

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی ذرت Effects of Irrigation Regimes and Planting Density on Grain Yield and some Agronomic Traits of Corn

حمید نجفی نژاد و حسام‌الدین مداحیان

مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان

تاریخ دریافت: ۸۰/۱۲/۱۵

چکیده

نجفی نژاد، ح.، و مداحیان، ح. ۱۳۸۲. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی ذرت. نهال و بذر ۱۹: ۱۷۲-۱۵۵.

به منظور بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت (فواصل روی ردیف و بین ردیف) بر عملکرد برخی از خصوصیات زراعی ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴، آزمایشی در سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ در مزرعه تحقیقاتی ارزوئیه وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان در قالب کرت‌های دوبار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. رژیم‌های آبیاری به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی از طشتک تبخیر کلاس A، فاصله بین ردیف در دو سطح ۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر به عنوان فاکتور فرعی و فاصله روی ردیف در سه سطح ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر به عنوان فاکتور فرعی-فرعی در نظر گرفته شدند. بر اساس نتایج به دست آمده بین رژیم‌های مختلف آبیاری، فواصل بین ردیف و روی ردیف از لحاظ عملکرد دانه تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. بین تیمارهای مربوط به رژیم‌های آبیاری بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به تیمارهای ۷۵ و ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی از سطح طشتک تبخیر بود. با افزایش تراکم کاشت (کاهش فاصله روی ردیف و بین ردیف) تعداد دانه در بلال، طول بلال و میزان پروتئین دانه کاهش ولی عملکرد دانه افزایش یافت به نحوی که بیشترین عملکرد دانه به ترتیب در تراکم‌های ۱۱۱۱۰۰۰ بوته در هکتار (۶۰ × ۱۵ سانتی‌متر) و ۸۸۸۰۰ بوته در هکتار (۷۵ × ۱۵ سانتی‌متر) به دست آمد. همچنین با افزایش تنش رطوبتی و تراکم کاشت، راندمان مصرف آب (کیلوگرم دانه بر مترمکعب آب مصرفی) افزایش یافت. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت (فواصل بین ردیف و روی ردیف) بر شاخص برداشت معنی‌دار نگردید و این شاخص حدود ۵۲٪ به دست آمد. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق برای حصول بالاترین عملکرد دانه ذرت در منطقه ارزوئیه می‌توان زمان آبیاری را در سه ماهه اول فصل رشد ذرت بر اساس ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی و در یک ماهه آخر فصل رشد بر اساس ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی تنظیم نمود، هم‌چنین فواصل کاشت ۱۵ × ۶۰ و ۷۵ × ۱۵ سانتی‌متر برای این منطقه قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: ذرت، رژیم آبیاری، تراکم کاشت، عملکرد دانه.

این مقاله بر اساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۷۷۰۳۰-۱۵-۱۲-۱۱۵ مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان تهیه گردیده است.

مقدمه

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. در مورد واکنش ذرت به تراکم کاشت و رژیم‌های آبیاری آزمایش‌های زیادی انجام گرفته است. نتایج بسیاری از آزمایش‌ها حاکی از کاهش عملکرد ذرت در اثر تنش رطوبتی و افزایش آن پس از برطرف شدن تنش می‌باشد (Dek, 1986; Doorenbas and Kassam, 1979; Boyer and McPherson, 1975).

دنمید و شاو (Denmead and Shaw, 1960) اثر تنش رطوبتی خاک را در مراحل مختلف نمو مورد مطالعه قرار داده و نتیجه گرفتند که تنش رطوبتی قبل، در حین و بعد از کاکل‌دهی به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۲۱ درصد از عملکرد دانه می‌کاهد. لیانگ و همکاران (Liang et al., 1992) گزارش نمودند که حداکثر عملکرد دانه نیازمند تراکم زیاد، آبیاری زیاد، مصرف بالای کود و تأمین نیاز حرارتی (Heat unit) بالا می‌باشد، آن‌ها با اعمال عوامل مدیریتی در حد مطلوب (۹۰ هزار بوته در هکتار، ۴۰۰ کیلوگرم ازت، ۱۳۲ کیلوگرم فسفر، ۳۳۲ کیلوگرم پتاس در هکتار و آبیاری در فشار مکش ۱۵ کیلوپاسکال) عملکرد ۱۵/۲ تن در هکتار را گزارش نموده‌اند. در آزمایش

پامپلونا و همکاران (Pamplona et al., 1990) در شرایط آبیاری مطلوب، تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار، مصرف ۵۰۰ کیلوگرم ازت و ۳۰۰ کیلوگرم پتاسیم حداکثر عملکرد دانه به مقدار ۱۵/۶ تن در هکتار گزارش شده است. در آزمایش فوق با افزایش تراکم گیاهی در تمامی سطوح رژیم آبیاری قطر ساقه کاهش یافته بود. بر اساس مطالعات دورنباس و کسام (Doorenbas and Kassam, 1979) بالاترین میزان عملکرد ذرت پس از تخلیه حدود ۶۰ درصد آب قابل استفاده خاک حاصل گردید. بویر (Boyer, 1968) و دک (Dek, 1986) کاهش ارتفاع گیاه، کاهش سطح برگ، وزن برگ و ساقه را در اثر کمبود آب طی مراحل رشد رویشی ذرت گزارش نمودند. کارلن و راسل (Carlone and Russell, 1987) با بررسی اثرات تراکم بوته و فاصل ردیف گزارش نمودند در شرایط خشکی، جهت اجتناب از تنش آبی، تراکم‌های پایین مناسب می‌باشند ولی در شرایط آبیاری تراکم ۹-۷ گیاه در مترمربع را جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه مناسب دانسته‌اند. دانکن (Duncan, 1958) رابطه بین تراکم بوته و عملکرد ذرت را بررسی و گزارش نمود که بین تعداد بوته و عملکرد هر بوته اثر متقابل وجود دارد، به طوری که عملکرد هر بوته با افزایش تعداد بوته کاهش می‌یابد.

کمبرود آب به خصوص در فصل تابستان مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید ذرت دانه‌ای بوده و با توجه به این که هیچگونه اطلاعات علمی در زمینه زمان آبیاری و تراکم مناسب کاشت وجود نداشت، هدف از این مطالعه بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای و تعیین بهترین زمان آبیاری آن بر اساس طشتک تبخیر کلاس A برای حصول بالاترین عملکرد دانه می‌باشد. از طرف دیگر عملکرد دانه حاصل رقابت برون و درون بوته‌ای برای عوامل مختلف رشد است و حداکثر عملکرد دانه در واحد سطح هنگامی حاصل می‌شود که این رقابت‌ها به حداقل رسیده باشند و گیاه بتواند بیشترین استفاده را از این عوامل بنماید، فضای رشد قابل استفاده برای هر بوته و در نتیجه عملکرد قابل حصول به وسیله فاصله ردیف‌های کاشت و فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف تعیین می‌گردد، لذا با توجه به تیمارهای آبیاری اعمال شده، بررسی اثر فاصله ردیف‌های کاشت و فاصله بین بوته‌ها بر عملکرد و برخی از خصوصیات زراعی ذرت (هیبرید سینگل کراس ۷۰۴) هدف دیگر مطالعه بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین مناسب‌ترین رژیم آبیاری و تراکم کاشت (فاصله بین ردیف و روی ردیف) ذرت در منطقه ارزوئیه کرمان طی دو سال

آمانو و سالازار (Amano and Salazar, 1998) تراکم‌های مختلف ذرت شیرین را مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که تراکم گیاهی تأثیری روی تاریخ ظهور کاکل ندارد. با افزایش تراکم بوته، ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ و عملکرد گاه افزایش می‌یابد، ولی طول بلال و تعداد بلال در هر گیاه کاهش می‌یابد.

دستفال و امام (۱۳۷۵) در بررسی تراکم‌های مختلف ذرت، بیشترین عملکرد دانه را در هیبرید سینگل کراس ۶۰۴ در تراکم ۸/۳ بوته در مترمربع گزارش نمودند. توکلی و همکاران (۱۳۶۸) با بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر روی رشد رویشی و زایشی هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در منطقه اصفهان، گزارش نمودند که در شرایط آب و هوایی اصفهان بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۷۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک تبخیر کلاس A قابل حصول است. رشیدی (۱۳۷۸) با بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری ۴۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک تبخیر کلاس A بر عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه جیرفت گزارش نمود در شرایط آب و هوایی جیرفت حداکثر عملکرد دانه در دور آبیاری ۴۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک تبخیر کلاس A به دست می‌آید.

با وجود این که در سال‌های اخیر کشت ذرت بعد از برداشت گندم در منطقه ارزوئیه توسعه یافته و در حال حاضر بیش از ۸ هزار هکتار ذرت دانه‌ای در منطقه کشت می‌شود،

۵۳۳۰۰ بود. رقم مورد استفاده در این آزمایش هیبریدسینگل کراس ۷۰۴ بود و تاریخ اجرای آزمایش با توجه به تحقیقات انجام شده در منطقه ۲۰ تیرماه در نظر گرفته شد. هر ساله قبل از اجرای آزمایش از مقاطع ۰ تا ۹۰ سانتی متری پروفیل خاک نمونه برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شامل EC، pH، بافت خاک، درصد کربن آلی، ازت کل، فسفر و پتاسیم قابل استفاده و مقادیر ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم اندازه گیری شد. عمق مؤثر در طول فصل رشد با مطالعه پروفیل ریشه گیاه تعیین گردید. در این مطالعه منظور از تبخیر جمعی از طشتک تبخیر کلاس A در سطوح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی متر این است که فرض گردید در این مقادیر تبخیر، مقادیر نقصان رطوبتی خاک به ترتیب به ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد آب قابل استفاده رسیده باشد که این فرض در زمان اجرای آزمایش بررسی و مقادیر صحیح کاهش رطوبتی خاک به دست آمد. در این بررسی آبیاری هر تیمار زمانی انجام شد که مقدار تبخیر جمعی از طشتک تبخیر کلاس A به مقدار مورد نظر رسید و عمق آب آبیاری در هر مرحله به اندازه‌ای بود که رطوبت خاک را تا عمق مورد نظر (عمق مؤثر + ۲۰ سانتی متر که با نمونه برداری تصادفی در کرت‌های اصلی تعیین شد) به حد ظرفیت زراعی برساند.

جهت تعیین حجم آب مصرفی از رابطه زیر استفاده شد (توکلی و همکاران، ۱۳۶۸):

زراعی ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ آزمایشی در محل مزرعه تحقیقات ارزوئیه وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان انجام شد. خاک محل اجرای طرح دارای بافت لومی رسی (Clay loam)، pH حدود ۷/۸، EC معادل ۳، ظرفیت زراعی ۲۵ و نقطه پژمردگی دائم ۱۲/۵ درصد وزنی و وزن مخصوص ظاهری ۱/۳۴ بود، آزمایش به صورت کرت‌های دوباره خرد شده (اسپلیت، اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. رژیم‌های آبیاری به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی متر تبخیر جمعی از طشتک تبخیر کلاس A (۱۰ تیرماه شروع کشت ذرت دانه‌ای در منطقه می‌باشد و با توجه به این که متوسط تبخیر روزانه از طشتک تبخیر کلاس A در ماه‌های تیر و مرداد ۱۲/۵ میلی متر می‌باشد، لذا بر این اساس تیمارهای آبیاری انتخاب شدند). فاصله ردیف در دو سطح ۶۰ و ۷۵ سانتی متر به عنوان فاکتور فرعی و فاصله بوته در روی ردیف در سه سطح ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی متر به عنوان فاکتور فرعی-فرعی در نظر گرفته شدند. هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط به طول ۷ متر بود که برداشت از دو خط میانی پس از حذف حاشیه‌ها صورت گرفت. برای فاصله ردیف‌های ۶۰ و ۷۵ سانتی متر با توجه به فواصل ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی متر روی ردیف تعداد بوته در هکتار به ترتیب معادل ۱۱۱۱۰۰، ۸۳۳۰۰، ۶۶۶۰۰، ۸۸۸۰۰ و ۶۶۶۰۰

کرت برداشت، و دانه توسط دستگاه دانه جداکن (Sheller) از بلال جدا گردید. رطوبت دانه‌ها با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج تعیین و عملکرد دانه و وزن هزار دانه بر مبنای رطوبت ۱۴٪ محاسبه شد.

برای تعیین تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف بلال، تعداد دانه در بلال و طول بلال از بلال‌های هر کرت، ۱۵ بلال به طور تصادفی انتخاب و نسبت به تعیین صفات فوق اقدام شد. جهت اندازه‌گیری ارتفاع گیاه (از سطح خاک تا محل انشعاب گل تاجی)، ۱۰ بوته و برای اندازه‌گیری شاخص برداشت ۶ بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب شدند. جهت اندازه‌گیری میزان پروتئین دانه، به روش کجلدال میزان ازت کل نمونه‌ها اندازه‌گیری و در ضریب ۶/۲۵ ضرب گردید. راندمان مصرف آب از تقسیم نمودن عملکرد دانه هر کرت بر میزان آب مصرفی در هر کرت به دست آمد.

نتایج و بحث

خلاصه نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب در جدول ۱ و میانگین صفات مورد مطالعه طی دو سال آزمایش برای اثرات ساده و متقابل فاکتورهای مورد مطالعه در جدول‌های ۲ تا ۵ آمده است.

عملکرد و اجزاء عملکرد دانه

با توجه به جدول‌های ۱ و ۲ ملاحظه می‌شود میزان عملکرد دانه در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰

(نقله‌یزمردگی دانه، ظرفیت زراعی) عمق مورد نظر «مساحت کرت = حجم آب مصرفی / جرم مخصوص ظاهری خاک» درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده گیاه × مقدار آب مصرفی در هر مرحله آبیاری، با استفاده از پارشال فلوم ۶ اینچی محاسبه گردید. مقدار دبی پارشال از جدول مربوطه استخراج گردید و حجم آب مصرفی در هر کرت از حاصل ضرب دبی پارشال در مدت زمان ورود آب به هر کرت تعیین گردید. اعمال تیمارهای آبیاری در مرحله دو برگی ذرت یعنی زمانی که عمق ریشه‌ها حدود ۲۰ سانتی‌متر بود انجام شد. عملیات آماده‌سازی زمین و تهیه بستر بذر ۲۰ روز پس از برداشت گندم (۱۰ تیرماه) انجام شد و مقدار کود شیمیایی براساس آزمون خاک و بر اساس توصیه کودی مؤسسه تحقیقات خاک و آب ۱۸۴ کیلوگرم نیترژن به صورت کود اوره، ۴۶ کیلوگرم P_2O_5 به صورت سوپرفسفات تریپل و ۷۵ کیلوگرم K_2O به صورت سولفات پتاسیم در هکتار بود که تمامی کود فسفات و پتاسیم و یک سوم کود نیترژن در زمان کاشت و مابقی کود نیترژن در مرحله ۷ برگی شدن و قبل از ظهور گل تاجی ذرت مصرف شد. خصوصیات مورد اندازه‌گیری در این مطالعه عبارت بودند از عملکرد دانه، وزن هزار دانه، پروتئین دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف بلال، تعداد دانه در بلال، طول بلال، ارتفاع بوته، شاخص برداشت (Harvest Index) و راندمان مصرف آب (Water Use Efficiency). برای تعیین عملکرد دانه بلال‌های دو خط وسط هر

تیمار در مقایسه با تیمار دیگر می‌باشد. بررسی فوق با نتیجه دانکن (Duncan, 1958) که گزارش نمود عملکرد هر بوته با افزایش تعداد بوته در واحد سطح کاهش می‌یابد، مطابقت دارد. مقایسه تیمارهای مربوط به فواصل روی ردیف (جدول ۴) نشان می‌دهد که با کاهش فاصله روی ردیف عملکرد دانه بیشتر می‌شود با توجه به جدول فوق ملاحظه می‌شود که با کاهش فاصله روی ردیف تعداد دانه در بلال کاهش می‌یابد، بنابراین افزایش تراکم بوته از طریق کاهش فاصله بوته‌ها در روی ردیف توانسته است اثر ناشی از کاهش تعداد دانه در بلال را جبران نموده و منجر به افزایش عملکرد دانه شود. پژوهشگران زیادی کاهش تعداد دانه در بلال را ضمن افزایش تراکم بوته در واحد سطح گزارش نموده‌اند. (صادقی و بحرانی، ۱۳۸۱؛ Duncan, 1958).

اثر متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت (شکل‌های ۱ و ۲) نشان داد که با افزایش تنش رطوبتی و کاهش تراکم کاشت (افزایش فواصل روی ردیف و بین ردیف) عملکرد دانه کاهش یافته است به طوری که بیشترین عملکرد دانه به ترتیب برای تیمار ۷۵ میلی‌متر تبخیر در ترکیب با فواصل ۱۵ سانتی‌متر در روی ردیف و ۶۰ سانتی‌متر در بین ردیف به دست آمد. نتیجه حاصل از این بررسی، نتایج بسیاری از پژوهشگران که گزارش نموده‌اند با افزایش تنش رطوبتی و کاهش تراکم کاشت

میلی‌متر تبخیر از سطح پوششک در مقایسه با تیمار ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر بیشتر است. کمتر بودن تعداد دانه در ردیف در تیمار ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر در مقایسه با سایر تیمارها باعث گردید که عملکرد دانه کمتری نسبت به دو تیمار دیگر تولید نماید (جدول ۲). از طرفی اگرچه بین تیمارهای مربوط به رژیم‌های مختلف آبیاری از لحاظ تعداد دانه در بلال، تعداد ردیف دانه و وزن هزار دانه تفاوت آماری مشاهده نمی‌شود (جدول ۱)، ولی اثرات تجمعی این پارامترها باعث گردید که تفاوت عملکرد دانه در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر در مقایسه با تیمار ۱۲۵ میلی‌متر معنی‌دار گردد. در این مطالعه همبستگی منفی بین عملکرد دانه و تنش رطوبتی به دست آمد (جدول ۶) که بیانگر کاهش عملکرد دانه تحت شرایط تنش رطوبتی می‌باشد. پژوهشگران زیادی کاهش عملکرد دانه را ضمن افزایش تنش رطوبتی خاک گزارش نموده‌اند (Liang, 1979; Dek, 1986). فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر در مقایسه با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر از عملکرد دانه در واحد سطح بیشتری برخوردار بود، با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌شود که فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر از لحاظ تعداد دانه در بلال، تعداد ردیف دانه و طول بلال در مقایسه با تیمار دیگر در گروه پایین‌تری قرار گرفته است. با توجه به همبستگی مثبت عملکرد دانه و تراکم کاشت (جدول ۶) عملکرد دانه بیشتر در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر مربوط به تراکم بوته بیشتر این

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف در دو سال (۷۸-۱۳۷۷)

Table 1. Combined analysis of variance for different characters during two years (1998-1999)

S.O.V.	منابع تغییرات	میانگین مربعات										
		درجه آزادی	راندام	شاخص برداشت	طول پلا	ارتفاع بوته	تعداد دانه در پلا	تعداد دانه در بوته	وزن هزارانه	پروتئین دانه	صقلید دانه	
		d.f.	W.U.E.	H.I.	Ear length	Plant height	Kernel/ear	Row/ear	Kernel/row	kernel weight	Kernel protein	Grain yield
Y	سال	1	0.200	0.001	169.30*	3661.26**	1656.50	8.314**	123.58	1765.08	140.820**	58.64*
R × Y	تکرار × سال	6	0.071	0.012	4.93	349.76	4862.97	0.713	20.91	671.23	4.060**	3.45
I	رژیم آبیاری	2	0.508	0.001	1.60	467.37	12998.82	1.560	22.97**	1729.00	1.19	76.60*
Y × I	سال × رژیم آبیاری	2	0.098	0.002	1.08	372.59	4855.35	0.490	15.14	312.48	0.170	29.54
Ea	خطای a	12	0.202	0.002	5.39	433.69	11755.08	0.450	45.42	897.50	0.838	15.34
B	فاصله بین ردیف	1	0.814*	0.001	6.39*	83.27	20447.09*	4.067**	14.82	15.96	0.580	170.75**
Y × B	سال × فاصله بین ردیف	1	0.006	0.001	2.74	147.42	667.36	0.202	0.02**	110.35	1.14	0.15
I × B	سال × فاصله بین ردیف	2	0.105	0.005	0.15	308.53	2970.15	0.354	10.50	113.14	0.58	12.50*
Y × I × B	سال × رژیم آبیاری × فاصله بین ردیف	2	0.026	0.002	1.03	1.89	4431.30	0.316	15.43	77.99	0.910	1.73
Eb	خطای b	18	0.038	0.006	1.18	134.005	4710.50	0.504	17.33	118.48	0.53	3.58
W	فاصله روی ردیف	2	0.082**	0.003	18.33*	32.65	50840.80**	1.123	185.81**	318.06	2.01*	356.00**
Y × W	سال × فاصله روی ردیف	2	0.003	0.001	1.88	30.50	6216.07	0.381	18.60	37.64	0.15	0.42
I × W	سال × فاصله بین ردیف	4	0.086*	0.002	0.86	57.84	3166.00	0.311	6.53	277.83	0.23	7.33*
Y × I × W	سال × رژیم آبیاری × فاصله بین ردیف	4	0.058	0.001	0.40	155.17	2032.80	1.170	4.38	93.60	0.169	4.46
B × W	فاصله روی ردیف × فاصله بین ردیف	2	0.027	0.001	2.31	90.17	7514.00	0.490	24.46	30.75	1.768	1.85
Y × B × W	سال × فاصله بین ردیف × فاصله روی ردیف	2	0.114*	0.001	3.01*	53.76	1458.30	1.030	0.40	500.23	0.270	8.50*
I × B × W	سال × رژیم آبیاری × فاصله بین ردیف	4	0.030	0.001	1.89	110.89	1240.90	0.270	0.70	152.28	0.628	2.54
Y × I × B × W	سال × رژیم آبیاری × فاصله بین ردیف × فاصله روی ردیف	4	0.021	0.002	1.91	217.46	8098.27	0.260	25.73	147.65	0.986	1.43
Ec	خطای c	72	0.034	0.001	1.04	84.05	5101.00	0.540	15.39	251.67	0.707	2.66
C.V.%	ضریب تغییرات	—	6.800	7.010	4.15	4.74	10.96	4.910	8.89	4.77	8.510	11.21

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

Y = Year, R = Replication, I = Irrigation regime, B = Between row distance, W = Within rows distance, W.U.E. = Water use efficiency, H.I. = Harvest index.

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح 5٪ و 1٪.

عملکرد دانه ذرت کاهش می‌یابد را مورد تأیید قرار می‌دهد (صادقی و بحرانی، ۱۳۸۱؛ Nissanka *et al.*, 1997؛ Schussler and Westgat, 1991؛ Dek, 1986).
در بررسی اثر متقابل فاصله بین ردیف در روی ردیف (جدول ۵) ملاحظه می‌شود که فواصل ۶۰×۱۵ و ۷۵×۱۵ به ترتیب با عملکرد

دانه ۱۸/۲۹ و ۱۶/۵۷ تن در هکتار در مقایسه با سایر تیمارها از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند. بنابراین تراکم‌های ۱۱۱۱۰۰ و ۸۸۸۰۰ بوته در هکتار به ترتیب دارای بالاترین عملکرد دانه بودند. صادقی و بحرانی (۱۳۸۱) حداکثر عملکرد دانه ذرت را در تراکم‌های ۸/۸ و ۱۰/۲ بوته در مترمربع گزارش نمودند.

جدول ۲- میانگین دو ساله صفات مختلف برای رژیم‌های مختلف آبیاری

Table 2. Two years means of different traits in different irrigation regimes

رژیم آبیاری	راندمان مصرف آب	شاخص برداشت	طول بلال	ارتفاع بوته	تعداددانه در بلال	تعداددانه در ردیف	تعدادردیف دانه در بلال	وزن هزار دانه	پروتئین دانه	عملکرد دانه
Irrigation regime	W.U.E.	H. I. (%)	Ear length (cm)	Plant height (cm)	Kernel/ear	Kernel/row	Row/ear	1000 Kernel weight(g)	Kernel protein (%)	Yield (tha ⁻¹)
75 m	1.86a	52a	19.29c	193.98a	659.60a	43.80b	15.07a	332.2a	9.77a	15.40a
100 m	1.52b	53a	19.97b	193.8a	663.20a	44.34a	14.96a	331.9a	9.82a	15.13a
125 m	1.28c	53a	20.25a	192.47a	633.11a	42.90c	14.70a	327.0a	10.06a	13.09b

میانگین‌هایی که با حروف مشابه در هر ستون نشان داده شده‌اند، از نظر آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند (DMRT).
Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level (DMRT).

جدول ۳- میانگین دو ساله صفات مختلف برای فواصل بین ردیف

Table 3. Two years means of different traits in different row spacing

فواصل بین ردیف	راندمان مصرف آب	شاخص برداشت	طول بلال	ارتفاع بوته	تعداددانه در بلال	تعداددانه در ردیف	تعدادردیف دانه در بلال	وزن هزار دانه	پروتئین دانه	عملکرد دانه
Row spaces	W.U.E.	H. I. (%)	Ear length (cm)	Plant height (cm)	Kernel/ear	Kernel/row	Row/ear	1000 Kernel weight(g)	Kernel protein (%)	Yield (tha ⁻¹)
60 cm	1.67a	53a	19.72b	194.18a	640.0b	43.40a	14.75b	332.40a	9.95a	15.63a
75 cm	1.44b	52a	20.14a	192.67a	663.9a	44.02a	15.08a	333.07a	9.82a	13.45b

میانگین‌هایی که با حروف مشابه در هر ستون نشان داده شده‌اند، از نظر آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون F).
Means followed by similar letters in each column are not significantly different (F test).

جدول ۴- میانگین دو ساله صفات مختلف برای فواصل بین ردیف

Table 4. Two years means of different traits in different plant spacing

عملکرد دانه	پروتئین دانه	وزن هزار دانه	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	ارتفاع بوته	طول بلال	شاخص برداشت	راندمان مصرف آب	فواصل روی ردیف
Yield (tha ⁻¹)	Kernel protein (%)	1000 Kernel weight(g)	Row/ ear	Kernel/ row	Kernel/ ear	Plant height (cm)	Ear length	H. I. (%)	W.U.E.	Plant spaces
17.4a	9.74b	333.37a	14.84a	41.43b	615.6b	193.98a	19.29c	52a	1.86a	15 cm
14.17b	9.79ab	329.9a	14.8a	44.7a	661.9a	193.8a	19.97b	53a	1.52b	20 cm
12.02c	10.12a	334.9a	15.08a	44.96a	678.4a	192.47a	20.25a	53a	1.28c	25 cm

میانگین‌هایی که با حروف مشابه در هر ستون نشان داده شده‌اند، از نظر آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند (DMRT).

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level (DMRT).

طول بلال و ارتفاع بوته

ملاحظه می‌شود که علیرغم عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مورد مطالعه، با کاهش تنش رطوبتی و افزایش تراکم بوته ارتفاع بوته افزایش می‌یابد.

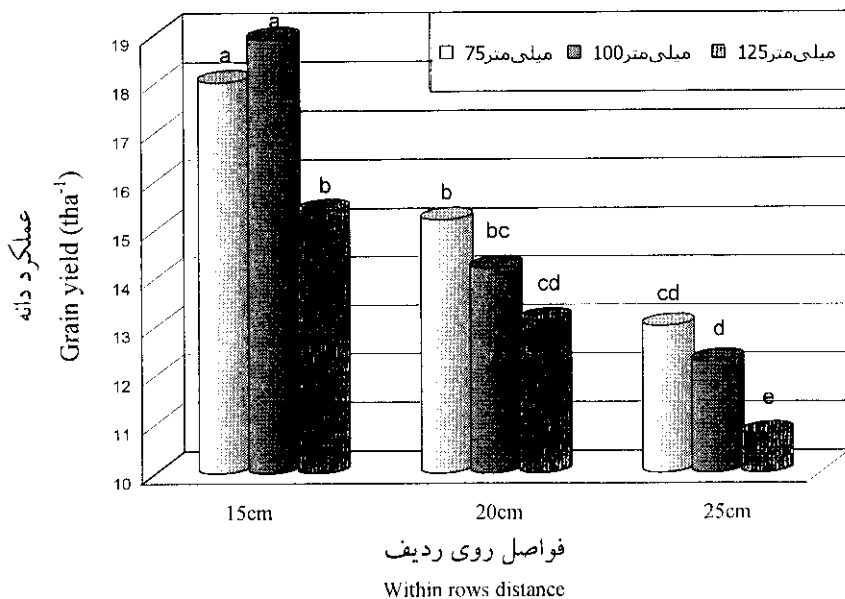
کاهش ارتفاع بوته به واسطه افزایش تنش رطوبتی و همچنین افزایش ارتفاع بوته به واسطه افزایش تراکم، توسط محققین زیادی گزارش شده است (Amano and Salazar, 1989؛ Dek, 1986).

پروتئین دانه

بین تیمارهای مربوط به فواصل روی ردیف از لحاظ میزان پروتئین دانه تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱). ملاحظه می‌شود که با کاهش تراکم (افزایش فاصله روی ردیف) میزان پروتئین دانه افزایش یافته است (جدول ۴). به دلیل همبستگی منفی عملکرد دانه و تراکم کاشت (جدول ۶) و با توجه به این که

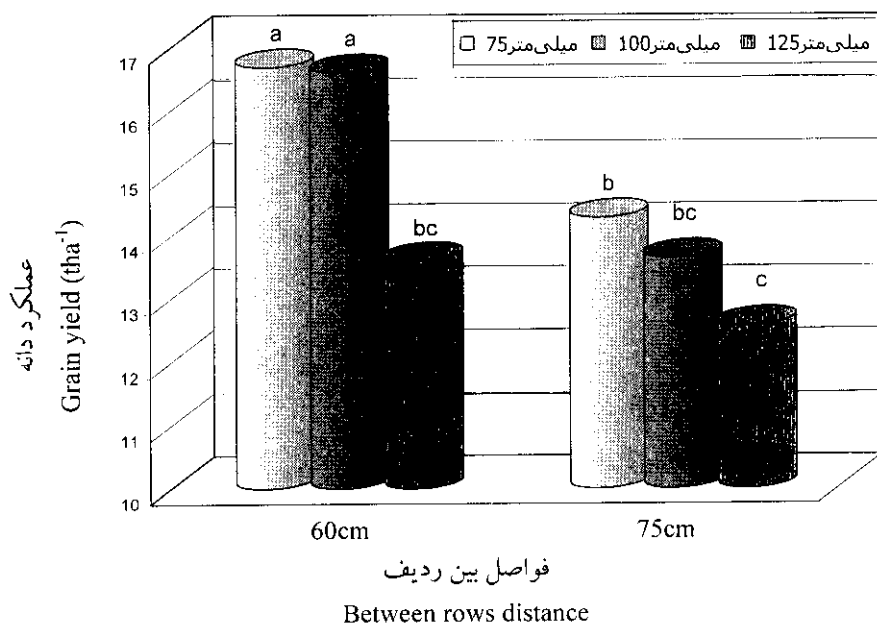
بین تیمارهای مربوطه به رژیم‌های مختلف آبیاری از لحاظ طول بلال تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۲). فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر در مقایسه با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر از بلال کوچک‌تری برخوردار بود. با افزایش فاصله روی ردیف از ۱۵ به ۲۵ سانتی‌متر طول بلال افزایش یافت (جدول‌های ۳ و ۴). در بررسی اثر متقابل فاصله بین ردیف در روی ردیف (جدول ۵) ملاحظه شد که با افزایش تراکم بوته طول بلال کاهش می‌یابد. آمانو و سالازار (Amano and Salazar, 1989) نیز گزارش نموده‌اند که با افزایش گیاهی طول بلال کاهش می‌یابد.

از لحاظ ارتفاع بوته بین تیمارهای مربوط به رژیم‌های مختلف آبیاری، فواصل بین ردیف و روی ردیف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱). با توجه به جدول‌های ۲، ۳ و ۴



شکل ۱- اثر متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت (فواصل روی ردیف) بر عملکرد دانه ذرت

Fig. 1. Interaction between different irrigation regimes and planting densities (plant spaces) on grain yield of corn



شکل ۲- اثر متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت (فواصل بین ردیف) بر عملکرد دانه ذرت

Fig. 1. Interaction between different irrigation regimes and planting densities (row spaces) on grain yield of corn

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مختلف برای اثرات متقابل فواصل بین ردیف در روی ردیف

Table 5. Comparison of means of different traits for plant spacing and row spacing interaction

فواصل روی ردیف	راندمان	شاخص	طول	ارتفاع	تعداددانه در	تعداددانه	تعدادردیف	وزن هزار	پروتئین	عملکرد
در بین ردیف	مصرف آب	برداشت	بلال	بوته	بلال	در ردیف	دانه در بلال	دانه	دانه	دانه
Plant spaces/ Row spaces	W.U.E.	H. I. (%)	Ear length	Plant height (cm)	Kernel /ear	Kernel/ row	Row/ car	1000 Kernel weight(g)	Kernel protein (%)	Yield (tha ⁻¹)
B ₁ × W ₁	1.95a	52b	18.85c	193.45a	589.3b	40.30d	14.60a	333.94a	9.90ab	18.29a
B ₁ × W ₂	1.65c	53ab	19.97b	194.44a	65.8a	44.60b	14.75a	328.96a	6.64b	15.40c
B ₁ × W ₃	1.42d	54a	20.32ab	194.52a	672.2a	45.17a	14.88a	334.31a	10.30a	13.20d
B ₂ × W ₁	1.78b	52ab	19.72b	193.18a	641.9a	42.56c	15.09a	332.79a	9.60b	16.57b
B ₂ × W ₂	1.39d	53ab	19.97b	190.28a	556.2a	44.75ab	14.86a	330.85a	9.95ab	12.96d
B ₂ × W ₃	1.16e	52ab	20.72a	190.00a	674.6a	44.74ab	15.30a	335.56a	9.94ab	10.84c

B = Between rows distance , W = Within rows distance

B1 = 60 cm, B2 = 75 cm, W1 = 15 cm, W2 = 20 cm, W3 = 25 cm

میانگین‌هایی که با حروف مشابه در هر ستون نشان داده شده‌اند، از نظر آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند (DMRT).

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level (DMRT).

جهت کمک به تنظیم و تعادل اسمزی سلول در شرایط تنش رطوبتی روی می‌دهد (کاو، ۱۳۷۲؛ Turner and Kramer, 1980؛ Gusta and Chen, 1987).

شاخص برداشت

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری، فواصل بین ردیف و روی ردیف و همچنین اثرات متقابل آن‌ها بر شاخص برداشت معنی‌دار نگردید و این شاخص به طور متوسط ۵۲٪ بود (جدول‌های ۱ تا ۵). شاخص برداشت ۵۲٪ یعنی تقریباً نیمی از وزن خشک اندام هوایی ذرت را دانه تشکیل می‌دهد. عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مربوط به فاکتورهای مورد مطالعه را می‌توان در رابطه با اثرات یکسان رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم بوته بر کاهش و یا

میزان مصرف کود نیتروژن برای تمامی تیمارها یکنواخت بوده و نیتروژن نقش مؤثری در افزایش میزان پروتئین دانه دارد، بنابراین در شرایط تراکم زیاد، سهم تک بوته برای دریافت نیتروژن کمتر از شرایطی است که تراکم بوته کم باشد. صادقی و بحرانی (۱۳۸۱) و زبر و اسمیت (Zuber and Smith, 1975) گزارش نمودند که با افزایش تراکم کاشت درصد پروتئین دانه ذرت کاهش یافته و با مصرف نیتروژن درصد پروتئین دانه افزایش می‌یابد. بین رژیم‌های مختلف آبیاری از لحاظ آماری تفاوتی مشاهده نشد، ولی با افزایش تنش رطوبتی، مقدار پروتئین دانه افزایش یافت (جدول‌های ۱ و ۲). برخی پژوهشگران افزایش میزان پروتئین دانه را در شرایط تنش گزارش نموده‌اند و بیان داشته‌اند که این افزایش در

جدول ۶- ضریب همبستگی بین صفات و فاکتورهای مورد مطالعه

Table 6. Correlation coefficient between different characteristics and factors

	رژیم آبیاری	تراکم کاشت	راندمان مصرف آب	شاخص برداشت	ارتفاع بوته	طول یل	پروتئین دانه	تعداد ردیف یل	دانه در ردیف	تعداد دانه در یل	وزن هزار دانه
	Irrigation regime	Plant density	W. U. E.	H. I.	Plant height	Ear length	Kernel protein	Row/ ear	Kernel/ row	Kernel/ ear	Kernel weight
Grain yield	0.261**	0.682**	0.836**	-0.079	0.187*	-0.132	-0.164*	0.102	0.074	0.026	0.148
1000 kernel weight	-0.117	-0.020	0.099	0.084	0.110	0.046	-0.069	0.027	0.055	0.120	
Kernel/ ear	-0.139	-0.323**	-0.055	0.081	0.209*	0.465**	-0.195*	0.520**	0.899**		
Kernel/ row	-0.074	-0.295**	-0.054	0.146	0.204*	0.561**	-0.272**	0.095			
Row/ ear	-0.189	-0.162*	-0.014	-0.104	0.074	-0.040	0.147				
Kernel protein	0.088	-0.059	-0.027	-0.021	-0.463**	-0.470**					
Ear length	-0.040	-0.292**	-0.046	0.061	0.392**						
Plant height	-0.194*	0.054	0.203*	0.031							
H. I.	0.045	-0.104	-0.053								
W. U. E.	0.189*	0.720**									

* and **: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

عملکرد دانه و وزن بیوماس غیرمعنی‌دار است مطابقت دارد.

نتیجه حاصل از این بررسی با نتیجه، توکلی و همکاران (۱۳۶۸)، فراوانی (۱۳۷۳)، مجیدیان و غدیری (۱۳۸۱) تتیو و گاردنر (Tetio and Gardner, 1988) که گزارش نمودند شاخص برداشت تحت تأثیر تنش رطوبتی و تراکم کاشت قرار نمی‌گیرد مطابقت دارد.

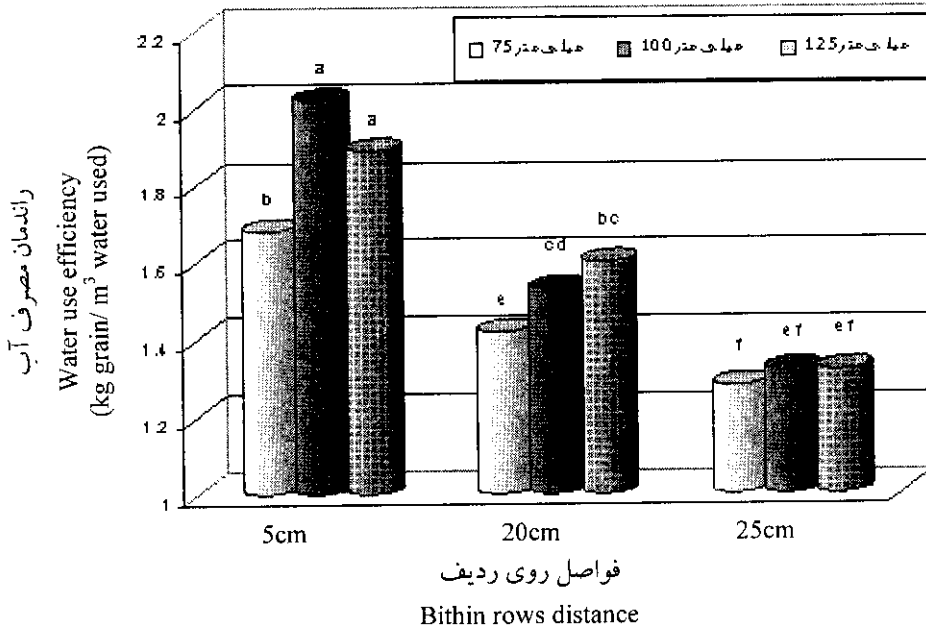
راندمان مصرف آب (کیلوگرم دانه بر مترمکعب آب مصرفی)

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر راندمان مصرف آب معنی‌دار نگردید. در حالی که اثر تراکم کاشت (فواصل روی ردیف و بین ردیف) بر راندمان مصرف آب معنی‌دار گردید (جدول ۱) اگرچه بین رژیم‌های مختلف آبیاری تفاوت آماری مشاهده نشد ولی با توجه به جدول ۲ ملاحظه می‌شود که راندمان مصرف آب برای عملکرد دانه در تیمار ۷۵ میلی‌متر تبخیر کمتر از دو تیمار دیگر می‌باشد. در سه تیمار آبیاری ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر به ترتیب به ازاء هر مترمکعب آب مصرفی ۱/۴۳، ۱/۶۲ و ۱/۶ کیلوگرم دانه (رطوبت ۱۴ درصد) به دست آمد.

در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر به ترتیب با مصرف آب ۸۶/۷ و ۷۶/۲ درصد نسبت به تیمار ۷۵ میلی‌متر تبخیر، عملکرد دانه‌ای به ترتیب معادل ۹۸/۲ و ۸۵ درصد نسبت

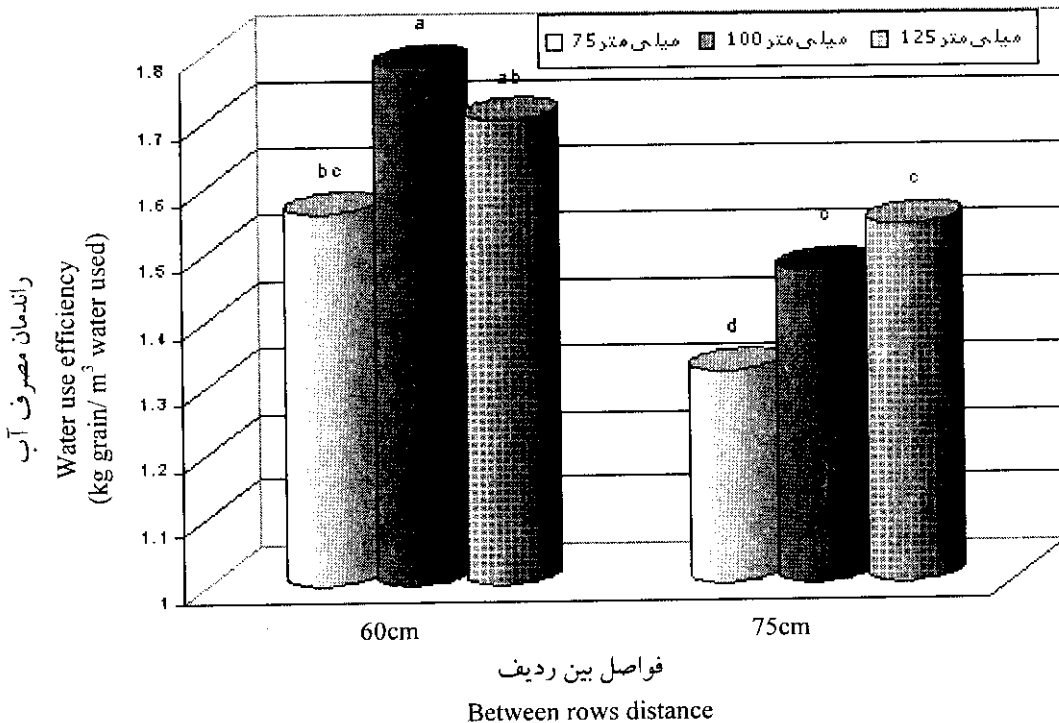
افزایش عملکرد دانه از یک سو و عملکرد کل اندام هوایی از سوی دیگر دانست. عملکرد یک گیاه را می‌توان از طریق افزایش کل ماده خشک تولید شده در مزرعه و یا افزایش سهم عملکرد اقتصادی و یا هر دو بالا برد. با توجه به این که اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد دانه معنی‌دار ولی بر شاخص برداشت معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۱). به نظر می‌رسد که افزایش و یا کاهش عملکرد دانه تنها تحت تأثیر کل ماده خشک تولید شده قرار گرفته و فاکتورهای رژیم آبیاری و تراکم کاشت تغییر معنی‌داری در نسبت عملکرد دانه بر عملکرد کل ماده خشک ایجاد ننموده‌اند. بنابراین به نظر می‌رسد که با کاهش و یا افزایش ظرفیت منبع در هر بوته، سهم مخزن تقریباً نسبت ثابتی است که بیشتر تحت کنترل ژنتیکی بوده و کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. تتیو و گاردنر (Tetio and Gardner, 1988) گزارش نمودند که بین دانه و سایر اندام‌های گیاه همبستگی بالایی وجود دارد و به هر میزان که رشد بقیه قسمت‌های گیاه افزایش یابد رشد دانه نیز زیاد می‌شود و در نتیجه شاخص برداشت تغییر چندانی نمی‌کند.

در این بررسی همبستگی بین شاخص برداشت با عملکرد دانه غیرمعنی‌دار بود (جدول ۶) که با نتیجه یزدان سپاس (۱۳۸۱) که گزارش نمود همبستگی شاخص برداشت با



شکل ۳- اثر متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت (فواصل روی ردیف) بر راندمان مصرف آب

Fig. 3. Interaction between different irrigation regimes and planting densities (plant spaces) on water use efficiency



شکل ۴- اثر متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت (فواصل بین ردیف) بر راندمان مصرف آب

Fig. 1. Interaction between different irrigation regimes and planting densities (row spaces) on water use efficiency

سطح و تلفات کمتر آب به واسطه تبخیر ذکر نمود. در بررسی اثر متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت (شکل‌های ۳ و ۴) ملاحظه می‌شود که با افزایش تنش رطوبتی و افزایش تراکم کاشت (کاهش فواصل روی ردیف و بین ردیف) راندمان مصرف آب افزایش می‌یابد.

تیمونس و همکاران (Timmons et al.,

1960) در بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد و راندمان مصرف آب گزارش نمودند که با افزایش تراکم کاشت راندمان مصرف آب افزایش می‌یابد که با نتیجه حاصل از این بررسی مطابقت دارد.

با توجه به نتایج به دست آمده از این بررسی و با توجه به مشکل کم‌آبی در منطقه ارزوئیه، برای حصول عملکرد مطلوب پیشنهاد می‌شود که زمان آبیاری ذرت در اوایل رشد بر اساس حدود ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک تبخیر کلاس A و در یک ماهه آخر فصل رشد با توجه به خشک شدن هوا بر اساس ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر از طشتک تبخیر تنظیم شود.

همچنین فواصل بین ردیف و روی ردیف ۷۵×۱۵ سانتی‌متر (تراکم تقریبی ۸۹۰۰۰ بوته در هکتار) و ۶۰×۱۵ سانتی‌متر (تراکم تقریبی ۱۱۱۱۰۰۰ بوته در هکتار) که بالاترین عملکرد دانه را تولید نموده‌اند برای منطقه ارزوئیه توصیه می‌شوند.

به تیمار ۷۵ میلی‌متر تولید شد و همین امر منجر به حصول راندمان مصرف آب بالاتر در این دو تیمار گردید.

نتیجه فوق با نتیجه توکلی و همکاران (۱۳۶۸) و مجیدیان و غدیری (۱۳۸۱) که گزارش نمودند با افزایش میزان تنش رطوبتی، راندمان مصرف آب افزایش می‌یابد مطابقت دارد.

با افزایش تراکم کاشت (کاهش فواصل روی ردیف و بین ردیف) راندمان مصرف آب افزایش یافت (جدول‌های ۳، ۴ و ۵) بیشترین راندمان مصرف آب ۱/۹۵ کیلوگرم دانه بر مترمکعب آب مصرفی برای تراکم زیاد (فواصل ۶۰×۱۵ سانتی‌متر) و کمترین راندمان مصرف آب برای تراکم کم (فواصل ۷۵×۲۵ سانتی‌متر) ۱/۱۶ به دست آمد. هر عامل مدیریتی که بدون افزایش میزان آب مصرفی، محدودیت‌های رشد گیاه را کاهش دهد و منجر به افزایش عملکرد دانه شود، مسلماً افزایش راندمان مصرف آب را باعث خواهد شد. در بررسی فوق افزایش تراکم توانست از طریق افزایش عملکرد دانه راندمان مصرف آب را افزایش دهد (جدول ۵) که این مسئله با توجه به مشکل کم‌آبی در منطقه حائز اهمیت است. افزایش راندمان مصرف آب ضمن افزایش تراکم کاشت را می‌توان به استفاده کارآتر از آب موجود به واسطه تراکم بوته بیشتر در واحد

منابع مورد استفاده

References

- توکلی، ح.، کریمی، م.، و موسوی، س. ف. ۱۳۶۸. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر رشد رویشی و زایشی ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۰ شماره ۳.
- دستقال، م.، و امام، ی. ۱۳۷۵. بررسی اثر تراکم بر عملکرد و اجزاء عملکرد سه هیبرید ذرت دانه‌ای به صورت کشت دوم در منطقه زیر سد درودزن. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- رشیدی، ع. ۱۳۷۸. بررسی تأثیر مقادیر مختلف کود ازته و دور آبیاری بر عملکرد ذرت دانه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت.
- صادقی، ح.، و بحرانی، م. ج. ۱۳۸۱. تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود ازته بر عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد پروتئین ذرت دانه‌ای تحت تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.
- صالیان، م.، و سرمندیا، غ. ۱۳۷۵. اثر فاصله ردیف کاشت و فاصله بوته بر طول دوره و سرعت پر شدن دانه سه سینگل کراس ذرت. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- فراوانی، م. ۱۳۷۳. بررسی اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای در منطقه کرج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- کاوه، ح. ۱۳۷۲. کیفیت محصولات زراعی. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- مجیدیان، م.، و غدیری، ح. ۱۳۸۱. تأثیر تنش رطوبت و نیتروژن در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و راندمان استفاده از آب در ذرت دانه‌ای. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.
- یزدان سپاس، ا. ۱۳۸۱. تعیین وراثت‌پذیری شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های گندم از طریق انتخاب دوطرفه. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

Amano, L. O., and Salazar, A. M. 1989. Comparative productivity of corn and sorghum affected by population density and nitrogen fertilization. *Philippine-Agriculturist* 72: 247-254.

- Boyer, J. S. 1968.** Relationship of water potential to growth of leaves. *Plant Physiology* 143: 1056-1062.
- Boyer, J. S., and McPherson, H. G. 1975.** Physiology of water deficit in cereal crops. *Adv. Agronomy Journal* 27: 1-23.
- Carlone, M. K., and Russell, W. A. 1987.** Response to plant densities and nitrogen levels for four maize cultivars from different ears of breeding. *Crop Science* 27: 465-470.
- Dek, H. H. 1986.** Effect of water use efficiency of irrigated corn. *Agronomy Journal* 78: 1035-1040.
- Denmead, O. T., and Shaw, R. H. 1960.** The effects of soil moisture stresses at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agronomy Journal* 52: 272-274.
- Doorenbas, J., and Kassam, A. H. 1979.** Yield response to water. F. A. O. Irrigation and Drainage, paper No. 33.180 p.
- Duncan, W. G. 1958.** The relationship between corn population and yield. *Agronomy Journal* 50: 82-84.
- Gusta, L. V., and Chen, T. H. 1987.** The Physiology of Water and Temperature Stress, in Wheat and Wheat Improvement. American Society of Agronomy Publication.
- Liang, H. J. 1979.** Corn yield response to moisture stress and foliar fertilizer during grain fill. Ph. D. Thesis. Library Iowa state University, Ames, Iowa.
- Liang, B. C., Millard, M. R., and Machenzie, A. F. 1992.** Effects of hybrid, population densities, fertilization and irrigation on grain corn (*Zea mays*) in Quebec. *Canadian Journal of Plant Science* 72: 1163-1170.
- Nissanka, S. P., Dixon, M. A., and Tollenaar, M. 1997.** Canopy gas exchange response to moisture stress in old and new maize hybrids. *Crop Science* 73: 172-181.
- Pamplona, P. P., Pahm, K. E., Duque, N. E., and Tinapay, S. S. 1990.** The influence of fertilizer rate, population density and irrigation on the yield of corn and soybean. Satellite symposium of the 14 th International Congress of Soil Science. August 12-18, Kyoto, Japan.
- Schussler, J. R., and Westgat, M. E. 1991.** Maize kernel set at low water potential. Sensitivity to assimilates during early kernel growth. *Crop Science* 31: 1189-1195.

- Tetio, K. F., and Gardner, F. P. 1988.** Responses of corn to plant population density. *Agronomy Journal* 80: 930-935.
- Timmons, D. R., Helt, R. F. and Mora Ghan, M. 1960.** Effect of corn population on yield, Evapo transpiration and water use efficiency in the northwest corn belt. *Agronomy Journal* 67: 429-433.
- Turner, N. C., and Kramer, P. J. 1980.** Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress. Wiley-Interscience, New York.
- Zuber, M. S., and Smith, G. E. 1975.** Crude protein of corn grain and stover as influenced by different hybrids. Plant populations and nitrogen levels. *Agronomy Journal* 46: 251-257.

آدرس نگارندگان:

حمید نجفی نژاد- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان.
حسام‌الدین مداحیان- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان.