بررسی اثرات تنش خشکی و پیش‌تیمار بذر با سایکوسل بر عملکرد علوفه و برخی صفات رویشی دو رقم ذرت

امیر سلطان‌بیگی[۱]، الناز صمدپوررریگانی[۲] و تونجای چالیشکان[۲]

چکیده

به منظور مطالعه اثرات تنش خشکی و پیش‌تیمار بذر با سایکوسل به عنوان تنظیم کننده رشد گیاهی بر عملکرد علوفه و برخی ویژگی‌های رویشی ارقام ذرت (*Zea maize* L.) آزمایشی مزرعه‌ای به صورت طرح کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان خوی به اجرا در آمد. در این آزمایش آبیاری به عنوان عامل اصلی در چهار سطح (آبیاری کامل به عنوان شاهد و حذف یک نوبت آبیاری در آغاز مراحل ساقه رفتن، ظهور گل تاجی و خمیری شدن دانه‌ها)، ارقام سینگل کراس ۷۰٤ و ٦٦٦ ذرت به عنوان عامل فرعی و کاربرد کلرمکوات کلراید در سه سطح (عدم مصرف، مصرف با غلظت ۰/٤ و ۰/۸ گرم در لیتر) به شکل پیش تیمار به عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. حذف آبیاری در مرحله ساقه‌رفتن سبب کاهش معنی‌دار قطر ساقه، ارتفاع بوته، وزن خشک برگ و بلال و وزن خشک علوفه گردید. هم‌چنین حذف آبیاری در مرحله ظهور گل تاجی ارتفاع بوته، وزن خشک بلال و علوفه را بطور معنی‌داری کاهش داد. بین ارقام آزمایشی، رقم ۷۰٤ (۸۱/٤۳۸ تن) از لحاظ عملکرد علوفه تر نسبت به رقم ٦٦٦ (۷٤/۱۷۰ تن) کارآیی بهتری داشت. کاربرد سایکوسل ضمن این‌که در تولید گیاهان علوفه‌ای منطقی به نظر نمی‌رسد، اثر چندانی در نتایج آزمایش بروز نداد. یافته‌های این آزمایش نشان داد حساس‌ترین مراحل رشد ذرت نسبت تنش خشکی مرحله ساقه‌رفتن و گلدهی بودند. بنابراین با انتخاب زمان مناسب آبیاری در شرایط کم آبی، می‌توان از بروز خسارت پیشگیری کرد.

کلمات کلیدی: آبیاری، تنش، ذرت، سایکوسل، عملکرد

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۰۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۶/۲۵

۱. دانشجوی دکتری زراعت (گیاهان دارویی و معطر) دانشگاه چوکوراوا (ترکیه).

E- mail: soltanbeigia@yahoo.com

۲. دانشجویان کارشناسی ارشد زراعت (گیاهان دارویی و معطر) دانشگاه چوکوراوا (ترکیه)

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه و بررسی منابع علمی

با بررسی اقالیمی که اغلب کشورهای فقیر و در حال توسعه در آن واقع شده‌اند، می‌توان دریافت که شرایط جغرافیایی خشن، خشک بی آب یا کم آب بر آن‌ها حاکم بوده و همه این موارد از عوامل عمده محدودیت کشت و زرع به شمار می‌رود. اثر خشک‌سالی تقریبا در تمامی پیکره گیاه نمود یافته (Aslam et al., 2006) و این پدیده محدودیتی دایمی در کشورهای در حال توسعه و عارضه‌ای گاه و بیگاه در کشورهای پیشرفته بر تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شود (Ceccarelli and Grando, 1996). ایران با بارش متوسط سالیانه ۲٤۰ میلی‌متر در محدوده مناطق خشک جهان طبقه‌بندی شده و تولید محصولات کشاورزی همواره تحت تأثیر آثار مخرب خشک‌سالی قرار دارد (Jajarmi, 2009).

ذرت (*Zea maize* L.) از غلات مهم جهان است که در تأمین بخشی از غذای انسان و دام به صورت دانه‌ای و علوفه‌ای کشت می‌گردد (Mehrabian moghadam et al., 2011). در بین انواع تنش‌های زنده و غیر زنده، تنش خشکی مهم‌ترین عامل محدود کننده در کشت ذرت به شمار می‌رود (Löffler et al., 2005). کمبود آب با تأثیر بر آماس سلولی و در نتیجه باز و بسته شدن روزنه‌ها، فرآیندهای فتوسنتز، تنفس و تعرق را تحت تاثیر قرار داده و از طرف دیگر با تاثیر بر فرآیندهای آنزیمی که به طور مستقیم با پتانسیل آب کنترل می‌شوند، بر رشد گیاه اثر منفی می‌گذارد (Mehrabian moghadam et al., 2011). اثرات سوء ناشی از تنش آب بر رشد و نمو و عملکرد ذرت بستگی به زمان وقوع تنش، مرحله نموی، ژنوتیپ گیاه، رقم، روش کشت، کیفیت خاک، سطح کمبود و تغییرات شرایط محیطی در طول خشکی دارد (Allen and Musick, 1993). تنش خشکی شاخص سطح برگ و ماده خشک را در ذرت کاهش می‌دهد و هم‌چنین کمبود آب در طی دوران گل‌دهی ذرت، عملکرد را تا ۹۰ درصد کاهش می‌دهد (Nesmith and Ritchie, 1992). عملکرد ماده خشک در ذرت تحت تأثیر تنش آب قرار می‌گیرد که در اثر تنش، میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد و ارتفاع این گیاه نیز کوتاه می‌ماند (Kang et al., 2000). رضاوردی‌نژاد و همکاران (Rezaverdinejad et al., 2006) نشان دادند اعمال تیمارهای کم آبیاری در مراحل مختلف رشد ذرت علوفه‌ای سبب کاهش عملکرد در مراحل رشد رویشی و گلدهی نسبت به تیمار آبیاری مرتب شده و شدت کاهش نیز در مرحله گلدهی نسبت به مرحله رویشی بیشتر است. بنا بر گزارش پاندی و همکاران (Pandey et al., 2000) کم آبیاری در اوایل رشد رویشی شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و سرعت رشد گیاه و ماده خشک را در گیاه ذرت اندکی کاهش داد ولی در مرحله رشد زایشی باعث کاهش شدید این شاخص‌ها شد.

امروزه روش‌های مختلفی برای کاهش اثرات تنش خشکی پیشنهاد گردیده است (Sadeghi et al., 2007). یکی از این روش‌ها استفاده از مواد

Archive of SID

www.SID.ir

شیمیایی تنظیم کننده رشد مانند کلرمکوات کلراید است (Gallagher and Biscoe, 1978). کلرمکوات کلراید با نام تجاری سایکوسل (CCC) و نام شیمیایی ۲-کلرواتیل تری متیل آمونیوم کلراید از معمول‌ترین ترکیبات آنیومی بوده که گیاهان تیمار شده با این ترکیبات دارای میان‌گره‌های کوتاه، برگ‌های ضخیم و تیره‌تر نسبت به گیاهان شاهد هستند. کلرمکوات کلراید از رشد رویشی گیاه جلوگیری می‌کند، اما به رشد زایشی گیاه شتاب می‌بخشد (Yazdanian and Farshbafpour, 2005). این ماده با اختلال در مسیر چرخه بیوسنتز جیبرلیک اسید از تشکیل آن در میانگره‌های ساقه جلوگیری کرده و در نتیجه کاهش سرعت رشد طولی میان‌گره‌های ساقه، مانع از خوابیدگی ساقه‌ها می‌شود (Arteca, 1996; Yates and Steven, 1987).

کلرمکوات کلراید ارتفاع ساقه را کاهش می‌دهد و سبب تولید یک بافت متراکم در گیاه شده و در ادامه، افزایش تعداد جوانه گل و نهایتا اصلاح گیاه را تحریک کرده (Moniruzzaman, 2000) و هم‌چنین تجمع ماده خشک در ساقه و برگ‌های فوقانی گیاه را افزایش می‌دهد (Ma and Smith, 1992). کاربرد برگی و خاکی تنظیم کننده‌های رشد معایب قابل توجهی از جمله اتلاف و تجمع این مواد بروز می‌دهد (Barrett and Nell, 1992)، در حالی‌که پیش تیمار بذور در محلول‌های تنظیم کننده رشد روشی جایگزین در راستای کنترل رشد گیاهان محسوب شده و از مزایایی نظیر کاهش هزینه و تجمع مواد فعال و زیان بار آن‌ها و هم‌چنین سهولت استفاده برخوردار است (Pasian and Bennett, 2001).

تحقیقات موثر و آزمایش روش‌های مختلف مدیریتی در کاهش اثرات خشکی در راستای امنیت غذایی کشورها بیش از پیش احساس می‌شود. این تحقیق در راستای ضرورت فوق و بررسی اثر تنش خشکی و کاربرد ماده تنظیم کننده رشد کلرمکوات کلراید در تخفیف آثار تنش در برخی صفات و عملکرد رویشی ذرت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان خوی در عرض جغرافیایی ۳۸° ۳۵´ شمالی و طول جغرافیایی ٤٤° ۵۷´ شرقی با ارتفاع ۱۱۰۳ متر از سطح دریا انجام گرفت. نتایج تجزیه خاک مزرعه در عمق ۳۰ سانتی‌متری نشان داد که خاک مزرعه دارای بافت لومی رسی بوده و از نظر مواد آلی نیز فقیر می‌باشد (جدول ۱).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- The soil physical and chemical characters of experimental field

عمق cm	درصد اشباع S.P.	هدایت الکتریکی $Ecx10^3$	اسیدیته گل اشباع pH	درصد مواد خنثی‌شونده % T.N.V	کربن آلی %O.C	فسفر قابل جذب p.p.m	پتاسیم قابل‌جذب p.p.m	Cu	Zn	Ma	Fe
30	45	0.64	7.40	13.0	0.76	5.13	217	2.60	1.04	6.30	5.40
60	50	0.52	6.54	12.0	0.67	1.55	107	3.02	1.12	7.48	8.66

* کلاس بافتی خاک لومی رسی می‌باشد

طبق تقسیم بندی اقلیمی کوپن[1] این ناحیه دارای اقلیم نیمه خشک با تابستان‌های خشک می‌باشد (Karimi, 2003). متوسط بارندگی سالیانه ۲۹۳ میلی‌متر بوده و ۱۸۰–۱۵۰ روز از سال خشک است. آزمایش به صورت طرح کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۸۸ به اجرا در آمد. در این آزمایش آبیاری به عنوان فاکتور اصلی در چهار سطح (I_1: آبیاری شاهد بدون حذف آبیاری و پس از ۵±۷۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A، I_2، I_3 و I_4: حذف یک نوبت آبیاری به ترتیب در هر یک از مراحل ساقه‌رفتن، ظهور گل تاجی و خمیری شدن دانه‌ها و ادامه آبیاری مرتب بعد از ۵±۱۴۰ میلیمتر تبخیر)، دو رقم ذرت سینگل کراس رایج ۷۰۴ (دیر رس) و ٦٦٦ (میان رس) به عنوان فاکتور فرعی و غلظت‌های مختلف کلرمکوات کلراید (عدم مصرف، مصرف ۰/٤ و ۰/۸ گرم در لیتر) تحت عنوان فاکتور فرعی فرعی انتخاب گردیدند. انتخاب مراحل حذف یک نوبت آبیاری بر اساس حساس‌ترین مراحل رشد گیاه ذرت و از طریق طبقه‌بندی زادکس[2] انجام شده و آبیاری مرتب بعد از حذف یک نوبت آبیاری در هر یک از مراحل یاد شده ادامه یافت. سطوح استعمال سایکوسل، مقادیر کمتر (۰/٤ گرم در لیتر) و بیشتر (۰/۸ گرم در لیتر) از توصیه استاندارد ۰/۵ گرم در لیتر در نظر گرفته شد (Nourmohammadi et al., 2008).

عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و فارو اعمال و سپس مزرعه با توجه به نقشه کشت تقسیم بندی گردید. هر کرت فرعی شامل ٤ خط کاشت به طول ۵ متر به فاصله ٦۰ سانتی‌متر از هم و فاصله بوته‌ها بر روی نوارهای کشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای عدم تداخل تیمارهای آبیاری و تنش در کرت‌های اصلی با رعایت فاصله مناسب (۳ متر) پشته‌های عریض (۱/۵ متر) و مرتفعی (۱ متر) ایجاد گردید. توصیه کودی طبق نتایج جدول تجزیه خاک مزرعه آزمایشی و مصرف کودی قبل از کاشت و مراحل مختلف رشد گیاه به صورت نواری، ۵ سانتی‌متر پایین‌تر از محل استقرار بذور صورت گرفت. برای اعمال تیمار کلرمکوات کلراید، بذور بر اساس نوع تیمار به مدت ٤ ساعت در آب مقطر (شاهد) و محلول‌های آماده شده ۰/٤ و ۰/۸ گرم در لیتر کلرمکلوات کلراید قرار داده شدند و پس از خشک شدن در تاریخ کاشت ۱۷ خرداد ماه ۱۳۸۸ در

1. Koppen
2. Zadoks

Archive of SID

www.SID.ir

سوراخ‌های ایجاد شده روی پشته‌ها به صورت کپه‌ای و دو تا سه عدد بذر در هر سوراخ مستقر گردیدند. زمانی که کل مزرعه سبز شده و به مرحله ٦-٤ برگی رسید، اقدام به تنک کردن بوته‌های اضافی گردید و پس از مدتی علف‌های هرز نیز به روش دستی وجین شده و خاک‌دهی پای بوته نیز اعمال شد. اندازه‌گیری صفات پس از حذف حاشیه‌ها و انتخاب تصادفی هشت بوته از هر کرت انجام و داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵٪ مقایسه شد.

نتایج و بحث

تعداد برگ: اختلاف ارقام از نظر تعداد برگ معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که خصوصیات ژنتیکی بیشترین اثر را در تولید برگ دارد (جدول ٤). بطوری‌که رقم ۷۰٤ به عنوان یک رقم دیر رس از تعداد برگ بیشتری نسبت به رقم میان رس ٦٦٦ برخوردار است. تعداد برگ‌ها اگر چه تحت تأثیر تعداد میان‌گره‌های ساقه بوده و تعداد میان‌گره نیز غالبا متأثر از خصوصیات ژنتیکی گیاه می‌باشد، لیکن درجه حرارت و طول روز نیز بر تعداد میان‌گره‌ها اثر دارد. سایر تیمارها تأثیری در تعداد برگ بروز ندادند. گیاهان تحت تأثیر تنش خشکی بسته به شدت و مدت تنش دارای کاهش سطح برگ خواهند شد، اما به نظر می‌رسد تعداد نهایی برگ کمتر تحت تأثیر تنش قرار گیرد (Sobardo, 1990)، ضمن این‌که در این آزمایش برگ‌ها قبل از اعمال تیمارهای تنش شکل گرفته است.

قطر ساقه: نتایج نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر قطر ساقه معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین‌ها (جدول ٤)، حذف آبیاری در مرحله ساقه‌رفتن بیشترین اثر را در کاهش قطر ساقه داشت. تیمارهای حذف آبیاری در مرحله خمیری شدن دانه‌ها، مرحله ظهور گل تاجی و شاهد به ترتیب بیشترین میزان قطر ساقه را نشان دادند، ولی اختلاف آماری معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشته و هر سه در یک گروه آماری واقع شدند. نتایج این آزمایش با نتایج تحقیقات متعددی مطابقت دارد (Hashemzadeh et al., 2011; Nadvar et al., 2006). این محققان گزارش نمودند رابطه مستقیمی بین افزایش میزان آبیاری و افزایش قطر ساقه ذرت وجود دارد، زیرا افزایش پتانسیل آب سلول‌ها سبب افزایش ابعاد سلولی شده و در نتیجه قطر ساقه افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر ارقام آزمایشی بر قطر ساقه معنی‌دار بود. طبق جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ٤)، رقم ۷۰٤ نسبت به رقم ٦٦٦ از ساقه قطوری برخوردار بود که شاید هم‌چون تعداد برگ تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی گیاه باشد. اثر پیش تیمار بذور با کلرمکوات کلراید بر صفت قطر ساقه معنی‌دار نبود (جدول ۲). این موضوع با نتایج آزمایشات پژوهشگران دیگر در تضاد قرار دارد. کاربرد کلرمکوات کلراید بصورت

Archive of SID

www.SID.ir

محلول‌پاشی، قطر ساقه غلات بخصوص ذرت را کاهش داده است (Rajala, 2003; Karimi, 2009; Hashemzadeh, 2006). به نظر می‌رسد پیش تیمار بذور با این ماده به دلیل فاصله زمانی زیاد با مراحل میانی و پایانی رشد، از کارآیی لازم در افزایش قطر ساقه ذرت برخوردار نیست؛ در حالی‌که اثر محلول‌پاشی کلرمکوات کلراید اثر قطعی در کاهش قطر ساقه بروز داده است. اثرات متقابل آبیاری، رقم و کلرمکوات کلراید بر قطر ساقه نیز معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل سه عامل در تیمار حذف آبیاری در مرحله ظهور گل تاجی، رقم ۷۰٤ و مصرف ۰/٤ گرم در لیتر کلرمکوات کلراید و هم‌چنین تیمار حذف آبیاری در مرحله خمیری شدن دانه‌ها، رقم ٦٦٦ و مصرف ۰/٤ گرم در لیتر کلرمکوات کلراید منجر به تولید قطورترین ساقه‌ها شدند، در حالی‌که اثر متقابل تیمارهای حذف آبیاری در مرحله ساقه‌رفتن و رقم ٦٦٦ در دو دوز مصرف ۰/٤ و ۰/۸ گرم در لیتر کلرمکوات کلراید از قطر ساقه کمتری برخوردار بودند (شکل ۱).

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس انجام شده نشان می‌دهد تأثیر آبیاری بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های انجام یافته نیز کمترین ارتفاع بوته را در تیمار حذف آبیاری در مرحله ساقه‌رفتن و بیشترین آن را به ترتیب در تیمارهای شاهد، حذف آبیاری در مرحله خمیری شدن دانه‌ها و حذف آبیاری در مرحله ظهور گل تاجی نشان داد (جدول ٤). علت کاهش ارتفاع بوته در نتیجه اثر منفی تنش آب بر فرآیندهای فتوسنتز، تغذیه، روابط هورمونی و آبی گیاه است. در این شرایط تقسیم سلولی و حجم آن‌ها کاهش یافته و اثر آن نیز باعث کاهش طول میان‌گره‌ها می‌شود. نتایج فوق با پژوهش‌های هاشم‌زاده (Hashemzadeh et al., 2011)، صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2007) و آشفته‌بیرقی و همکاران (Ashofteh et al., 2011) در تأثیر رژیم‌های مختلف کم آبیاری بر کاهش ارتفاع بوته ذرت در یک راستا قرار دارد. تأثیر ارقام آزمایشی بر ارتفاع بوته نیز معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های انجام گرفته (جدول ٤) رقم ۷۰٤ را با بیشترین ارتفاع نشان می‌دهد. کاربرد کلرمکلوات کلراید در سطوح مختلف نیز بر صفت ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها کمترین ارتفاع به دست آمده را در سطح مصرف ۰/۸ گرم در لیتر کلرمکلوات کلراید معرفی کرده و تیمارهای عدم مصرف کلرمکلوات کلراید و دوز ۰/٤ گرم در لیتر کلرمکلوات کلراید را به ترتیب در رده‌های بعدی نشان داد (جدول ٤). به نظر می‌رسد کاربرد غلظت ۰/٤ گرم در لیتر این ماده از کارآیی لازم برای کاهش ارتفاع بوته برخوردار نبوده و احتمالا کاربرد غلظت کم کلرمکوات کلراید بصورت پیش تیمار و فاصله زمانی زیاد تا مراحل میانی رشد رویشی سبب بروز این نتیجه گردید، در حالی‌که دو برابر این مقدار سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته شد. نتیجه به دست آمده از تأثیر کلرمکلوات کلراید بر کاهش ارتفاع بوته در این آزمایش با دست آوردهای پژوهشگران مختلفی

Archive of SID

www.SID.ir

مشابهت دارد (Karimi, 2009; Rajala, 2003). تغییرات ارتفاع بوته ذرت ناشی از تغییر تعداد میان‌گره‌های ساقه نیست، بلکه طول میان‌گره‌های گیاهان تیمار شده با این ماده کاهش می‌یابد (Kouchaki and Sarmadnia, 1993). تأثیر متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری، ارقام و سطوح مصرف کلرمکلوات کلراید نیز معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). بدین ترتیب که بیشترین ارتفاع بوته در تیمار آبیاری شاهد، کاربرد غلظت ۰/٤ گرم در لیتر کلرمکوات کلراید و رقم ۷۰٤ و کمترین آن در تیمار حذف آبیاری در مرحله ساقه رفتن، کاربرد ۰/۸ گرم در لیتر کلرمکوات کلراید و رقم ٦٦٦ مشاهده گردید (شکل ۲). بررسی مشاهدات ارتفاع بوته در جدول ٤ و مقایسه آن با نتایج فوق (شکل ۲)، روند منطقی آن‌ها به دست می‌آید.

وزن خشک برگ: اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر وزن خشک برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج جدول ٤ نشان می‌دهد تیمارهای قطع آبیاری در مرحله ظهور گل تاجی، قطع آبیاری در مرحله خمیری شدن دانه‌ها و شاهد به ترتیب دارای بیشترین وزن خشک برگ بوده و تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه‌رفتن نیز کمترین میزان وزن خشک برگ را به خود اختصاص داده است. ریتچی و همکاران (Ritchie et al., 1992) گزارش کردند که در مرحله ۱۰ برگی، رشد گیاه ذرت شدت یافته و این فرآیند تا ورود به مرحله زایشی ادامه دارد. بنابراین هر گونه تنشی در این مرحله باعث کاهش رشد و کوچک شدن برگ‌ها می‌شود. رژیم رطوبت نامطلوب، ضمن کاهش سطح برگ‌ها، پیری آن‌ها را هم تسریع می‌کند و از این طریق وزن برگ‌ها کاهش می‌یابد (Kouchaki and Sarmadnia, 1993). سایر تیمارها اثر معنی داری بروز ندادند (جدول ۲).

وزن خشک ساقه: نتایج تجزیه واریانس جدول ۳ نشان می‌دهد اثر ارقام آزمایشی بر وزن خشک ساقه معنی‌دار بود. طبق نتایج جدول ۵ مقایسه میانگین‌های مربوطه نیز نشان از وزن خشک بالای ساقه در رقم ۷۰٤ دارد. سایر تیمارها اثر معنی‌داری بروز ندادند (جدول ۳).

وزن خشک بلال: اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر وزن خشک بلال معنی‌دار نشان داد (جدول ۳). نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد تیمارهای قطع آبیاری در مرحله ساقه‌رفتن، ظهور گل تاجی، خمیری شدن دانه‌ها و تیمار شاهد به ترتیب داری بیشترین وزن خشک بلال بودند. تنش خشکی از طریق کاهش فراهمی ماده پرورده برای بلال موجب کاهش تجمع ماده خشک در بخش‌های مختلف بلال می‌شود (Emam and Ranjbar, 2010). یافته‌های این آزمایش با گزارش کریمی و همکاران (Karimi et al., 2009) مشابهت دارد. هم‌چنین نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر ارقام آزمایشی بر وزن خشک بلال معنی‌دار شد که وزن خشک بلال در رقم ٦٦٦ نسبت به رقم ۷۰٤ بیشتر بود. اثر متقابل سه فاکتور آزمایشی بر وزن خشک بلال نیز معنی‌دار نشان داد (جدول ۳). بدین ترتیب برهمکنش تیمارهای آبیاری شاهد، رقم ٦٦٦ بدون

Archive of SID

www.SID.ir

کاربرد ماده تنظیم کننده رشد از بیشترین وزن خشک بلال برخوردار بود (شکل ۳).

وزن خشک علوفه: بررسی جدول تجزیه واریانس ۳ نشان می‌دهد اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر وزن خشک علوفه معنی‌دار بود. تیمارهای قطع آبیاری در مرحله ساقه‌رفتن، ظهور گل تاجی، خمیری شدن دانه‌ها و تیمار شاهد به ترتیب داری بیشترین وزن خشک علوفه بودند (جدول ۵). نتایج این آزمایش با یافته‌های مهرابیان و همکاران که کاهش وزن خشک علوفه بر اثر تیمارهای کم آبیاری را گزارش نمودند، (Mehrabian moghadam et al., 2011) مطابقت نشان می‌دهد. هم‌چنین نتایج جدول تجزیه واریانس ۳ نشان می‌دهد، اثر متقابل آبیاری، رقم و سایکوسل از نظر آماری معنی‌دار بود. بیشترین مقدار تولید ماده خشک مربوط به برهمکنش تیمار آبیاری شاهد، رقم ٦٦٦ بدون کاربرد کلرمکوات کلراید شد (شکل ٤).

وزن تر علوفه: اثر رقم بر وزن تر علوفه (تولید علوفه) معنی‌دار گردید (جدول ۳). بر اساس مقایسه میانگین‌های صورت گرفته، رقم ۷۰٤ نسبت به رقم ٦٦٦ از قابلیت بیشتری برای تولید علوفه برخوردار است (جدول ۵). بررسی داده‌های آزمایشی نشان می‌دهد اگر چه قطع مراحل مختلف آبیاری در مراحل مختلف اثر معنی‌داری بر عملکرد تر علوفه بروز نداد، لیکن قطع آبیاری در مراحل ساقه‌رفتن و ظهور گل تاجی کمترین مقدار تولید علوفه را داشته است که با نتایج آزمایشات مهرابیان مقدم و همکاران (Mehrabian moghadam et al., 2011) مشابهت دارد. نتایج جدول تجزیه واریانس ۳ نشان می‌دهد، اثر متقابل سه فاکتور آبیاری، رقم و سایکوسل از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین میزان تولید علوفه به ترتیب از برهمکنش تیمارهای آبیاری شاهد، رقم ۷۰٤ و کاربرد غلظت ۰/٤ گرم در لیتر کلرمکوات کلراید و تیمار حذف آبیاری در مرحله ظهور گل تاجی، رقم ٦٦٦ بدون کاربرد ماده تنظیم کننده رشد حاصل گردید (شکل ۵).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس یافته‌های این آزمایش، تنش رطوبتی روی صفات تحت بررسی با شدت‌های مختلف موثر بوده است. از بین مراحل رشد و نمو ذرت، ساقه‌رفتن حساس‌ترین مرحله رشد بوده و گیاه متحمل خسارت سنگینی می‌گردد. بنابراین توصیه می‌شود در رژیم آبیاری، مرحله ساقه رفتن در اولویت قرار گیرد. کاربرد سایکوسل بصورت پیش تیمار بذر نیز غیر از اثر معنی‌دار بر ارتفاع بوته، تأثیری بر دیگر صفات مورد مطالعه بروز نداد؛ البته با دقت در نتایج حاصل، اگر چه مصرف سایکوسل اثر معنی‌داری بر صفات وزن تر علوفه، وزن خشک برگ، ساقه، بلال و علوفه نداشت، لیکن برتری نسبی در کاربرد دوز ۰/٤ گرم در لیتر در صفات فوق قابل مشاهده است. با بررسی نتایج آزمایش‌های مرتبط دیگر پژوهشگران و مقایسه دستاوردهای تحقیق حاضر به نظر می‌رسد مصرف

Archive of SID

www.SID.ir

پیش تیمار بذر نسبت به محلول‌پاشی آن با سایکوسل از کارآیی لازم برخوردار نیست.

جدول ۲- میانگین مربعات برخی صفات ذرت

Table 2- Mean squares of some maize characters

منابع تغییر	درجه آزادی Degree of Freedom	میانگین مربعات			
		تعداد برگ Leaf no	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع بوته Plant Height	وزن خشک برگ Dry weight of leaf
تکرار(Replication)	2	0.823	402.389	196.994	662.079
آبیاری (Irrigation)	3	0.435	646.834*	889.201*	453.633**
اشتباه ۱ (Eror 1)	6	2.189	78.608	138.093	78.246
رقم (Cultivar)	1	22.222**	1253.336**	3423.782**	50.870
آبیاری × رقم (Irrigation×Cultivar)	3	0.472	236.660*	193.911	122.670
اشتباه ۲ (Eror 2)	8	0.576	80.450	73.509	178.215
سایکوسل (CCC)	2	0.094	238.378	1258.462**	48.484
آبیاری × سایکوسل (Irrigation×CCC)	6	0.237	76.971	84.253	193.640
رقم × سایکوسل (Cultivar×CCC)	2	0.691	31.432	385.612**	116.049
آبیاری × رقم × سایکوسل (Irrigation×Cultivar×CCC)	6	0.510	189.121*	347.589**	83.392
اشتباه ۳ (Eror 3)	32	0.769	73.117	61.781	118.730
CV		7.57	5.36	3.39	9.98

* و ** به ترتیب: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

** and *, Significant at 0.05 and % 0.01 probability levels, respectively

جدول ۳- میانگین مربعات برخی صفات ذرت

Table 3- Mean squares of some maize characters

منابع تغییر	درجه آزادی Degree of Freedom	میانگین مربعات			
		وزن خشک ساقه Dry weight of stem	وزن خشک بلال Dry weight of ear	وزن خشک علوفه Dry weight of leaf	وزن تر علوفه Dry weight of forage
تکرار(Replication)	2	9007.597	120792.094	214.856	684.523
آبیاری (Irrigation)	3	6800.318	384323.616*	449.040*	102.228
اشتباه ۱ (Eror 1)	6	1381.129	68246.354	79.307	36.839
رقم (Cultivar)	1	67120.206**	360570.279*	121.474	950.771**
آبیاری × رقم (Irrigation×Cultivar)	3	1130.251	6117.269	8.363	42.363
اشتباه ۲ (Eror 2)	8	1787.821	32378.050	40.298	24.461
سایکوسل (CCC)	2	15.579	78250.575	79.063	9.066
آبیاری × سایکوسل (Irrigation×CCC)	6	2824.619	64353.395	64.669	77.615
رقم × سایکوسل (Cultivar×CCC)	2	616.676	104485.796	124.031	174.132
آبیاری × رقم × سایکوسل (Irrigation×Cultivar×CCC)	6	1870.837	131321.271*	160.039*	234.705**
اشتباه ۳ (Eror 3)	32	1288.171	49481.984	58.554	65.508
CV		10.44	17.61	15.16	

* و ** به ترتیب: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

** and *, Significant at 0.05 and % 0.01 probability levels, respectively

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- مقایسه میانگین سطوح تیمار برخی صفات ذرت

Table 4- The means comparison of treat levels of some maize characters

وزن خشک برگ Dry weight of leaf (gr/m^2)	ارتفاع بوته Plant Height (cm)	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد برگ Leaf no	فاکتورهای آزمایشی
				آبیاری (Irrigation)
105.616 b	238.85 a	15.94 a	11.72	I_1
104.147 b	222.68 b	15.11 b	11.61	I_2
113.237 a	231.444 ab	16.34 a	11.36	I_3
113.775 a	235.78 a	16.72 a	11.64	I_4
				رقم (Cultivar)
257.83	239.09 a	16.37 a	12.14 a	704
251.27	225.29 b	15.53 b	11.03 b	666
				سایکوسل CCC
257.12	233.25 b	16.15	11.58	شاهد Control
257.16	238.85 a	15.59	11.65	0.4 (g/l)
249.38	224.48 c	16.11	11.52	0.8 (g/l)

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشند.

means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Dancan's Multiple Range Test

جدول ۵- مقایسه میانگین سطوح تیمار برخی صفات ذرت

Table 5- The means comparison of treat levels of some maize characters

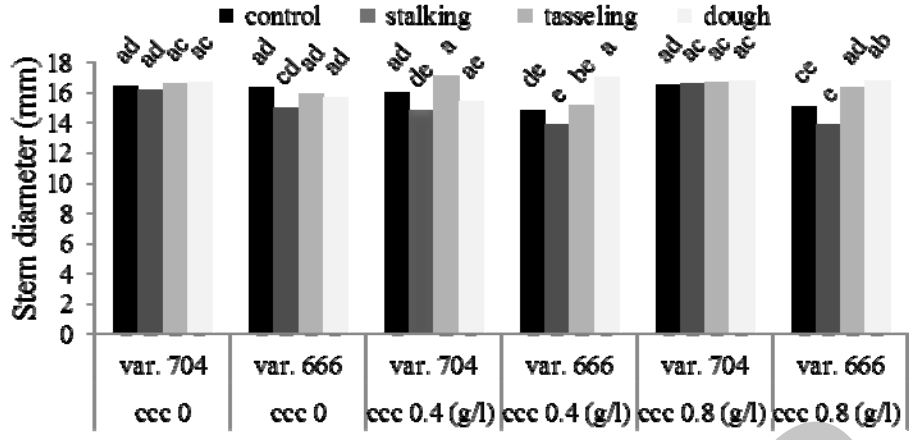
وزن تر علوفه Dry weight of forage (ton/ha)	وزن خشک علوفه Dry weight of leaf (ton/ha)	وزن خشک بلال Dry weight of ear (gr/m^2)	وزن خشک ساقه Dry weight of stem (gr/m^2)	فاکتورهای آزمایشی
				آبیاری (Irrigation)
78.554	17.500 a	1419.6 a	224.806 ab	I_1
75.675	14.305 c	1129.5 c	196.939 b	I_2
76.149	14.935 bc	1148.1 bc	232.273 a	I_3
80.838	17.111 ab	1355.2 ab	242.222 a	I_4
				رقم (Cultivar)
81.438 a	15.552	1192.3 b	254.593 a	704
74.170 b	16.374	1333.9 a	193.528 b	666
				سایکوسل CCC
77.115	15.904	1259.5	223.3	شاهد Control
78.295	16.564	1321.9	224.905	0.4 (g/l)
78.002	15.421	1207.9	223.975	0.8 (g/l)

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشند.

means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Dancan's Multiple Range Test

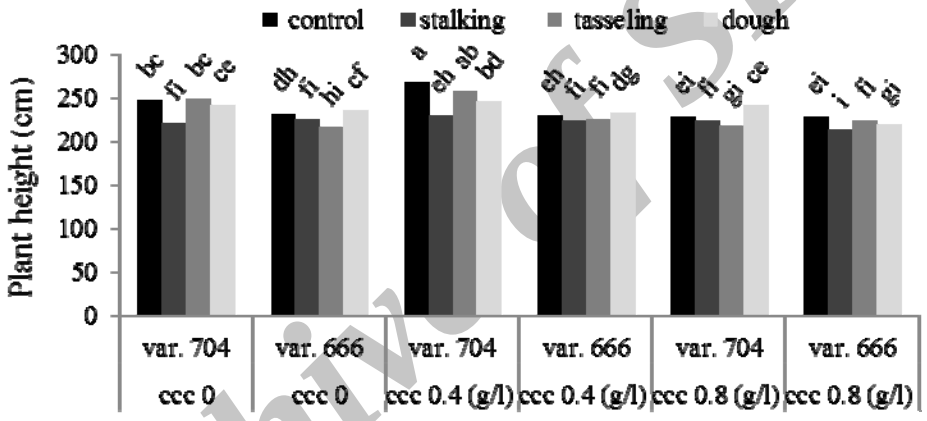
Archive of SID

www.SID.ir



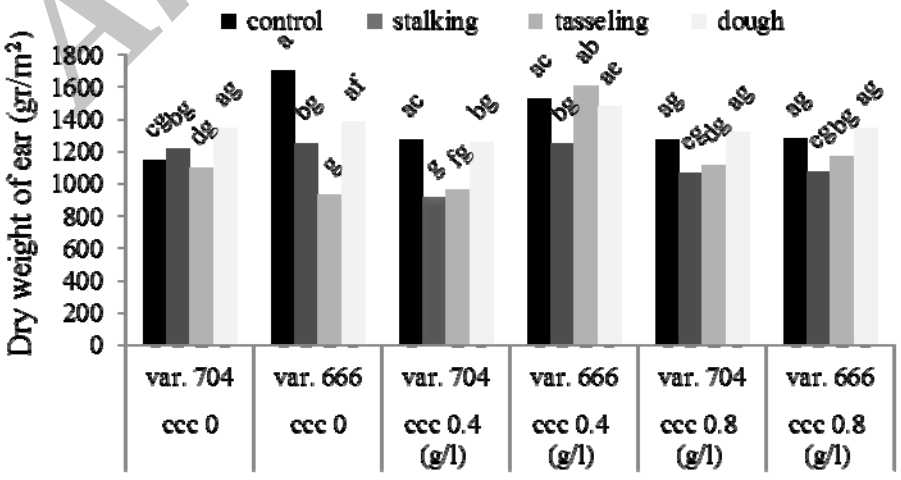
شکل ۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری، رقم و سایکوسل بر قطر ساقه

Fig 1- Mean comparison interaction of the irrigation, cultivar and CCC on stem diameter



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری، رقم و سایکوسل بر ارتفاع بوته

Fig 2- Mean comparison interaction of the irrigation, cultivar and CCC on plant height

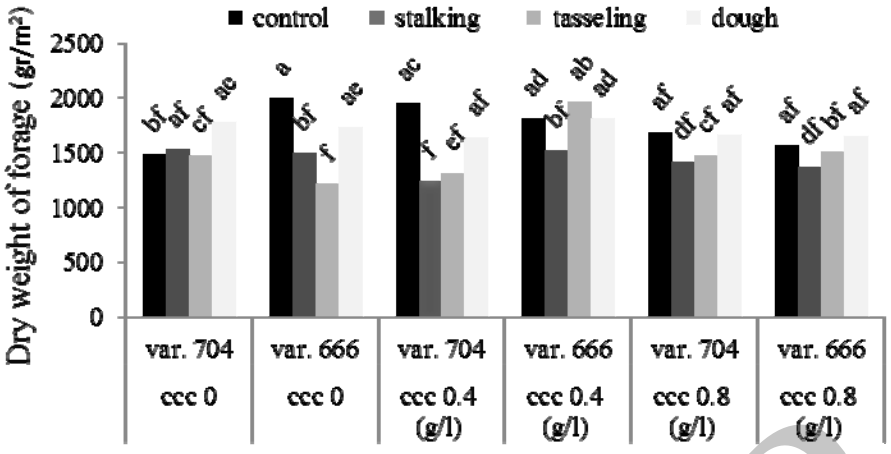


شکل ۳- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری، رقم و سایکوسل بر وزن خشک بلال

Fig 3- Mean comparison interaction of the irrigation, cultivar and CCC on dry weight of ear

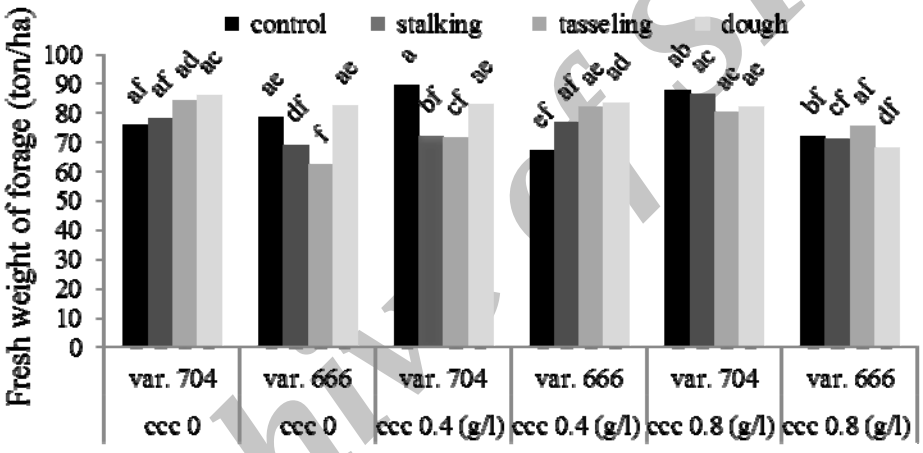
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری، رقم و سایکوسل بر وزن خشک علوفه

Fig 4- Mean comparison interaction of the irrigation, cultivar and CCC on dry weight of forage



شکل ۵- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری، رقم و سایکوسل بر وزن تر علوفه

Fig 5- Mean comparison interaction of the irrigation, cultivar and CCC on fresh weight of forage

References منابع مورد استفاده

✓ Allen, R. R., and J. T. Musick. 1993. Planting date, water management, and maturity length relation for irrigation grain sorghum. American Society of Agricultural Engineers. 36 (4): 1123- 1129.

✓ Arteca, R. 1996. Plant Growth Substances. Principles and Applications. New York: Chapman and Hall.

✓ Ashofteh Beiragi, M., M. Ebrahimi., K. Mostafavi., M. Golbashy, and S. K. Khavari. 2011. A study of morphological basis of corn (*Zea mays* L.) yield under drought stress condition using correlation and path coefficient analysis. Journal of Cereals and Oilseeds. 2 (2): 32- 37.

✓ Aslam, M., I. A. Khan., M. Saleem, and Z. Ali. 2006. Assessment of water stress tolerance in different maize accessions at germination and early growth stage. Pakistan Journal of Botany. 38 (5): 1571- 1579.

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Barrett, J. E., and T. A. Nell. 1992. Efficacy of paclobutrazol and uniconazole on four bedding plant species. Horticulture Science. 27: 896- 897.

✓ Ceccarelli, S., and S. Grando. 1996. Drought as a challenge for the plant breeder. Plant Growth Reg. 20: 149- 155.

✓ Emam, Y., and G. Ranjbar. 2010. The effect of plant density and water stress during vegetative phase on grain yield, yield components and water use efficiency of maize. Iranian Journal of Crop Sciences. 2 (3): 51-62. (In Persian)

✓ Gallagher, J.N., and P.V. Biscoe. 1978. Radiation absorption, growth and yield of cereals. The Journal of Agricultural Science. 91: 47- 60.

✓ Hashemzadeh, F. 2006. Drought stress and Cycocel effects on quantitative characteristics of corn varieties in secound cultivation. M.Sc. Thesis. Department of Agronomy and Plant Breeding of Azad University of Tabriz, Iran. (In Persian)

✓ Hashemzadeh, F., M. Roshdi, and M. Yarnia. 2011. Evaluation of grain yield and some agronomic characteristics of maize varieties under drought stress conditions and Cycocel application in second cultivation. Field Crops and Weeds Echophysiology. 17: 65- 78. (In Persian)

✓ Jajarmi, V. 2009. Effect of water stress on germination indices in seven wheat cultivar. World Academy of Science, Engineering and Technology. 49: 105- 106.

✓ Kang, Sh., W. Shi, and J. Zhang. 2000. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. Field Crops Research. 67: 207- 214.

✓ Karimi, M. M. 2003. Zoning of Agricultural Climates of IRAN. Infrastructure and Productive Commission, Expediency Discernment Council, Islamic Republic of Iran. (In Persian)

✓ Karimi, A. 2009. Effect of plant growth reglators (PGRs) on morphophiziological traits and its components of corn, Single Cross 704. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Urmeia, Iran. (In Persian)

✓ Karimi, M., M. Esfahani., M. H. Bigluei., B. Rabiee, and A. G. Kafi. 2009. Effect of deficit irrigation treatments on morphological traits and growth indices of corn forage in the Rasht climate. Electronic Journal of Crop Production. 2 (2): 91- 110. (In Persian)

✓ Kouchaki, A., and G. H. Sarmadnia. 1993. Field Crops Physiology. Jahad Daneshgahi Mashhad Pub. 467 Pp. (In Persian)

✓ Löffler, C. M., J. Wei., T. Fast., J. Gogerty., S. Langton., M. Bergman., B. Merrill, and M. Cooper. 2005. Classification of maize environments using crop simulation and geographic information systems. Crop Science. 45: 1708- 1716.

✓ Ma, B. L, and D. L. Smith. 1992. Chlormequat and ethephon timing and grain production of spring barley. Agronomy Journal. 84: 934- 939.

✓ Mehrabian moghadam, N., M. J. Arvin., G. Khajouei, and K. Maghsoudi. 2011. Effect of salicylic acid on growth and forage and grain yield of maize under drought stress in field conditions. Seed and Plant Production Journal. 2 (27): 41- 55. (In Persian)

✓ Moniruzzaman, M. 2000. Effect of Cycocel (CCC) on the growth and yield manipulation of vegetable soybean, ARG Trainiy. Kasetsart University Kamphaen seen. Nakhon phathom, Thailand. 1- 16.

✓ Nadvar, A., G. Ardakani, G. Nourmohammadi, and A. Najafi. 2006. Effect of four different irrigation levels, trickle and stripe irrigation on water use efficiency and morphological characteristics of corn. Journal of Agriculture and Crops Breeding. 1 (1): 63- 73. (In Persian)

✓ Nesmith, D. S., and J. T. Ritchie. 1992. Short and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. Agronomy Journal. 84: 107- 113.

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Nourmohammadi, G., A. Siadat, and A. Kashani. 2008. Sereals Agronomy. Chamran University Pub. 446 Pp. (In Persian)

✓ Pandey, R. K., J. W. Maranville, and M. M. Chetima. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. II. *Shoot growth.* Agricultural Water Management Journal. 46: 15- 27.

✓ Pasian, C. C., and M. Bennett. 2001. Paclobutrazol soaked marigold, geranium, and tomato seeds produce short seedlings. Horticulture Science. 36: 721- 731.

✓ Rajala, A. 2003. Plant growth regulators to manipulate cereal Growth in northern growing conditions. University of Helsinki, Department of Applied Biology Section of Crop Husbandry Pub. 13: 47 Pp.

✓ Rezaverdinejad, V., T. Sohrabi, and A.M. Liaghat. 2006. Study of deficit irrigation effect on corn forage yield at its growth stage. 1th National Congress of Irrigation and Drainagenets. Ahvaz. (In Persian)

✓ Ritchie, S. W., J. J. Hanway, and G. O. Benson. 1992. How a corn plant develops. Special Report No. 48. Iowa State University. 21 Pp.

✓ Sadeghi, L., H. Madani, and M. Rafei. 2007. Effect of different levels of irrigation on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). Journal of New Agricultural Sciences. 4 (1): 267- 278. (In Persian)

✓ Sobardo, M. A. 1990. Drought responses of tropical corp. I. leaf area and yield components in the field Maydica. 35 (3): 221- 226.

✓ Yates, D. J., and M. D. Steven, 1987. Reflection and absorption of solar radiation by flowering canopies of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). The Journal of Agricultural Science. 109: 495- 502.

✓ Yazdanian, M., and R. Farshbafpour. 2005. Assessment of the sensitivity and death rates of adults of graphosoma lineatum (Linnaeus, 1758) fed Chlorocholine Chloride, a plant growth inhibitor, under laboratory conditions. Turkish Journal of Zoology. 29: 337- 343.

Archive of SID

www.SID.ir