID.ir

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

تنش خشکی × سولفات پتاسیم × سولفات روی			کلروفیل	پروتئین	پرولین	پتاسیم	روی
تنش خشکی	سولفات پتاسیم	سولفات روی	(mg/g) FW	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)
عدم تنش	۰	۰	۱۵/۵۹de	۲۶۶/۵۰d	۳۳۴/۱۰a	۲۱۷/۱۰e	۰/۵۹e
عدم تنش	۰	۱۵	۱۶/۱۵cde	۳۰۹/۲۰bcd	۴۳۹/۳۰a	۲۳۶/۱۰c	۰/۵۲f
عدم تنش	۰	۳۰	۱۹/۲۹bcde	۲۸۷/۸۰cd	۶۱۷/۰۰a	۲۳۱/۱۰cd	۰/۵۶ef
عدم تنش	۱۵۰	۰	۱۹/۰۴bcde	۲۶۳/۷۰d	۴۳۰/۷۰a	۲۵۵/۶۰a	۰/۶۵cd
عدم تنش	۱۵۰	۱۵	۱۴/۶۶e	۲۸۹/۴۰cd	۴۴۲/۸۰a	۲۵۶/۶۰a	۰/۴۶g
عدم تنش	۱۵۰	۳۰	۱۵/۷۸de	۲۷۵/۱۰d	۴۴۱/۷۰a	۲۴۳/۳۰b	۰/۵۸e
عدم تنش	۳۰۰	۰	۱۶/۱۴cde	۳۸۸/۶۰ab	۴۱۰/۶۰a	۲۴۸/۴۰b	۰/۵۷ef
عدم تنش	۳۰۰	۱۵	۲۱/۵۱abcde	۳۱۲/۵۰bcd	۵۰۸/۴۰a	۲۲۵/۴۰d	۰/۶۷bcd
عدم تنش	۳۰۰	۳۰	۲۱/۶۴abcde	۳۰۷/۸۰bcd	۴۳۰/۵۰a	۲۰۹/۰۰fg	۰/۱۲h
تنش	۰	۰	۱۹/۵۰bcde	۳۶۰/۴۰abcd	۴۵۶/۰۰a	۲۰۲/۷۰gh	۰/۶۹bcd
تنش	۰	۱۵	۲۲/۲۸abcde	۳۹۳/۷۰ab	۵۰۶/۰۰a	۲۰۱/۸۰gh	۰/۶۹bcd
تنش	۰	۳۰	۲۱/۱۹abcde	۳۹۷/۸۰ab	۵۲۳/۰۰a	۱۹۷/۷۰h	۰/۷۷a
تنش	۱۵۰	۰	۲۵/۷۹ab	۴۲۲/۵۰a	۴۰۸/۳۰a	۱۸۶/۴۰i	۰/۷۲ab
تنش	۱۵۰	۱۵	۲۳/۴۸abcd	۴۵۰/۰۰a	۴۴۷/۹۰a	۲۱۴/۵۰ef	۰/۶۴d
تنش	۱۵۰	۳۰	۲۴/۲۳abc	۳۵۶/۹۰abcd	۴۲۳/۶۰a	۱۸۱/۳۰i	۰/۶۹bcd
تنش	۳۰۰	۰	۲۹/۱۵a	۳۷۶/۱۰abc	۵۳۲/۵۰a	۲۱۵/۹۰ef	۰/۷۱abc
تنش	۳۰۰	۱۵	۲۴/۲۰abc	۳۲۳/۳۰bcd	۴۷۷/۱۰a	۲۰۰/۰۰h	۰/۷۳ab
تنش	۳۰۰	۳۰	۲۴/۲۸abc	۳۹۳/۹۰ab	۵۲۹/۳۰a	۲۳۱/۵۰cd	۰/۶۸bcd

حروف یکسان در هر ستون نشانگر عدم تفاوت معنی دار بین میانگین ها می باشد (آزمون دانکن ۱٪ و ۵٪)

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج تجزیه واریانس غلظت پروتئین نشان داد که اثر تنش خشکی بر غلظت پروتئین، در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین اثر متقابل سه جانبه، بیش ترین غلظت پروتئین، مربوط به مصرف توام ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، در شرایط تنش خشکی، به میزان ۴۵۰/۰۰ میلی گرم بر گرم و کم ترین مقدار مربوط به مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و عدم مصرف سولفات روی در شرایط عدم تنش خشکی به میزان ۲۶۳/۷۰ میلی گرم بر گرم، حاصل شد. تاثیر عناصر پتاسیم و روی در افزایش غلظت پروتئین برگ توسط محققین بسیاری گزارش شده است (Akinci *et al*., 2008; Brown *et al*., 1993 ;Cocucci *et al*., 1986; Ahmad *et al*., 1999). با توجه به نتایج تجزیه واریانس غلظت پرولین، اثر تنش خشکی بر غلظت پرولین معنی دار نشد (جدول ۱). به طور کلی مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و مصرف سولفات پتاسیم و سولفات روی، نشان داد که بیش ترین غلظت پرولین، مربوط به مصرف۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و کم ترین غلظت پرولین، مربوط به عدم مصرف این دو کود در شرایط عدم تنش خشکی، به ترتیب به میزان ۶۱۷/۰۰ و ۳۳۴/۰۰ میلی گرم بر گرم می باشد. اثرات تنظیم کننده اسمزی پرولین در توازن آب و تحمل خشکی در ذرت، در تحقیقات مختلف نشان داده شده است (Heidary and Moaveni, 2009; Mohammadkhani and Heidary, 2008). تاثیر عناصر پتاسیم و روی در افزایش غلظت پروتئین برگ توسط محققین بسیاری گزارش شده است (Udayakumar, 1976 ; Zengin, 2006).

نتایج تجزیه واریانس غلظت پتاسیم در برگ، نشان داد که غلظت پتاسیم در شرایط تنش خشکی به طور معنی داری (در سطح احتمال ۱٪) کاهش یافته است، این در حالی است که با مصرف سولفات پتاسیم و سولفات روی، غلظت پتاسیم به طور معنی داری افزایش یافته است (در سطح احتمال ۱٪) (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و مصرف این دو کود نشان داد که بیش ترین میزان غلظت پتاسیم مربوط به مصرف توام ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، در شرایط مطلوب رطوبتی به میزان ۲۵۶/۶۰ میلی گرم بر گرم حاصل شد. نتیجه تحقیقات Leeson و همکاران (۱۹۹۸) در خصوص تاثیر پتاسیم در افزایش محتوای پتاسیم در برگ ذرت با نتایج تحقیق حاضر هم راستا است. نتایج تجزیه واریانس غلظت روی، در برگ نشان داد که غلظت عنصر روی، در شرایط تنش خشکی به طور معنی داری (در سطح احتمال ۱٪) افزایش یافته است. مصرف سولفات پتاسیم و سولفات روی، نیز به طور معنی دار (در سطح احتمال ۱٪) موجب افزایش محتوای این عنصر در برگ ذرت گردیده است (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و مصرف این دو کود نیز نشان داد که بیش ترین میزان غلظت روی، مربوط به مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار

Archive of SID

www.SID.ir

سولفات روی، به میزان ۰/۷۷ میلی گرم بر گرم، در شرایط تنش خشکی حاصل شد (جدول ۲). نتایج تحقیقات رفیعی و همکاران (۱۳۸۳) نتایج تحقیق حاضر را تایید می نماید.

منابع

- **بهتاش، ف.، طباطبایی، س.ج.، ملکوتی، م.ج.، سرور الدین، م.ح. و اوستان، ش.، ۱۳۸۹**. اثر روی و کادمیم بر رشد، مقدار کلروفیل، فتوسنتز و غلظت کادمیم در چغندر لبویی. مجله پژوهش های خاک (علوم خاک و آب) جلد ۲۴ شماره ۱.
- **خلیلی، م.، مقدم، م.، کاظمی اربط، ح.، شکیبا، م.ر.، کانونی، ه. و چوگان، ر.، ۱۳۸۹**. اثر تنش خشکی بر ژنوتیپ های مختلف ذرت. مجله دانش کشاورزی پایدار جلد ۲ شماره ۱.
- **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 جلد ۳۵ شماره ۱.
- **سیلسپور، م.، جعفری، پ. و ملا حسین، ح.، ۱۳۸۸**. اثر تنش خشکی بر ذرت. نشریه پژوهش در علوم کشاورزی جلد۲ شماره۲.

-**Ahmad, R., wsaeed, M., Ullah, E. and Mahmood, T., 1999**. Effect of potassium on protein, oil and fatty acid contents in two autumn planted sunflower hybrids. International Journal of Agriculture & Biology,99: 325 -327.

-**Akinci, C., Doran, I., Yildirim, M. and Gul, I., 2008**. Effects of different zinc doses on zinc and protein contents of barley.Asian. Journal of Chemistry, 20: 2293 -2301.

-**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.

-**Bates, L., Waldren, S.R.P. and Teare, I.D., 1973**. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil Journal, 29: 205 -207.

-**Brown, P.H., Cakmac, I. and Zhang, Q., 1993**. Form and function of zinc in plants. In: Robson, A. D. (ed) Zinc in soils and plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. PP: 90-106.

Archive of SID

www.SID.ir

-**Cocucci, S.M., Ranieri, A. and Zocchi, G., 1986**. Potassium – Dependent increase in RNA and protein synthesis in the early phase of incubation of the thermodormantphaceliatanacetifolia seeds. Plant Physiol, 80: 891–894.

-**Heidary, Y. and Moaveni, p., 2009**. Study of Drought stress on accumulation and proline among aba in different genotypes forage corn. Research journal of biological sciencs, 4: 1121–1124.

-**Leeson, S., lange, C.F.M. and Smith, J.B., 1998**. Potassium reduces stress from drought, cool soils, and compaction. Better Crops, 82: 34-37.

-**Lichtenthler, H.K., 1987**. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthesis biomembranes. Methods in Enzymology, 148: 350 –382.

-**Lowry, O.H., Roscberough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J., 1951**. Protein mesurment with the folin-phenol reagent. Biology Chemistery Journal, 193: 265-275.

-**Mohammadkhani, N. and Heidary, R., 2008**. Drought-induced accumulation of soluble sugars and proline in two maize varieties.World Applied Sciences Journal, 3: 448-453.

-**Mukherjee, I., 1974**. Effect of potassium on prolin accumulation in maize during wilting. Physoil Plant, 31. P. 288.

-**Perry, T.W., Rhykerd, C.L., Holt, D.A. and Mayo, H.H., 2011**. Effect of potassium fertilization on chemical characteristics, yield and nutritive value of corn silage. Journal of Animal Science, 34: 642-646.

-**Potarzycki, J. and Grzebisz, W., 2009**. Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding components. Plant Soil Environ, 55: 519 –527.

-**Udayakumar, B.M., RamaRao, S., Prasad, T.G. and KrishnaSastry, K.S., 1976**. Effect of potassium on protein accumulation in cucumber cotyledons. New Phytol, 77: 593-598.

-**Zengin, K.F., 2006**. The effects of Co^{2+} and Zn^{2+} on the contents of protein, abscisic acid, proline and chlorophyll in bean (*Phaseolus vulgaris cv. Strike*) seedlings. Journal of Environmental Biology, 27: 441-448.

Archive of SID

www.SID.ir