

اثر تراکم کاشت و سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه و اجزای آن در ذرت دانه‌ای سینکل کراس ۳۰۴

سیما افتخاری ممقانی^۱، فرخ رحیم زاده خویی^۲ و مهرداد یارنیا^۲

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم کاشت و سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه و اجزای آن در ذرت دانه‌ای ۳۰۴، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز اجرا شد. سطوح مختلف آبیاری به عنوان عامل اصلی در ۴ سطح، شامل آبیاری پس از ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و سطوح مختلف تراکم کاشت به عنوان عامل فرعی در ۴ سطح، تعداد ۴/۵، ۵/۴، ۶/۷ و ۸/۹ بوته در مترمربع، در نظر گرفته شدند. بر اساس نتایج بدست آمده اثر متقابل سطوح آبیاری و تراکم کاشت، اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر صفات‌های وزن خشک اندام هوایی، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه، شاخص سطح برگ و شاخص برداشت داشت. به طوری که با افزایش فاصله آبیاری و کاهش تراکم، صفات مورد بررسی کاهش یافتند، و نیز شاخص سطح برگ با افزایش تراکم و فاصله آبیاری کاهش یافت. اثر سطوح آبیاری و تراکم کاشت بر ارتفاع بوته و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. بین تیمارهای مربوط به سطوح آبیاری، بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به تیمارهای ۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر به میزان ۷۴۵/۱۲ و ۳۴۷/۱ گرم در مترمربع بود. بالاترین عملکرد دانه و شاخص برداشت مربوط به تراکم ۶/۷ بوته در مترمربع به میزان ۷۴۱/۱ گرم در مترمربع بدست آمد. با افزایش دور آبیاری در هر مرحله از رشد ذرت باعث کاهش قابل توجهی در عملکرد دانه و تعداد دانه در بلال شد، و زمانی این کاهش، افزایش بیشتری یافت که تراکم بوته نیز افزایش یافت.

کلمات کلیدی: دور آبیاری، تراکم کاشت، عملکرد دانه و اجزای آن، ذرت.

تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۸

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، تبریز، ایران (نویسنده مسئول).

E- mail: S_etekhar12@yahoo.com

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران.

مقدمه و بررسی منابع علمی

ذرت به دلیل ویژگی‌های بسیار باارزش خود، به ویژه به دلیل قدرت سازگاری با شرایط اقلیمی گوناگون، بسیار زود در تمام دنیا گسترش یافت و مکان سوم را بعد از گندم و برنج از نظر سطح زیر کشت به خود اختصاص داد. امروزه ذرت در تغذیه بسیاری از مردمان دنیا، حیوانات، طیور و مصارف صنعتی نقش اساسی دارد (Nour-mohamadi et al., 2007). آب به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در تولید محصولات کشاورزی است که کمبود آن در بین عوامل محدود کننده طبیعی تولید بیشترین سهم را در کاهش محصولات زراعی در دنیا دارد. بنابراین به منظور حفظ امنیت غذایی، می‌بایست به کاهش اثرات کمبود آب بر تولید زراعی اهمیت بیشتری داده شود و روش‌های موثر در استفاده بهینه از آن به کار برده شود. در جهت نیل به این اهداف باید مدیریت آب در مزرعه مورد توجه قرار گیرد (Kochaki and Khoja-Hosseini, 2008; Mazaheri and Majnoon-Hoseini, 2006; Wydianatha and Tandon, 2001). تأثیر کمبود آب بر عملکرد ذرت، تابع شدت و زمان اعمال تنش می‌باشد. مرحله گرده‌افشانی و ظهور تارهای ابریشمی حساس‌ترین مرحله نسبت به تنش خشکی می‌باشد و تنش کم آبی در این مرحله تعداد دانه در بلال را به شدت کاهش می‌دهد. در این مرحله از رشد مواد فتوسنتزی بیش از قدرت پذیرش دانه‌ها تولید شده و این امر باعث افزایش وزن خشک ساقه می‌شود. تنش در مرحله پرشدن دانه تأثیری بر تعداد دانه

ندارد. ولی وزن آن‌ها به علت کاهش میزان فتوسنتز برگ و کمی انتقال مواد فتوسنتزی به طرف دانه کاهش می‌یابد (Nesmith and Ritchie, 1992). کاکیر (Cakir, 2004)، در خصوص اعمال تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد ذرت گزارش کرد که تنش رطوبتی در مرحله کاکل‌دهی و تشکیل بلال موجب کاهش شدید عملکرد محصول می‌شود. تنش در مرحله کاکل‌دهی موجب تاخیر در ظهور گل‌آذین ماده شده و حساس‌ترین مرحله برای ذرت است که موجب افت ۶۶ تا ۹۳ درصدی عملکرد می‌شود. حساس‌ترین زمان برای اجزای عملکرد نظیر تعداد دانه ذرت نسبت به تنش آبی بین ۲ تا ۲۲ روز بعد از ابریشم‌دهی است. اودا و همکاران و اوتیگو و همکاران (Ouda et al, 2006; Otegu et al., 2000)، گزارش کردند که تنش خشکی در طول فصل رشد سبب کاهش ارتفاع بوته در ذرت می‌شود علت این امر کاهش رشد رویشی در اثر کاهش تقسیم سلولی و رشد سلول‌ها می‌باشد. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می‌شود به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی بر روی گیاهان را می‌توان از روی ارتفاع تشخیص داد.

تراکم مطلوب بوته در هر منطقه بسته به عوامل محیطی و مدیریت زراعی متفاوت است (Majnoon-Hoseini and Mazaheri, 2006). ذرت گیاهی است که نسبت به تراکم بوته بسیار حساس می‌باشد و اگر تراکم به کار رفته کم باشد از عوامل تولید بهره برداری بهینه نمی‌شود. از سوی

همچنین ذرت گیاهی است که به تراکم بوته بسیار حساس می‌باشد و اگر تراکم به کار رفته کم باشد از عوامل تولید بهره‌برداری بهینه نمی‌شود. افزایش عملکرد ذرت مستلزم شناخت روش‌های مدیریتی مناسب است که از جمله این روش‌ها می‌توان به انتخاب رقم، تراکم گیاهی مناسب، میزان بهینه کود مصرفی، تاریخ کاشت و رژیم مناسب آبیاری اشاره نمود. تراکم بهینه بوته در هر منطقه بسته به رقم و مدیریت زراعی متفاوت است. هدف از این مطالعه بررسی سطوح مختلف آبیاری در ذرت و تعیین مناسب‌ترین فاصله آبیاری بر اساس تشتک تبخیر کلاس A و تراکم برای حصول بالاترین عملکرد دانه و شاخص برداشت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در اراضی کرکج در ۱۰ کیلومتری شرق تبریز اجرا گردید. این محل با ۱۳۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا و در طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی قرار گرفته است. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، منطقه دارای اقلیم نیمه خشک و سرد می‌باشد. بافت خاک از نوع لوم شنی، ساختمان آن مناسب و pH خاک‌های منطقه در محدوده قلیایی تا متوسط قرار دارد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد.

دیگر افزایش بیش از حد تراکم بوته باعث عقیمی گلها و کاهش عملکرد دانه می‌شود (Harper, 1983). کارایی جذب انرژی تابشی خورشید به سطح برگ محصول وابسته است و این پارامتر با تغییر تراکم و توزیع بوته‌ها در سطح مزرعه در ارتباط است. ایجاد پوشش گیاهی موثر مستلزم آن است که در تراکم کاشت دقت لازم صورت پذیرد. رقابت برای نور مهم‌ترین عامل افت عملکرد در اثر توزیع نامعتادل بوته قلمداد شده است. پژوهش‌های انجام شده در مورد اثر تراکم بر روی شاخص‌های رشد ذرت عمدتاً شاخص سطح برگ را مورد تاکید قرار داده است. از آنجایی که سرعت افزایش سطح برگ تعیین کننده سرعت افزایش ظرفیت فتوسنتزی در گیاه است لذا دارای اهمیت خاصی است (Mohammadi et al., 2008). با افزایش تراکم کیفیت نور دریافتی تغییر می‌کند. به طور کلی نور قرمز توسط برگ‌های بالایی جذب می‌شود. نور قرمز دور در پایین سایه‌انداز افزایش می‌یابد. افزایش نسبت نور قرمز دور به قرمز موجب کاهش تنفس گیاهی و اختصاص آسمیلات بیشتری به بخش‌های فوقانی سایه‌انداز و ساقه اصلی می‌شود و فاصله میان گره‌ها و در نتیجه ارتفاع افزایش می‌یابد. تحقیقات نشان می‌دهد با افزایش تراکم عملکرد دانه، وزن خشک بلال و درصد چوب بلال کاهش یافت (Rafiee, 2007).

کمیاب آب مهم‌ترین عامل محدود کننده توسعه کشت و زرع ذرت محسوب شده عملکرد سالانه آنرا به میزان ۱۷ درصد کاهش می‌دهد.

بر اساس میزان تبخیر انجام یافته از تشتک تبخیر آمریکایی کلاس A و تیمارهای آزمایش انجام گرفت. در طی آزمایش هیچ نوع آفات یا بیماری در مزرعه مشاهده نشد. عملیات برداشت بوته‌ها پس از رسیدگی کامل انجام شد. بلافاصله پس از ظهور ابریشم بلال در هر پلات اقدام به انتخاب ۵ بوته یکسان و تحت رقابت بعد از حذف ۲ ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتها گردیده و بوته‌های انتخابی با روبان علامت‌گذاری شدند. این بوته‌ها به منظور ارزیابی و اندازه‌گیری صفات مورد بررسی در مرحله رشدی گیاه مورد استفاده قرار گرفتند. نمونه‌برداری از بخش‌های هوایی گیاه در طول پرشدن دانه و در زمان رسیدگی فیزیولوژیک انجام گردید. صفات ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، شاخص سطح برگ، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت تعیین و محاسبه شد. محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین با استفاده از برنامه آمار MSTATC و رسم شکل‌ها بهره‌گیری از نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته نشان داد که اثر سطوح مختلف آبیاری و تراکم بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. ولی اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین‌های انجام شده، تراکم

سطوح مختلف آبیاری به عنوان عامل اصلی در ۴ سطح، شامل آبیاری پس از ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و سطوح مختلف تراکم کاشت به عنوان عامل فرعی در ۴ سطح، تعداد ۴/۵، ۵/۴، ۶/۷ و ۸/۹ بوته در مترمربع، در نظر گرفته شدند. در این آزمایش هر کرت با ابعادی به طول ۴ متر و عرض ۳ متر با ۴ ردیف کاشت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود. فاصله کرت‌های فرعی از یکدیگر یک خط نکاشت و فاصله کرت‌های اصلی دو خط نکاشت و فاصله تکرارهای آزمایشی ۲ متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت به وسیله دست انجام گرفت.

در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۹ عملیات تکمیلی زراعی شامل شخم سطحی زمین، دیسک زنی و تهیه پشته‌ها صورت گرفت. عملیات کاشت در تاریخ ۲۳ اردیبهشت ماه به روش کپه انجام و در هر کپه ۳ بذر در عمق ۵-۴ سانتی‌متری قرار داده شد و بلافاصله پس از کاشت کلیه تیمارها آبیاری، شدند. وجین و کنترل علف‌های هرز نیز به طور یکسان و مداوم در طول فصل رشد به صورت دستی انجام گرفت. پس از ظهور و استقرار بوته‌ها در ارتفاع ۱۵-۱۰ سانتی‌متری عملیات تنک با هدف حفظ بوته قویتر در هر کپه و تنظیم فاصله بوته‌ها روی ردیف انجام پذیرفت.

آبیاری تا مرحله کاکل‌دهی در کلیه تیمارها به صورت یکسان و به طور متوسط هر هفته یک بار انجام شد. پس از رسیدن به مرحله کاکل‌دهی سطوح مختلف آبیاری اعمال گردید. آبیاری مزرعه

پس از ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر معادل ۱۱۳/۴ سانتی‌متر حاصل شد. لازم به ذکر است که بین سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. سطوح آبیاری پس از ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر در مقایسه با آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر منجر به کاهش ارتفاع بوته به ترتیب به میزان ۱۷، ۲۶ و ۳۷ درصدی شد (جدول ۳). سیلیبی و همکاران (Celebi et al., 2010)، هم‌چنین در تحقیقات خود گزارش کردند که با افزایش مصرف آب ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

وزن خشک اندام هوایی: اثر سطوح مختلف

آبیاری و تراکم کاشت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بین اثرات متقابل سطوح مختلف آبیاری در تراکم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین‌های انجام شده نشان داد تنش آبیاری پس از ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌داری بین سطوح تراکمی مشاهده نشد، در حالی که در سایر تیمارهای آبیاری، با کاهش تراکم از وزن خشک اندام هوایی به طور معنی‌داری کاسته شد. در سطح آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، تراکم‌های ۶/۷ و ۸/۹ بوته در مترمربع، افزایشی ۳۴ و ۴۴ درصدی در وزن خشک اندام هوایی نسبت به تراکم ۴/۵ بوته در مترمربع در همین سطح آبی را نشان داد. در سطح آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کاهش تعداد بوته از ۸/۹ بوته در مترمربع به ۶/۷

کاشت ۸/۹ بوته در مترمربع بیشترین ارتفاع و تراکم کاشت ۴/۵ بوته در مترمربع کمترین ارتفاع بوته را دارا بود. بین سطوح تراکم ۸/۹ و ۶/۷ و هم‌چنین ۶/۷ و ۵/۴ تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۲). سطوح تراکم ۴/۵، ۵/۴ و ۶/۷ بوته در مترمربع در مقایسه با سطح تراکم ۸/۹ بوته در مترمربع منجر به کاهش ارتفاع به ترتیب به میزان ۱۲، ۷ و ۴ درصد شد. با افزایش تراکم گیاه و کاهش فواصل ردیف کاشت ارتفاع گیاه و قطر ساقه تغییر می‌کنند و هر چه تعداد گیاه در واحد سطح افزایش و فاصله ردیف کاشت کاهش یابد نوری که به کف کانویی می‌رسد کم شده و رقابت بین اندام‌های گیاه برای جذب بیشتر تشعشع زیاد شده و از طرف دیگر تخریب نوری اکسین صورت نمی‌گیرد، که مجموعه این عوامل می‌توانند باعث افزایش طول میان‌گره‌ها، کاهش قطر ساقه و افزایش ارتفاع گیاه گردد. به طور کلی با افزایش تراکم بوته، ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد (Mohammadi et al., 2008; Rajan and Swanton, 2001; Feyzbakhsh et al., 2007; Tetio and Gardner, 1988)، که در تراکم‌های زیاد رقابت برای دریافت رطوبت، مواد غذایی و نور افزایش می‌یابد از جمله نتایج این رقابت کاهش قطر ساقه، ارتفاع گیاه و افزایش ارتفاع بلال از سطح زمین می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح مختلف آبیاری بیانگر آن است که بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۱۷۸/۱ در تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر بدست آمد که اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر سطوح آبیاری داشته است و کمترین ارتفاع بوته در تیمار آبیاری

در سطح آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر نیز تراکم‌های ۵/۴، ۶/۷ و ۸/۹ بوته در مترمربع، شاخص سطح برگ بیشتری را نسبت به تراکم ۴/۵ بوته در مترمربع داشت، ولی اختلاف معنی‌داری از نظر شاخص سطح برگ بین تراکم‌های ۵/۴، ۶/۷ و ۸/۹ بوته در مترمربع مشاهده نشد. در سطح آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر تراکم‌های ۵/۴، ۶/۷ و ۸/۹ بوته در مترمربع به ترتیب ۳۳، ۴۹ و ۵۰ درصد شاخص سطح برگ بیشتری داشت. در سطح آبیاری پس از ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای تراکم مشاهده نشد (شکل ۲). با توجه به نتایج به دست آمده از این بررسی همگام با کاهش شاخص سطح برگ با کاهش میزان آب آبیاری در ذرت، از اختلاف بین تیمارهای تراکم بوته از نظر شاخص سطح برگ کاسته می‌شود. تحت شرایط تراکم بالا مقدار بیشتری از تشعشع خورشیدی توسط گیاهان جذب می‌شود. زیرا جمعیت گیاهی و شاخص سطح برگ بالا می‌باشد (Lone et al., 2009).

تعداد دانه در بلال: از لحاظ تعداد دانه در بوته بین سطوح مختلف آبیاری و تراکم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده گردید. و هم‌چنین اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و تراکم بر این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در آبیاری پس از ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر تغییر تراکم اختلاف

۵/۴ و ۴/۵ بوته در مترمربع، به ترتیب منجر به کاهش ۲۱، ۳۰ و ۳۸ درصدی در وزن خشک اندام هوایی گردید (شکل ۱). وقتی عوامل تنش‌زای غیر زیستی افزایش می‌یابد، تداخل مثبت بین گیاهان (فرآیند تسهیل) افزایش می‌یابد (Pugnaire and Luque, 2001)، به خصوص تحت شرایطی که چند عامل محدود کننده در جامعه گیاهی وجود دارد (Brooker, 2008). در مقابل رقابت وقتی غالب است که عوامل تنش‌زای فیزیکی از سطوح نسبتاً پایینی برخوردار است (Pugnaire and Luque, 2001). در آزمایشی توسط (Hong and Ji-yun, 2007)، تنش خشکی باعث کاهش بیوماس ریشه‌ها، ساقه و برگ‌ها شد.

شاخص سطح برگ: اثر تراکم کاشت و آبیاری بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل آبیاری و سطوح مختلف تراکم کاشت بر این صفت در سطح احتمال ۵ معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین صفت شاخص سطح برگ نشان داد که بیشترین میزان شاخص سطح برگ در صورت آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و در تراکم ۸/۹ بوته در مترمربع به میزان ۳/۷۹ واحد به دست آمد که نسبت به تراکم ۴/۵ بوته در همین سطح آبیاری ۶۰ درصد بیشتر بود. در سطح آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، تراکم‌های ۵/۴ و ۶/۷ بوته در مترمربع نیز نسبت به تراکم ۴/۵ بوته در مترمربع، افزایشی به ترتیب ۲۱/۷ و ۴۳ درصدی را در شاخص سطح برگ بوته‌های ذرت باعث شد.

نظر وزن صد دانه مشاهده نشد (شکل ۴). (Moser et al., 2006)، گزارش نمودند خشکی قبل از گرده‌افشانی تعداد دانه در هر ردیف و وزن صد دانه را در ذرت کاهش می‌دهد.

عملکرد دانه: اثر سطوح مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. و همچنین اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و سطوح مختلف تراکم کاشت بر عملکرد معنی‌دار نبود (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین مشخص شد که تراکم ۶/۷ بوته در مترمربع و تراکم ۴/۵ بوته در مترمربع به ترتیب بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه را داشتند.

کاهش عملکرد دانه در تراکم ۸/۹ بوته در مترمربع مربوط به کاهش قابل توجه وزن دانه در بوته بود و بین تراکم‌های ۴/۵ و ۵/۴ بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). سطوح تراکم ۴/۵، ۵/۴ و ۸/۹ بوته در مترمربع در مقایسه با سطح تراکم ۶/۷ بوته در مترمربع منجر به کاهش عملکرد دانه به میزان ۱۶، ۲۳ و ۳۳ درصدی گردید (جدول ۲). کاهش عملکرد در تراکم زیاد ممکن است مربوط به افزایش درصد بلال‌های عقیم (به دلیل طولانی شدن فاصله میان گره‌ها و ظهور کاکل)، کاهش تعداد دانه در بلال، کاهش وزن دانه و یا ترکیبی از این اجزای باشد (Hashemi-Dezfouli and Herbert, 1992). مقدم و هادی زاده (Moghaddam and Hadizadeh, 2000)، گزارش نمودند که در کرج عملکرد دانه ذرت ۷۰۴ در

معنی‌داری در تعداد دانه ایجاد نکرد. ولی در آبیاری پس از ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کاهش تراکم موجب کاهش تعداد دانه در بوته گردید. در این دو سطح آبیاری، تراکم ۴/۵ بوته در مترمربع به ترتیب کاهشی ۲۴ و ۳۰ درصدی در تعداد دانه نسبت به تراکم ۶/۷ بوته در مترمربع نشان داد (شکل ۳). در این مطالعه در تراکم ۴/۵ بوته در مترمربع آبیاری پس از ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر منجر به کاهش ۳۰ درصدی تعداد دانه نسبت به سطح آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر شد. در حالی‌که در سطح تراکم ۶/۷ بوته در مترمربع، بین سطوح آبیاری از نظر تعداد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

وزن صد دانه: تجزیه واریانس وزن صد دانه

نشان داد که اثر سطوح مختلف آبیاری و تراکم بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. و همچنین اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر وزن صد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). اعمال کم آبی منجر به کاهش وزن صد دانه گردید. تاثیر تنش در تراکم‌های پایین، بیشتر بود. در تراکم ۴/۵ بوته در مترمربع آبیاری پس از ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کاهشی ۱۹ درصدی در وزن صد دانه نسبت به آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر گردید. در تراکم ۵/۴ بوته در مترمربع نیز آبیاری پس از ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کاهشی ۱۹ درصدی را در وزن صد دانه باعث شد. اما در تراکم ۸/۹ بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری از

تراکم‌های ۷۰، ۱۰۰، ۱۴۰ هزار بوته در هکتار به ترتیب ۷/۲، ۶/۸ و ۵/۵ تن در هکتار بود.

مقایسه میانگین سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به میزان (۷۴۸/۱۲ گرم در مترمربع) و کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار آبیاری پس از ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر برابر (۳۴۷/۱) گرم در مترمربع) به دست آمد بین سطوح آبیاری پس از ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌متر تبخیر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. آبیاری پس از ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر در مقایسه با آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A منجر به کاهش عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۳۹ و ۵۳ درصد گردید (جدول ۳). نتایج نشان داد که با افزایش تنش آبی عملکرد کاهش یافت.

ایرال و دیویس (Earl and Davis, 2003)، اثر تنش خشکی را بر عملکرد ذرت در دو تیمار (شاهد و تنش) بررسی کرده و اظهار داشتند که کمبود آب عملکرد ذرت را کاهش می‌دهد در این بررسی تیمار تنش ملایم و شدید عملکرد کل دانه را تا حدود ۶۳ تا ۸۵ درصد به ترتیب در سال اول و تا حدود ۱۳ تا ۲۶ درصد در سال دوم کاهش داد. رشیدی (Rashidee, 2005)، که تنش خشکی در طول دوره گلدهی باعث غیر همزمانی پیدایش اندام‌های نر و ماده ذرت گردید و فاصله آغاز ظهور گل‌تاجی و ابریشم‌ها را افزایش داد و در نتیجه عملکرد دانه ذرت کاهش یافت. در بررسی حاضر

علیرغم کاهش ۹۰ گرمی در عملکرد دانه با افزایش دور آبیاری از ۵۰ به ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، غیر معنی‌دار بودن این کاهش از یک طرف و صرفه‌جویی در مصرف آب به میزان ۱۰۰ درصد از طرف دیگر آبیاری ذرت پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک معقول به نظر می‌رسد.

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس شاخص برداشت نشان داد که اثر سطوح مختلف آبیاری و تراکم کاشت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. این موضوع نشان دهنده اثر پذیری این صفت از تیمارهای اعمال شده است. اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر روی این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان شاخص برداشت در بین تراکم‌های مورد بررسی در سطح آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر مشاهده شد (شکل ۶). در این سطح آبیاری تراکم ۸/۹ بوته در مترمربع منجر به کاهش ۹ درصدی شاخص برداشت نسبت به تراکم ۴/۵ بوته در مترمربع گردید. این کاهش در آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر معادل ۸ درصد بود. در سطوح آبیاری پس از ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، بین تیمارهای مختلف تراکم از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در تراکم ۴/۵ بوته در مترمربع، کاهش میزان آبیاری از ۵۰ به آبیاری پس از ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، شاخص برداشت را به ترتیب به میزان ۹ و ۱۲ درصد کاهش داد (شکل ۶). این کاهش در تراکم ۵/۴ بوته در مترمربع به

۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر می‌توان تنظیم نمود، و هم‌چنین تراکم ۶/۷ بوته در مترمربع با بالاترین عملکرد دانه و شاخص برداشت برای این منطقه قابل توصیه است.

ترتیب ۸ و ۱۰ درصد بود. محققین گزارش نموده‌اند که به دلیل تخصیص کمتر آسیمیلات‌ها به بخش‌های اقتصادی گیاهان تحت شرایط تنش کم آبی، شاخص برداشت کاهش می‌یابد (Hlavinka et al., 2009). در تراکم ۶/۷ بوته در مترمربع تنها سطح آبیاری پس از ۲۰۰ میلی‌متر از تشتک تبخیر تاثیر معنی‌داری داشت و شاخص برداشت را نسبت به آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به میزان ۶ درصد کاهش داد.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش بیشترین میزان عملکرد دانه به شرایط آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین مقدار آن در شرایط آبیاری پس از ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر تعلق داشت. هم‌چنین بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به تراکم ۶/۷ بوته در مترمربع و کمترین مربوط به تراکم ۴/۵ بوته در مترمربع به دست آمد. نتایج نشان داد با افزایش فاصله سطوح آبیاری ارتفاع بوته کاهش و با افزایش تراکم کاشت، افزایش می‌یابد. بنابراین در مناطق با محدودیت آبی برای دستیابی به حداکثر عملکرد باید تراکم کاشت را کمتر در نظر گرفت و در مناطق با عدم محدودیت آبی با توجه به شرایط منطقه برای استفاده بهینه از تمامی منابع رشدی، تراکم را بیشتر در نظر می‌گیرند. با توجه به کمبود منابع آبی در کشور بر اساس نتایج این تحقیق برای حصول بالاترین عملکرد دانه ذرت در این منطقه فاصله آبیاری را بر اساس آبیاری پس از

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تراکم کاشت و آبیاری بر روی صفات مختلف ذرت دانه‌ای

Table1- Analysis of variance effect for plant density and plant density on different characteristic in maize of grain maize

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	MS میانگین مربعات						
			شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Grain yield	وزن ۱۰۰ دانه 100 Kernal weight	تعداد دانه در بلال Kernal/ear	ارتفاع گیاه Plant height	وزن خشک اندام هوایی	شاخص سطح برگ LAI
Replication	تکرار	2	11/37	27272/62	20/25	1054/17	3699/88	210/66	0/584
Irrigation (A)	آبیاری	3	23/34*	123166/20**	138/42**	7323/59**	8966/24**	3749/96**	5/254**
Error a	خطای الف	6	3/84	9759/45	7/58	607/58	354/47	169/58	0/14
Density (B)	تراکم	3	6/13*	108774/35**	79/24**	3700/02**	784/79**	2615/16**	1/612**
A × B	اثر متقابل آبیاری × تراکم	9	5/07	17697/18 ^{ns}	23/77*	1097/58*	72/08 ^{ns}	575/6*	0/142*
Error b	خطای ب	24	1/62	8289/01	7/74	341/71	74/63	258/98	0/06
C.V. (%)	ضریب تغییرات	-	3/09	14/53	7/21	7/15	6/04	11/37	6/92

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪. ns: Not significant. *: Significant at the 5% probability level, **: Significant at the 1% probability levels, respectively.

LAI: Leaf area index

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری بر برخی صفات ذرت دانه‌ای

Table 2- Mean comparison effect of irrigation levels on some characteristics of grain maize

سطوح آبیاری levels of irrigation	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) Grain yield (gr/m ²)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)
50 mm	745/12 a	178/1 a
100 mm	655 ab	147/8 b
150 mm	451/39 b	132/6 b
200 mm	347/1 c	113/4 c

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level-Using Duncan's Multiple Range Test.

levels of irrigation corresponds with 50mm, 100mm, 150mm and 200mm evaporation from class A evaporation pan.

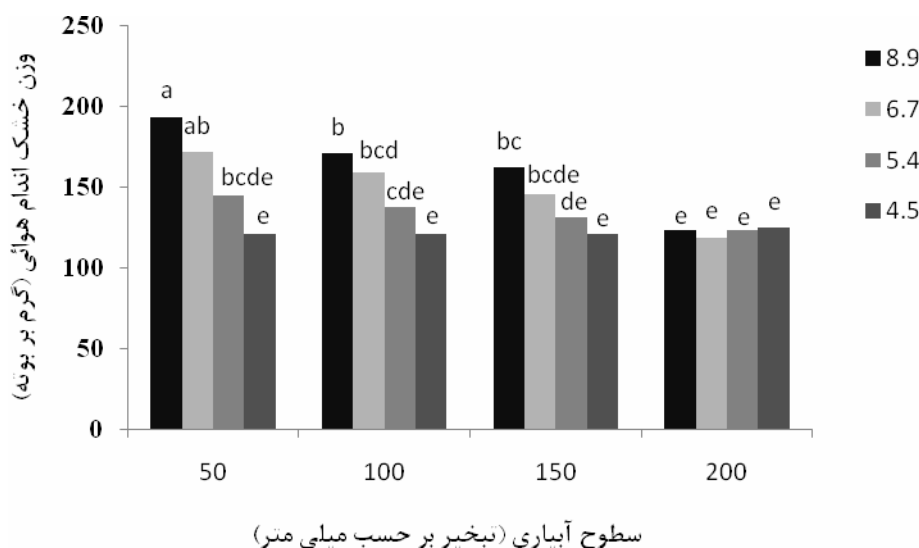
جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تراکم کاشت بر برخی صفات ذرت دانه‌ای

Table 3- Mean comparison effect of plant density on some characteristics

سطوح تراکم کاشت plant density	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) Grain yield (gr/m ²)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)
4/5	495/27 c	132/8 a
5/4	576/5 c	140/8 b
7/6	741/1 a	146/6 c
8/9	621 b	151/7 c

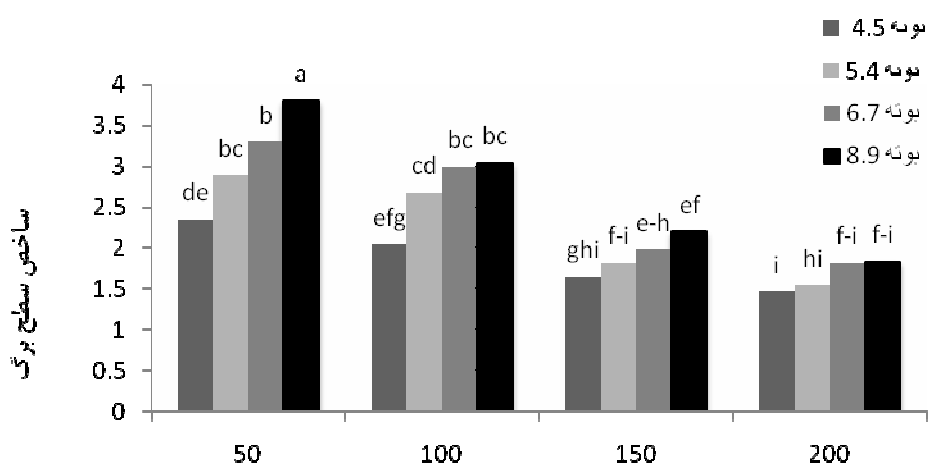
میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level-Using Duncan's Multiple Range Test.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کاشت و آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی

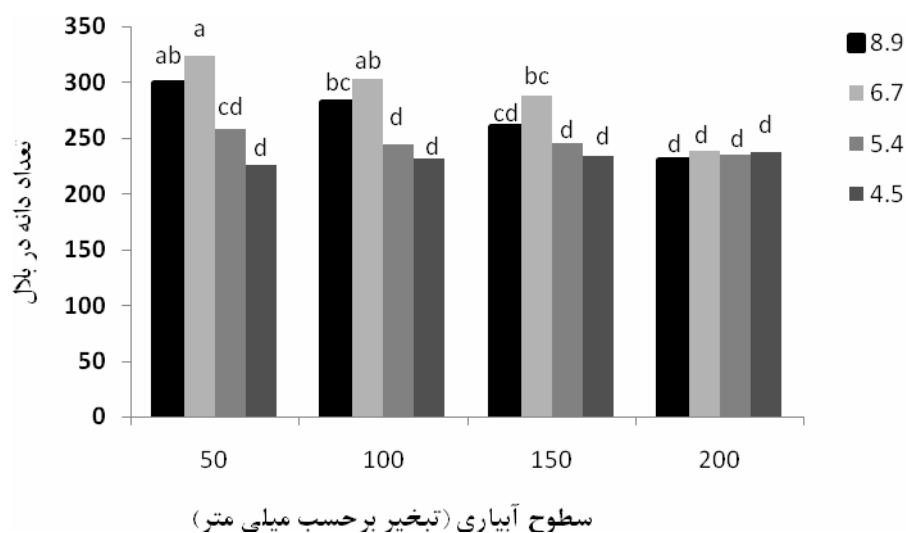
Fig 1- Mean comparison for the effect plant density and irrigation interaction on dry weight of aerial organs



سطوح آبیاری (تبخیر بر حسب میلی‌متر)

شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کاشت و آبیاری بر شاخص سطح برگ

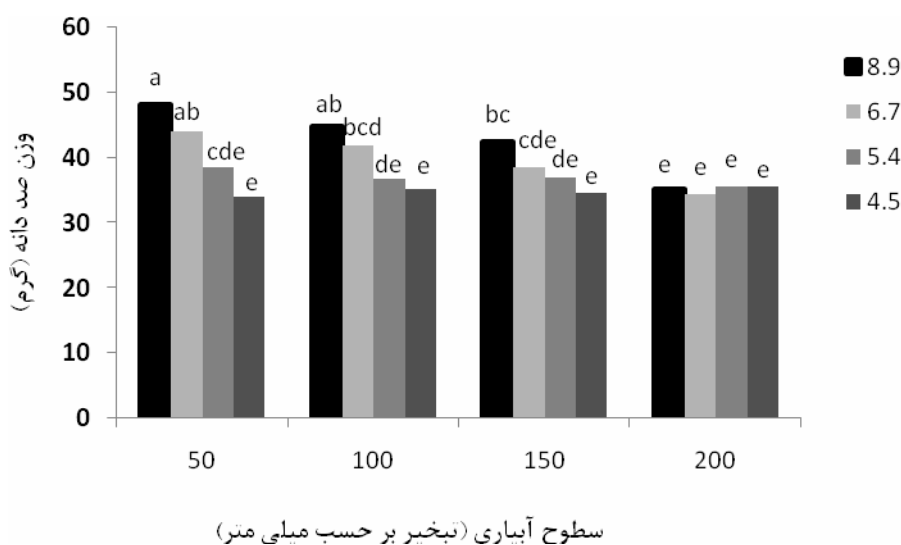
Fig 2- Mean comparison for the effect plant density and irrigation interaction on leaf area index



سطوح آبیاری (تبخیر بر حسب میلی‌متر)

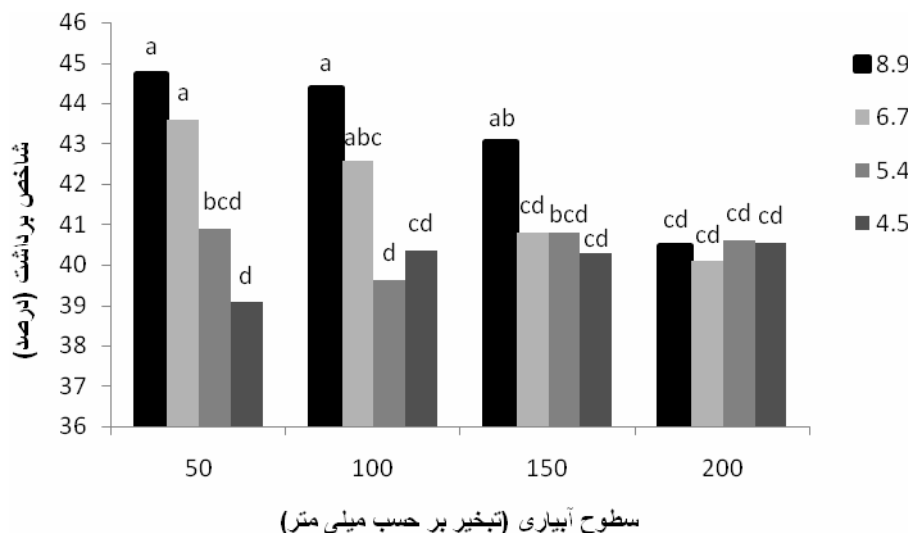
شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کاشت و آبیاری بر تعداد دانه در بال

Fig 3- Mean comparison for the effect plant density and irrigation interaction on Kernal/ear



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کاشت و آبیاری بر وزن صد دانه

Fig 4- Mean comparison for the effect plant density and irrigation interaction on 100 Kernal weights



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کاشت و آبیاری بر شاخص برداشت

Fig 5- Mean comparison for the effect plant density and irrigation interaction on Harvest index

References

منابع مورد استفاده

- ✓ Brooker, R. W., F. T. Maestre., R. M. Callaway., C. L. Lortie, and L. A. Cavieres. 2008. Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *Journal of Ecology*. 96: 18- 34.
- ✓ Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Res*. 89 (1): 1- 16.
- ✓ Earl, H. J., and R. F. Davis. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. *Agronomy Journal*. 95: 688- 696.

- ✓ Feyzbakhsh, M. T., N. A. Nemati., H. Mokhtarpour., S. A. Mosavat., A. R. Saberi, and F. Sheikh. 2007. The effect of removal and plant density on yield and yield components of sweet corn. Pajouhesh and Sazandegi. 77: 125- 130 (In Persian).
- ✓ Harper, J. L. 1983. Approaches to the study of plant competition. Pp. 1-39. In: F. L. Milthorpe (Ed.), Mechanisms in biological competition. 15th Symposium of Society of Experimental Biology.
- ✓ Hashemi-Dezfouli, A., and S. J. Herbert. 1992. Intensifying plant density response of corn with artificial shade. Agronomy Journal. 84: 547- 551.
- ✓ Hlavinka, P., M. Trnka., D. Semeradovaa., M. Dubrovsky., Z. Zalud, and M. Mozny. 2009. Effect of drought on yield variability of key crops in Czech Republic. Agricultural and Forest Meteorology. 149: 431- 442.
- ✓ Hong, W., and J. Ji-yun. 2007. Effects of zinc deficiency and drought on plant growth and metabolism of reactive oxygen species in maize (*Zea mays* L.). Agricultural Sciences in China. 6 (8): 988- 995.
- ✓ Kipling. S. B., J. L. Satterwhite, F. J. Arriaga, A. J. Pricea, and E. Van Santen. 2010. Conventional and glyphosate-resistant maize yields across plant densities in single- and twin-row configurations. Field Crops Research. 120: 330- 337.
- ✓ Kochaki, A., and M. Khoja-Hosseini. 2008. Modern Agronomy. Jahade Daneshgahi Publications, Mashhad (In Persian).
- ✓ Lone, B. A., B. Hasan., A. Singh., S. A. Haq, and N. R. Sofi. 2009. Effects of seed rate, row spacing and fertility levels on yield attributes and yield of soybean under temperate conditions, ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. 4 (2): 19- 25.
- ✓ Mazaheri, D., and N. Majnoon-Hoseini. 2006. Fundamental of agronomy. Tehran University Publications (In Persian).
- ✓ Moghaddam, A., and H. Hadizadeh. 2000. Study use of compression stress in drought stress tolerance varieties selection in Maize (*Zea mays* L.). Journal of Agricultural Science. 2(3): 25-38 (In Persian).
- ✓ Mohammadi, G. H., D. Kahrizi, and F. Sadeghi. 2008. Corn (Eugenic, pests, Diseases, Weeds and New technologies). Islamic Azad University Publication, Kermanshah Branch (In Persian).
- ✓ Moser, S. B., B. Feil., S. Jampatong, and P. Stamp. 2006. Effects of pre- anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. Agricultural Water Management. 81: 41- 58.
- ✓ Nesmith, D. S., and J. T. Ritchie. 1992. Short and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. Agron. J. 84: 107- 113.
- ✓ Nour-mohamadi, G., A. Siadat, and A. Kashani. 2007. Agronomy cereal crops. Ahwaz Shahid Chamran University Publication (In Persian).
- ✓ Otegui, M. E., F. H. Andrade, and E. E. Suero. 2000. Growth, water use and kernel abortion of maize subjected to drought at silking. Sci Dir. 40: 87- 94.
- ✓ Ouda, S. A., F. A. Khalil, and M. M. Tantawy. 2006. Predicting the impact of water stress on the yield of different maize hybrids. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2 (6): 369- 374.
- ✓ Pugnaire, F. L., and M. T. Luque. 2001. Changes in plant interactions along a gradient of environmental stress. Oikos. 93: 42- 49.
- ✓ Rafiee, M. 2007. Effects of plant density and planting pattern on grain yield of maize cultivar KSC 700. Iranian Journal of Crop Sciences. 23: 217- 232.
- ✓ Rajan, L., and C. J. Swanton. 2001. Understanding maize-weed competition: Light quality and the whole plant. Field Crops Research. 71: 139- 150.

-
- ✓ Rashidee, S. 2005. The effect of drought stress in different growth stage and various nitrogen levels on yield and yield components of TC647 corn in Khuzistan. M. Sc. Thesis. Khuzistan Agriculture and Natural Resources University (In Persian).
 - ✓ Celebi, S. Z., S. Demir., R. Celebi., E. D. Durakb, and I. Hakki Yilmaz. 2010. The effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) applications maize (*Zea mays* L.) yield in different irrigation regimes. European Journal of Soil Biology. 46: 302- 305.
 - ✓ Tetio, K. F., and F. P. Gardner. 1988. Responses of corn to plant population density. Ll. Reproductive evelopment, yield, and yield adjustments. Agron. J. 80: 935- 940.
 - ✓ Wydianatha, S., and H. Tandon. 2001. Micronutriat: Research and agricultural production, fertilizer development consolation organization. New Dali. India.