نشریه زراعت

شماره ۱۰۲، بهار ۱۳۹۳

(پژوهش و سازندگی)

بررسی اثرات نیتروژن و تنش خشکی بر اجزای عمل‌کرد، عمل‌کرد و کیفیت دانه ذرت سینگل‌کراس ۷۰۴

•**علی جلیلیان**، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و منابع طبیعی استان کرمانشاه

• **روژین قبادی**، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران (نویسنده مسئول)

•**علی شیرخانی**، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و منابع طبیعی استان کرمانشاه

•**امین فرنیا**، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۹۰

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۳۳۰۶۳۵۲

Email: rozhin.ghobadi@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر نیتروژن و تنش خشکی بر عمل کرد، اجزای عمل کرد و کیفیت دانه ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ آزمایشی در سال ۱۳۸۸ به صورت کرت های خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام آباد غرب انجام شد. عامل اصلی شامل سه سطح: نیاز کامل آبی گیاه، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی بود؛ و عامل نیتروژن (به صورت کود اوره) شامل: میزان توصیه شده نیتروژن بر اساس آزمون خاک (۱۷۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار)، ۳۰ درصد بیش تر از این میزان (۲۲۱ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و ۳۰ درصد کمتر از این میزان (۱۱۹ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) در کرت های فرعی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تنش خشکی بسته به شدت آن، موجب کاهش شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، عمل کرد بیولوژیک، محتوی نشاسته دانه و عمل کرد و اجزای آن شد؛ تنش شدید خشکی نسبت به آبیاری مطلوب، عمل کرد دانه را به میزان ۴۵/۶۲ درصد کاهش داد. مصرف نیتروژن تا حد ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار با تأثیر بر افزایش شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، عمل کرد بیولوژیک و اجزای عمل کرد، عمل کرد دانه را افزایش داد؛ اما مصرف نیتروژن در مقادیر بیش تر از نیاز گیاه (در شرایط خشکی) اثر مثبتی بر عمل کرد نداشت. در پژوهش حاضر افزایش هم زمان رطوبت خاک و نیتروژن، عمل کرد دانه را افزایش؛ ولی استفاده از مقادیر بالای نیتروژن در شرایط تنش رطوبتی، عمل کرد دانه را کاهش داد. بیشینه میزان عمل کرد دانه (۱۹/۲۳ تن در هکتار) از تیمار تأمین نیاز کامل آبی گیاه و کاربرد ۲۲۱ کیلوگرم نیتروژن به دست آمد؛ و کمینه آن (۹/۱۷ تن در هکتار) متعلق به تیمار تنش شدید خشکی و همین میزان نیتروژن بود.

واژه های کلیدی: ذرت، تنش خشکی، کود نیتروژن دار، عمل کرد دانه، کیفیت دانه

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:102 pp: 151-160

Effects of Nitrogen and Drought Stress on Yield Components, Yield and Seed Quality of Corn (S.C. 704)

By: A. Jalilian, Scientific Staff of Kermanshah Research Center for Agriculture and Natural Resources,R.Ghobadi (Corresponding Author; Tel: +989183306352), Young Researchers and Elite Club, Kermanshah Branch, Islamic Azad Unniversity, Kermanshah, Iran, A. Shirkhani Scientific Staff of Kermanshah Research Center for Agriculture and Natural Resources, Farnia, A. Assistant Prof and Member of Scientific Staff of Agronomy Department, Islamic Azad University, Borujerd.

Received: August 2011 **Accepted: March 2012**

In order to study the effects of nitrogen and drought stress on yield, yield components and seed quality of corn (hybrid single cross 704) a field experiment was conducted at agricultural research station in Islamabad Gharb in 2009. Experiment design was split plots based on randomized complete block design with three replications. Main plots included full irrigation requirement, 80 percent and 60 percent of full irrigation requirement and nitrogen (as urea) included: recommended amount based on soil test (170 kg of pure nitrogen per hectare), 30 percent more than this amount (221 kg of pure nitrogen per hectare) and 30 percent less than this amount (119 kg of pure nitrogen per hectare) inserted as sub-plots. The results showed that depending on stress severity drought caused reducing of leaf area index, plant height, biological yield, grain's starch content, yield and yield components. So that severe drought stress decreased the grain yield to 45.62 percent as compared to full irrigation. Application of nitrogen fertilizer equal to 170 kg/ha increased leaf area index, plant height, biological yield and yield components, that finally caused increasing the grain yield, but nitrogen application more than plant demand (In drought conditions) didn't have a positive effect on the yield. In the present study increasing the soil moisture and nitrogen simultaneously increased the grain yield, but using more nitrogen fertilizer under the condition of water stress decreased the grain yield. The maximum amount of grain yield (19.23 t/ha) was achieved from full irrigation and 221 kg/ha nitrogen and the lowest amount (9.17 t/ha) was obtained by treatment of severe drought stress and same amount of fertilizer.

Key words: corn, drought stress, nitrogen fertilizer, grain yield, grain quality.

مقدمه

ذرت یکی از گیاهان زراعی است که بیش ترین پتانسیل تولید را در بین غلات دارد (Muthukumar et al., 2005)؛ و به لحاظ سطح زیرکشت و میزان تولید پس از گندم و برنج سومین غله ی مهم دنیا محسوب می شود. این گیاه به عنوان پادشاه گیاهان دانه ای شناخته می شود (Zeidan et al., 2006).

خشکی از جمله موارد مهم و محدودکننده ای است که تولید گیاهان زراعی همانند ذرت را در بیش تر مناطق ایران تحت تأثیر قرار می دهد (Jafari et al., 2009). اگر آب کافی در دسترس گیاهان نباشد، کاربرد کود نیز بی فایده است (Zeid and El-Semary, 2001). تنش خشکی با ایجاد تغییرات کالبدی (آناتومیک)، ریختاری (مورفولوژیک)، ساختاری (فیزیولوژیک) و بیوشیمیایی بر جنبه های مختلف رشد ذرت تأثیر می گذارد (Dastbandan-Nejad et al., 2010; Ghadiri and Majidian, 2003). خشکی با تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر فتوسنتز و طی یک سری فرآیند و اجزای حدفاصل آن ها بر سوخت وساز هیدرات های کربن تأثیر می گذارد (Khalatbari, 2006). کمبود آب مانع از آن می شود که عمل کرد گیاه به حداکثر خود برسد که این کاهش می تواند به دلیل اثر تنش آبی بر فتوسنتز باشد. افزایش مقاومت مزوفیلی و روزنه ای در شرایط تنش آبی باعث کاهش ورود دی اکسید کربن به درون گیاه گردیده و تحت تأثیر این حالت، فتوسنتز ظاهری گیاه کاهش می یابد (Majidian et al., 2008). تنش آب منجر به کندی گرده افشانی شده و توسعه و باروری مادگی را کاهش می دهد؛ و درنتیجه تعداد دانه کاهش می یابد (Ghooshchi et al., 2008; Abo-El-kheir and Mekki, 2007). آب از جمله عامل هایی است که بر صفت های کیفی دانه ذرت تأثیر می گذارد. در شرایط تنش خشکی جذب و تثبیت CO بر اثر بسته شدن نسبی روزنه ها و یا کاهش درجه گشودگی آن ها کاهش یافته؛ بنابراین میزان کل مواد پرورده برای پر شدن دانه نقصان می یابد؛ ولی تنش خشکی انتقال مجدد ازت از برگ ها به دانه را کاهش نمی دهد و این امر سبب افزایش پروتئین دانه می شود (Javadoleslami et al., 2005).

مقدار نیتروژن موجود در خاک یکی از عواملی است که بر میزان و شدت تنش خشکی تأثیر می گذارد. دسترسی به نیتروژن در شرایط خشکی برای گیاهان زراعی از عوامل مهم محدودکننده ی تولیدات

کشاورزی است. اهمیت تغذیه نیتروژنی مناسب و کم شدن ذخایر نیتروژن قابل دسترس خاک، کشاورزان را به استعمال کودهای نیتروژن دار ترغیب می نماید (Ghorbanli et al., 2006). کمبود نیتروژن به علت کاهش اندازه و دوام سطح برگ، باعث کاهش میزان نور دریافتی، کارآیی استفاده از نور و فتوسنتز گیاه زراعی می شود (Lack et al., 2008). از آن جایی که مصرف کود حاوی نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش طول دوره رویش، تجمع ماده خشک بیش تر اندام های هوایی و اجزای عمل کرد دانه مؤثر است، بنابراین تأثیر آن بر عمل کرد دانه بدیهی است (Shahsavari and Saffari, 2004). در بسیاری از موارد، کمبود نیتروژن و یا پایین بودن قابلیت دسترسی آن در شرایط رطوبت کافی، کاهش مضاعفی بر رشد و عمل کرد گیاه وارد می آورد. از طرف دیگر، کاربرد زیاده از حد نیتروژن از سنتز نشاسته در اندام های هوایی ممانعت به عمل می آورد؛ و سطح قند ریشه را کاهش می دهد. بنابراین رشد ریشه و به دنبال آن رشد اندام های هوایی به واسطه ی مصرف بیش از نیاز نیتروژن محدود می شود (Wang et al., 2008). به طور معمول، عمل کرد دانه ذرتی که در خاک های کم کود رشد می کند با افزودن نیتروژن افزایش می یابد؛ ولی پس از دست یابی به حداکثر عمل کرد، اضافه کردن آن به خاک، تأثیری بر صفت مزبور نداشته و یا باعث کاهش مقدار عمل کرد می شود (Gokmen et al., 2001). علاوه بر این، وضعیت نیتروژن گیاه اثر قابل توجهی بر کیفیت دانه دارد، به طوری که ارتباط منفی آشکاری بین درصد نیتروژن گیاه و درصد کربوهیدرات وجود دارد (Ghorbanli et al., 2006).

آبیاری کافی علاوه بر افزایش ضریب اطمینان در برداشت محصول بیش تر و دست یافتن به سطح بالاتری از عمل کرد، استفاده از سایر نهاده های با ارزش را نیز ممکن می سازد. نیتروژن کافی عمل کرد دانه ذرت را تحت شرایط تنش خشکی به مقدار کم افزایش می دهد؛ ولی با آبیاری کامل، عمل کرد مزبور به میزان بیش تری افزایش می یابد (Ghadiri and Majidian, 2003). در صورتی که آب به قدر کافی موجود نباشد، افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش تنش رطوبتی واردشده به گیاه می گردد؛ و عمل کرد آن را کاهش می دهد. از این رو مصرف زیاد کود در شرایط کمبود آب توصیه نمی شود (Fooladmand et al., 2006). کیفیت دانه نیز به طور معنی داری تحت تأثیر اثر متقابل آب و نیتروژن قرار می گیرد. تحقیقات نشان داده است که گیاه در شرایط کمبود آب، به علت کاهش جذب نیتروژن به افزایش این عنصر پاسخ مناسبی نمی دهد؛ درنتیجه با کاهش جذب نیتروژن و عدم تولید اسید آمینه، کربوهیدرات کم تری تولید و مصرف می شود تا اسیدهای آمینه سازمان دهی شوند (Ghorbanli et al., 2006).

کمبود آب و از طرف دیگر استفاده از میزان نامناسب کود در هر شرایطی باعث کاهش عمل کرد دانه ذرت می شود. از این رو تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن و تنش خشکی بر عمل کرد، اجزای عملکرد و برخی از صفات مورفولوژیک و کیفیت دانه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ جهت استفاده در برنامه های به زراعی استان کرمانشاه اجرا شد.

مواد و روش ها

این طرح در بهار سال ۱۳۸۸ در ایستگاه آزمایشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه واقع در اسلام آباد غرب به اجرا در آمد. این ایستگاه در مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی واقع شده، ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۶ متر و بافت خاک آن سیلتی- رسی می باشد. مکان مزبور از لحاظ آب و هوایی در منطقه معتدل سرد قرار داشته و متوسط بارندگی، درجه حرارت سالیانه، حداکثر و حداقل درجه حرارت مطلق آن به ترتیب ۵۳۸ میلی متر، ۱۰/۵+، ۴۱+، و ۲۸/۸- درجه سانتی گراد است.

در این بررسی از ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰۴ (دیررس- تک بلال و دندان اسبی) استفاده شد. آزمایش به صورت کرت های خردشده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل آبیاری شامل ۳ سطح (نیاز کامل آبی گیاه= D، 80 درصد نیاز آبی=D و ۶۰ درصد نیاز آبی=D) در کرت های اصلی قرار گرفت؛ و سطوح مختلف کود نیتروژن (به صورت اوره) که بر اساس آزمون خاک تعیین شد نیز در ۳ سطح شامل، ۳۰ درصد کم تر از میزان توصیه شده بر اساس آزمون خاک (۱۱۹ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل ۲۵۸/۷ کیلوگرم اوره در هکتار=N) میزان توصیه شده بر اساس آزمون خاک (۱۷۰ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل ۳۶۹/۵ کیلوگرم اوره در هکتار=N) و ۳۰ درصد بیش تر از این میزان (۲۲۱ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل ۴۸۰/۳ کیلوگرم اوره در هکتار=N) در کرت های فرعی قرار گرفت. مقادیر کود نیتروژن دار تعیین شده برای هر کرت در سه مرحله ی هم زمان با کاشت، هفت برگی و قبل از گل دهی استفاده شد. نیاز آبی گیاه در طول فصل رشد بر اساس معادله پنمن- منتیث فائو (FAO Penman-Monteith equation) با استفاده از نرم افزارهای اُپتی وات و نت وات (Optiwat and Netwat Softwares) در دوره های ۱۰روزه با توجه به آمار هواشناسی منطقه تعیین و میزان آب آبیاری طبق فرمول: مساحت کرت (مترمربع) × نیاز آبی روزانه (میلی متر در روز) × دور آبیاری (روز) محاسبه و مقدار آب تعیین شده برای هر کرت، توسط سیستم کنتور و هیدروفیکس در اختیار آن قرار گرفت.

جهت آگاهی از وضعیت خاک محل اجرای طرح، آزمایش خاک نیز انجام شد (جدول ۱). مراحل آماده سازی زمین به صورت شخم پاییزه و دیسک بهاره بود؛ و سپس آماده سازی فاروها صورت گرفت. طول هر کرت ۶ و عرض آن ۲/۶ متر و دارای چهار خط کاشت بود. فسفر به صورت کود سوپرفسفات تریپل (به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و پتاسیم به شکل سولفات پتاسیم (به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت پیش کاشت استفاده گردید. کاشت بذر به دو روش دستی (در عمق ۵ سانتی متری روی پشته) و کپه ای در ۱۷ اردیبهشت ماه انجام و در هر کپه ۲ تا ۳ عدد بذر ضدعفونی شده با قارچ کش ویتاواکس (یک در هزار) قرار داده شد. فاصله خطوط کاشت از یک دیگر ۶۵ و فاصله روی خط نیز بر اساس تراکم توصیه شده برای رقم، ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد؛ به طوری که تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار حاصل آمد. عملیات تنک کردن پس از استقرار کامل گیاه و در مرحله ی ۴ برگی انجام و پای بوته ها خاک داده شد. آبیاری مطلوب برای تمام کرت ها تا قبل از مرحله ۶ برگی صورت گرفت؛ و اولین تنش آبی در مرحله ۶ برگی و در دوره های ده روزه بر اساس تیمارهای آبی تعیین شده اعمال گردید. دو سوم باقیمانده ی کود اوره در مراحل هفت برگی و قبل از گل دهی (بر اساس میزان محاسبه شده) به کرت ها اضافه شد. سم پاشی به منظور مبارزه با علف های هرز در مرحله ی هفت برگی و با استفاده از علف کش۲-۴-D (به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار) انجام شد. علاوه بر این، وجین دستی علف های هرز نیز در مرحله

ی ده برگی با استفاده از نیروی کارگری صورت گرفت. سم پاشی به منظور کنترل آفت طوقه بر (آگروتیس) با استفاده از سم دیازینون نیز در مرحله ی دو برگی انجام شد.

در مرحله گل دهی سطح برگ ۶ بوته که به طور تصادفی از ردیف های دوم و سوم انتخاب شده بودند اندازه گیری شد. سطح برگ که در مرحله گل دهی حداکثر است، بر اساس فرمول مونتگومری از حاصل ضرب بیش ترین عرض در طول برگ و در ضریب ثابت ۰/۷۵ محاسبه گردید (Aliu et al., 2010). بعد از ظهور کامل گل تاجی و هم زمان با تشکیل کامل بلال (زمان توقف رشد طولی گیاه) ارتفاع ۶ بوته در هر کرت به طور تصادفی از زمین (پایه گیاه) تا اولین شاخه فرعی گل تاجی (ارتفاع کل) بر حسب سانتی متر اندازه گیری شد.

به منظور اندازه گیری رطوبت نسبی برگ، نمونه برداری قبل از انجام آبیاری از تمام کرت ها در مرحله گل دهی و از برگ پرچم صورت گرفت. از نمونه ها دیسک های برگی به قطر ۱ سانتی متر تهیه و وزن تر آن ها تعیین شد. این نمونه ها به مدت چهار ساعت در شدت نور کم در آب مقطر قرار داده شدند؛ سپس وزن نمونه های برگی در حالت آماس (تورژسانس) اندازه گیری و به جهت تعیین وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد آون قرار گرفتند. سپس با استفاده از فرمول ذیل میزان آب نسبی برگ بر حسب درصد محاسبه گردید:

$$RWC=FW-DW/TW-DW\times100$$

در رابطه ی فوق، FW وزن تر برگ، DW وزن خشک برگ و TW وزن برگ در حالت اشباع است.

به منظور تعیین عمل کرد و اجزای آن برداشت دستی بلال های ۲ ردیف میانی هر واحد آزمایشی در زمان بلوغ فیزیولوژیک و پیدا شدن لایه سیاه در محل اتصال دانه به چوب بلال، پس از حذف دو خط کناری و دو بوته از ابتدا و انتهای هر کرت انجام گرفت. تعداد ردیف در هر بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن صددانه با استفاده از ۶ بلال که به طور تصادفی جدا شده بودند، محاسبه گردید. تعداد دانه در بلال نیز از ضرب تعداد ردیف و تعداد دانه در ردیف بلال به دست آمد. در زمان برداشت، میزان رطوبت دانه های هر کرت تعیین و وزن دانه ها بر اساس رطوبت ۱۴٪ و بر حسب تن در هکتار محاسبه گردید. برای اندازه گیری عمل کرد بیولوژیکی، بخش هوایی بوته های هر کرت در زمان برداشت به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد آون خشک و پس از توزین به عنوان عمل کرد بیولوژیکی بر حسب تن در هکتار منظور شد. کیفیت دانه (درصد پروتئین، نشاسته و چربی خام) با استفاده از دستگاه NIR (Near Infra Red) مدل DA7200 ساخت شرکت Perten سوئد تعیین گردید. به علاوه به منظور اطمینان از نتایج به دست آمده، درصد پروتئین تعدادی از نمونه ها با بهره گیری از روش متداول کجلدال تعیین شد. با توجه به این که بین میزان پروتئین اندازه گیری شده با دستگاه NIR و روش کجلدال تفاوت قابل ملاحظه ای وجود نداشت، پروتئین اندازه گیری شده توسط دستگاه مزبور به عنوان مقدار پروتئین نمونه ها منظور گردید. محاسبات آماری (تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها به روش دانکن) توسط نرم افزارهای MSTAT-C و SAS انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داد که اثر تنش خشکی بر صفت های شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، محتوای نسبی آب برگ، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن صددانه، عمل کرد بیولوژیک، عمل کرد دانه و نشاسته دانه بسیارمعنی دار ($P\leq0.01$)، بر صفت های تعداد ردیف در بلال و پروتئین دانه معنی دار ($P\leq0.05$) و بر صفت چربی دانه غیرمعنی دار بود.

اثر نیتروژن بر صفت های شاخص سطح برگ، عمل کرد بیولوژیک، عمل کرد دانه، پروتئین و چربی خام دانه بسیارمعنی دار، بر صفت های تعداد دانه در ردیف، وزن صددانه و نشاسته دانه معنی دار و بر ارتفاع بوته، محتوای نسبی آب برگ و تعداد ردیف در بلال غیرمعنی دار بود.

اثر متقابل تنش خشکی و نیتروژن، بر صفت های عمل کرد بیولوژیک، عمل کرد دانه و چربی خام دانه بسیارمعنی دار، بر صفت های تعداد دانه در ردیف و دانه در بلال معنی دار و بر شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، محتوای آب برگ، تعداد ردیف در بلال، وزن صددانه، محتوای نشاسته و پروتئین

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

عمق نمونه-برداری (cm)	بافت خاک	فسفر قابل جذب (av.P) p.p.m	پتاسیم قابل جذب (av.K) p.p.m	ازت کل (درصد)	کربن آلی O.C%	منگنز (Mn) p.pm	آهن (Fe) p.pm	روی (Zn) p.pm
۰-۳۰	سیلتی-رسی	۱۱/۶	۶۴۰	۰/۰۸	۰/۸۱	۱۳/۶	۳/۹	۰/۷۸
۳۰-۶۰	سیلتی-رسی	۷/۸	۶۳۰	۰/۱	۱/۰	۴/۲	۳/۷۸	۰/۷۲

دانه غیرمعنی دار بود.

مقایسه میانگین های اثرات ساده تیمارها (جدول ۳) نشان داد که اختلاف میزان شاخص سطح برگ در تیمار تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی با دو سطح دیگر تیمار (که فاقد اختلاف معنی دار بودند) بسیارمعنی دار بود. لوله شدن و کاهش سطح برگ به علت شرایط خشکی در بررسی های پیشین نیز مشاهده شده است (Ur-Rahman et al., 2004). با افزایش مقدار نیتروژن شاخص سطح برگ نیز افزایش یافت؛ به طوری که کمینه این شاخص (۲/۳۳) از پایین ترین سطح کودی (۱۱۹ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) به دست آمد؛ و بیشینه مقدار آن (۳/۱۷) مربوط به کاربرد ۲۲۱ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود. یافته های قبلی نیز نشان داده است که مقدار نیتروژن مصرفی بر گسترش و افزایش شاخص سطح برگ تأثیر زیادی دارد (Valadabadi and Aliabadifarahani, 2010; Lack et al., 2006).

در هر سه سطح آبیاری با افزایش مقدار کود، شاخص سطح برگ افزایش یافت؛ به طوری که بیشینه شاخص سطح برگ (۳/۶۳) از تیمار آبیاری مطلوب و بالاترین سطح نیتروژن (DN) حاصل آمد؛ و کمینه مقدار این شاخص (۱/۹۲) متعلق به تیمار تنش شدید خشکی و کمبود نیتروژن (DN) بود (جدول ۴). این وضعیت بیان گر این مطلب است که کاربرد نیتروژن در تیمارهای مختلف آبیاری، آثار متفاوتی بر شاخص سطح برگ می گذارد؛ همان طوری که در این بررسی، افزایش مصرف نیتروژن تحت تنش شدید خشکی تأثیر اندکی بر شاخص سطح برگ داشت. در تحقیقات قبلی نیز بیش ترین میزان شاخص سطح برگ مربوط به تیمار آبیاری مطلوب و بیش ترین مقدار مصرف نیتروژن بوده است (Lack et al., 2008).

بیشینه ارتفاع بوته (۲۴۵/۴۴ سانتی متر) با آبیاری مطلوب (D) و کمینه آن (۱۹۵/۸ سانتی متر) با تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی (D) به دست آمد. این صفت تحت تأثیر نیتروژن مصرفی قرار نگرفت. به نظر می رسد که استعمال غیرمتعارف نیتروژن (بیش از ۱۷۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) منجر به کاهش ارتفاع بوته گردد (جدول ۳). یافته های پیشین نیز با نتایج حاصل از این بررسی هم خوان است (Yu-kui et al., 2009). بیش ترین ارتفاع بوته (۲۴۶/۹ سانتی متر) از تیمار آبیاری مطلوب و بالاترین سطح کود (DN) و کم ترین آن (۱۸۲/۸ سانتی متر) از تیمار تنش شدید خشکی و پائین ترین سطح نیتروژن (DN) حاصل شد (جدول ۴).

تیمار آبیاری مطلوب، بیشینه محتوی نسبی آب برگ (۷۸/۵۹ درصد) را دارا بود؛ و کمینه مقدار این صفت (۶۲/۷۶ درصد) نیز مربوط به تیمار تنش شدید خشکی بود (جدول ۳). در مطالعات قبلی نیز خشکی باعث کاهش محتوی نسبی آب برگ شده بود (Schlemmer et al., 2005). این صفت تحت تأثیر تیمار نیتروژن قرار نگرفت؛ اما با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی محتوای نسبی آب برگ کاهش یافت (جدول ۳).

بیش ترین (۴۳/۷۴) و کم ترین (۳۲/۳۱) تعداد دانه در ردیف بلال به ترتیب متعلق به سطح آبیاری مطلوب و تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه بود. کاهش تعداد دانه در ردیف بر اثر تنش رطوبتی قبلاً نیز گزارش شده است (Majdam et al., 2008). کم ترین تعداد دانه در ردیف (۳۵/۵۸) و بیش ترین آن (۳۹/۱۴) به ترتیب از ۱۱۹ و ۱۷۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار به دست آمد. با افزایش مقدار نیتروژن، تعداد دانه در ردیف بلال کاهش یافت؛ اما این کاهش، با مقدار توصیه شده کود نیتروژن دار (N) اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳). در آبیاری کامل، با افزایش میزان نیتروژن مصرفی تعداد دانه در ردیف بلال افزایش یافت؛ اما در تنش های ملایم و شدید رطوبتی، افزایش نیتروژن تا حد ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار تعداد دانه در ردیف بلال را افزایش داد. افزایش نیتروژن از حد مزبور، تعداد دانه در ردیف بلال را کاهش داد. بیشینه تعداد دانه در ردیف (۴۷/۶) مربوط به تیمار تأمین نیاز کامل آبی گیاه و بالاترین مقدار نیتروژن (DN) و کمینه آن (۳۱/۶۷) متعلق به تیمار تنش شدید خشکی و بالاترین مقدار نیتروژن (DN) بود (جدول ۴).

بیش ترین تعداد ردیف در بلال (۱۵/۰۲) در تیمار آبیاری مطلوب و کم ترین آن (۱۳/۵۳) از سطح تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد (جدول ۳). آبیاری تعداد ردیف دانه در بلال را افزایش داد (Dastbandan-Nejad et al., 2010). به نظر می رسد که افزایش تعداد ردیف دانه در بلال همراه با افزایش آبیاری بیان گر این باشد که مقادیر مختلف آبیاری، دریافت مواد فتوسنتزی توسط مقاصد فیزیولوژیکی را تحت تأثیر قرار داده است. تعداد ردیف دانه در بلال تحت تأثیر میزان نیتروژن مصرفی قرار نگرفت. این یافته در بررسی های پیشین نیز مطالعه و تائید شده است (Sharifi and Taghizadeh, 2009). بیشینه تعداد ردیف دانه در بلال (۱۵/۳۳) از تیمار آبیاری مطلوب و بالاترین مقدار مصرف نیتروژن (DN) و کمینه آن (۱۳/۴۶) از تیمار تنش شدید خشکی و بالاترین سطح نیتروژن (DN) حاصل گردید (جدول ۴).

کم ترین تعداد دانه در بلال (۴۳۷/۴) به تیمار تنش شدید رطوبتی تعلق داشت. مطالعات سایر محققان نیز نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی تعداد دانه در بلال کاهش یافته است (Setter and Parra, 2010; Lack et al., 2008; Majdamet al., 2008). بررسی ما نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن، تعداد دانه در بلال افزایش یافت؛ اما بین سطوح نیتروژن مصرفی اختلاف معنی داری مشاهده نگردید (جدول ۳). نتایج بررسی دیگر محققان نیز حاکی از تأثیر مثبت و معنی دار نیتروژن بر تعداد دانه در بلال بود (Sharifi and Taghizadeh, 2009; Lack et al., 2006). مقایسه میانگین ها نشان داد که تعداد دانه در بلال، در تیمار آبیاری مطلوب با افزایش مصرف نیتروژن افزایش و در شرایط تنش رطوبتی (ملایم و شدید) نیز با افزایش این عنصر (تا حد ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار) افزایش یافت؛ اما افزایش نیتروژن بیش از مقدار مزبور، تعداد دانه در بلال را کاهش داد (جدول ۴). بنابراین نیتروژن کافی تعداد دانه در بلال را تحت شرایط تنش خشکی به مقدار کم ولی در شرایط مطلوب آبی به میزان بیش تری افزایش می دهد. این نتیجه در مطالعات پیشین نیز ارائه شده است (Lack et al., 2006).

بیشینه وزن صددانه (۲۹۲/۱ گرم) در تیمار آبیاری مطلوب به دست آمد؛ و کمینه آن (۲۵۲/۴ گرم) از تیمار تنش شدید خشکی (تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) حاصل شد. این یافته در تحقیقات قبلی نیز گزارش شده است (Ghooshchi et al., 2008; Lack et al., 2008). وزن صددانه با افزایش نیتروژن تا حد میزان توصیه شده افزایش یافت؛ اما استعمال آن بیش از میزان مزبور، وزن صددانه را کاهش داد (جدول ۳). وزن صددانه تحت تأثیر ترکیب های متفاوت تیماری در کلاس های متفاوت آماری قرار گرفت. حداکثر این وزن (۳۰۳/۴ گرم) متعلق به تیمار آبیاری مطلوب و بالاترین سطح نیتروژن (DN) و حداقل آن (۲۴۳/۵ گرم) مربوط به تیمار

تنش شدید خشکی و همین مقدار نیتروژن (DN) بود (جدول ۴). در شرایط آبیاری مطلوب افزایش مقدار نیتروژن، وزن صددانه را افزایش داد؛ اما در تیمارهای تنش خشکی (ملایم و شدید) تنها افزایش مقدار این عنصر تا حد ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار، وزن صددانه را بالا برد؛ درحالی که استفاده از میزان بالاتر نیتروژن وزن صددانه را کاهش داد.

بیشینه عمل کرد بیولوژیک (۴۰/۳۰ تن در هکتار) در شرایط آبیاری مناسب به دست آمد؛ و با اعمال تنش خشکی از مقدار تولید ماده خشک گیاه کاسته شد. کمبود آب مانع از آن می شود که وزن زیستی گیاه به حداکثر خود برسد. این کاهش می تواند به دلیل اثر منفی تنش آبی بر فتوسنتز باشد. اثر مثبت آبیاری در افزایش عمل کرد بیولوژیک توسط محققان دیگر نیز عنوان شده است (Dastbandan-Nejad et al., 2010; Lack et al., 2008). با افزایش مصرف کود از ۱۱۹ به ۱۷۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، وزن خشک اندام هوایی افزایش یافت، اما کاربرد ۲۲۱ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار وزن خشک اندام هوایی را کاهش داد (جدول ۳). در بررسی های پیشین نیز نتایج مشابه ای در خصوص اثر منفی مقادیر بالای نیتروژن بر زیست توده ذرت ارائه شده است (Yu-kui et al., 2009). بیش ترین میزان عمل کرد بیولوژیک (۴۴/۹۰ تن در هکتار) از تیمار آبیاری مطلوب و بالاترین میزان نیتروژن مصرفی (DN) و کم ترین آن (۲۰/۲۲ تن در هکتار) از تیمار تنش شدید خشکی و بالاترین سطح نیتروژن (DN) به دست آمد (جدول ۴). در شرایط آبیاری مطلوب، با افزایش میزان نیتروژن عمل کرد بیولوژیک افزایش یافت؛ اما در شرایط تنش ملایم و شدید رطوبتی، تنها افزایش نیتروژن تا حد ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار عمل کرد مزبور را بالا برد؛ درحالی که مصرف مقدار بیش تر کود، این عمل کرد را کاهش داد. می توان عنوان داشت که در شرایط تنش رطوبتی افزایش کود تا حد نیاز گیاه باعث افزایش تحمل گیاه در برابر تأثیر منفی کمبود آب بر عمل کرد بیولوژیک می شود.

بالاترین میزان عمل کرد دانه (۱۸/۷۲ تن در هکتار) با آبیاری مطلوب حاصل شد؛ و کمترین مقدار آن (۱۰/۱۸ تن در هکتار) از تیمار تنش شدید آبی به دست آمد (جدول ۳). علت اصلی کاهش عمل کرد دانه در تیمارهای تحت تأثیر تنش خشکی (ملایم و شدید) نسبت به آبیاری مطلوب، کاهش معنی دار تعداد دانه در بلال و وزن دانه در این تیمارها بود. قبلاً نیز تنش خشکی باعث کاهش معنی دار عمل کرد نهایی دانه گردیده بود (Majidian et al., 2008; Di-Marco et al., 2007; Ghadiri and Majidian, 2003). مقدار عمل کرد دانه با افزایش مقدار نیتروژن تا حد ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار افزایش و با افزایش میزان نیتروژن (تا حد ۲۲۱ کیلوگرم در هکتار) کاهش یافت. بنابراین به نظر می رسد که مصرف ۱۷۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، عمل کرد بهینه را تأمین و افزایش بیش از این مقدار، کاهش شدید عمل کرد را به دنبال داشته است. بیشینه میزان عمل کرد دانه (۱۹/۲۳ تن در هکتار) در تیمار آبیاری مطلوب و بالاترین مقدار کود مصرفی (DN) به دست آمد؛ و کمینه این میزان (۹/۱۷ تن در هکتار) مربوط به تیمار تنش شدید خشکی و بالاترین مقدار کود مصرفی (DN) بود (جدول ۴). در شرایط مطلوب آبیاری، افزایش مصرف نیتروژن عمل کرد دانه را افزایش داد؛ اما در شرایط تنش ملایم و شدید رطوبتی کاربرد نیتروژن تنها تا حد میزان توصیه شده (۱۷۰ کیلوگرم در هکتار) عمل کرد مزبور را افزایش و با مصرف بیش تر (۲۲۱ کیلوگرم در هکتار) آن را کاهش داد. بنابراین در شرایط کم آبیاری کوددهی بیش از میزان توصیه شده باعث کاهش عمل کرد دانه می شود. تأثیر مثبت و معنی دار رطوبت خاک بر واکنش عمل کرد دانه ذرت به مقادیر مختلف نیتروژن در بررسی های پیشین نیز عنوان شده است (Lack et al., 2006; Ghadiri and Majidian, 2003).

بیشینه درصد نشاسته (۷۳/۶۱ درصد) با آبیاری مطلوب و کمینه مقدار آن (۷۱/۵۸ درصد) در شرایط تنش رطوبتی شدید مشاهده شد؛ که تفاوت معنی داری با تنش ملایم خشکی نداشت. بیش ترین درصد نشاسته (۷۳/۰۷ درصد) با کاربرد ۱۱۹ و کم ترین مقدار آن (۷۱/۷۷ درصد) با کاربرد ۲۲۱ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). هم بستگی منفی بین درصد نیتروژن گیاه و درصد کربوهیدرات در زمره یافته های پیشین نیز بوده است (Ghorbanli et al., 2006). درصد نشاسته موجود در دانه در تمام تیمارهای آبیاری با افزایش مقدار نیتروژن کاهش یافت؛ به طوری که بیشینه درصد نشاسته دانه (۷۴/۳ درصد) از تیمار آبیاری مطلوب و کم ترین مقدار نیتروژن (DN) و کمینه آن (۷۰/۸ درصد) از تیمار تنش شدید آبی و کاربرد زیاده از حد نیتروژن (DN) به دست آمد (جدول ۴).

با افزایش شدت تنش درصد پروتئین دانه افزایش یافت؛ به طوری که کم ترین مقدار پروتئین (۹/۲ درصد) در تیمار آبیاری مطلوب و بیش ترین آن (۱۰/۴۷ درصد) در تیمار تنش شدید خشکی مشاهده شد. بین درصد پروتئین موجود در دانه در شرایط تنش ملایم و شدید رطوبتی تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۳). با افزایش شدت تنش خشکی درصد پروتئین دانه افزایش یافت (Javadoleslami et al., 2005). درصد پروتئین دانه از ۹/۲۹ درصد در شرایط کمبود نیتروژن (کاربرد ۱۱۹ کیلوگرم ازت خالص در هکتار) به ۱۰/۷۷ درصد در شرایط مصرف زیاده از حد این عنصر (کاربرد ۲۲۱ کیلوگرم ازت خالص در هکتار) افزایش یافت؛ اما بین کاربرد مقدار توصیه شده و زیاده از حد نیتروژن هیچ اختلاف معنی داری در درصد پروتئین دانه مشاهده نگردید. کمینه میزان پروتئین دانه (۸/۶ درصد) مربوط به شرایط آبیاری مطلوب و حداقل نیتروژن مصرفی (DN) و بیشینه آن (۱۱/۴۳ درصد) متعلق به شرایط تنش شدید خشکی و بالاترین میزان نیتروژن (DN) بود (جدول ۴). این یافته با یافته های پیشین نیز هم خوانی داشت (Zeidan et al., 2006).

درصد چربی خام موجود در دانه تحت تأثیر میزان آبیاری قرار نگرفت؛ ولی با افزایش مقدار نیتروژن تا حد نیاز گیاه، درصد آن کاهش یافت. بیش ترین درصد چربی خام (۳/۷۱ درصد) در تیمار کمبود نیتروژن (۱۱۹ کیلوگرم ازت خالص در هکتار) و پایین ترین میزان آن (۳/۴۸ درصد) در تیمار کاربرد ۱۷۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار مشاهده شد. کاربرد ۲۲۱ کیلوگرم ازت خالص در هکتار، درصد چربی خام دانه را افزایش داد؛ ولی اختلاف معنی داری با کاربرد ۱۷۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار نداشت (جدول ۳). بیشینه درصد چربی دانه (۳/۷۶ درصد) از تیمار آبیاری مطلوب و ۱۱۹ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (DN) و کمینه آن (۳/۳ درصد) از تیمار تنش ملایم خشکی و کاربرد ۱۷۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (DN) به دست آمد (جدول ۴).

نتیجه گیری

این بررسی نشان داد که تأمین نیاز کامل آبی ذرت تأثیر بسیار مثبتی بر افزایش عمل کرد دانه و اجزای آن داشت؛ و اعمال تنش رطوبتی (ملایم و شدید) مقدار این صفت ها را به طور معنی داری کاهش داد؛ به طوری که تنش شدید خشکی (تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) موجب کاهش عمل کرد دانه به میزان ۴۵/۶۲ درصد (نسبت به آبیاری مطلوب) شد. بنابراین عمل کرد محصول رابطه نزدیکی با قابلیت دسترسی به آب دارد. به منظور دست یابی به عمل کرد بهینه ذرت، ناگزیر از تأمین نیاز کامل آبی گیاه هستیم. افزایش نیتروژن خالص تا حد ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار با تأثیر بر افزایش شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، عمل کرد بیولوژیک و اجزای عمل کرد موجب افزایش مقدار عمل کرد دانه گردید؛ اما مصرف نیتروژن در مقادیر بیش تر از نیاز گیاه نه تنها اثر مثبتی بر عمل کرد نداشت، بلکه در این شرایط مقدار آن را نسبت به مصرف مقدار مناسب نیتروژن نیز، ۱۱/۳ درصد کاهش داد. این نتایج اثرات منفی زیاده روی در مصرف نیتروژن بر تولیدات فتوسنتزی گیاه را نشان می دهد.

در پژوهش حاضر مشاهده شد که افزایش هم زمان رطوبت خاک و نیتروژن منجر به افزایش عمل کرد دانه گردید؛ ولی مصرف مقادیر بالای نیتروژن در شرایط کمبود آب در خاک، عمل کرد دانه را به علت کاهش جذب و افزایش هدرروی نیتروژن کاهش داد. بنابراین مصرف مقادیر بالای نیتروژن در شرایط عدم دسترسی به آب کافی علاوه بر افزایش هزینه تولید و آلودگی های زیست محیطی، مقدار عمل کرد دانه ذرت را نیز کاهش می دهد. تیمار DN (تأمین نیاز کامل آبی گیاه و کاربرد ۲۲۱ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) که بالاترین رکورد مقدار عمل کرد دانه (۱۹/۲۳ تن در هکتار) را به خود اختصاص داد، به عنوان ترکیب تیماری برتر در این آزمایش معرفی می گردد. البته شایان ذکر است با توجه به ضرورت روی کرد به کاهش مصرف کودهای شیمیایی و در راستای عمل به توصیه های کشاورزی پایدار می توان تیمار DN را نیز توصیه نمود؛ زیرا در این حالت با تأمین نیاز کامل آبی گیاه و مصرف نیتروژن متناسب با نیاز گیاه [۱۷۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (در این آزمایش)] مقدار ۱۸/۹۳ تن دانه تولید شد؛ و از این نظر با تیمار رکورددار در یک گروه آماری قرار گرفت. بنابراین در مناطق مشابه محل اجرای طرح، تیمار مزبور قابل توصیه می باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفت‌های مورد بررسی در ذرت سینگل کراس ۷۰۴

منابع تغییرات «S.O.V»	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)											
		شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته	محتوای نسبی آب برگ	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در بلال	وزن صد دانه	عمل کرد بیولوژیک	عمل کرد دانه	نشاسته دانه	پروتئین دانه	چربی خام دانه
تکرار	۲	۰/۰۹۶ ns	۲۵۸۹/۵۹۶ **	۲/۹۶۹ ns	۲۴/۲۲۳ ns	۰/۹۴۸ ns	۹۱۹۸/۰۴۲ *	۷۹/۳۸۳ ns	۸/۰۸۶ ns	۰/۹۶۶ ns	۳/۹۷۴ *	۳/۷۵۸ *	۰/۰۹۶ ns
تنش خشکی خطای a	۲	۲/۲۷۳ **	۵۵۴۵/۵۵۱ **	۵۶۴/۶۲۴ **	۲۹۸/۷۲۷ **	۵/۰۱۸ *	۱۱۱۸۳۰/۵۸۰ **	۳۵۴۳/۵۹۰ **	۷۳۲/۰۸۳ **	۱۷۰/۹۶۷ **	۱۰/۷۰۳ **	۳/۷۴۴ *	۰/۰۰۹ ns
	۴	۰/۰۷۳	۶۹/۶۴۲	۳۱/۳۹۹	۳/۸۳۵	۰/۶۶۶	۹۷۳/۹۳۴	۱۳۲/۱۳۱	۳/۴۸۳	۱/۰۴۵	۰/۴۶۹	۰/۴۰۸	۰/۰۲۰
نیتروژن	۲	۱/۶۶۳ **	۱۳۷/۹۲۲ ns	۱۷/۰۳۳ ns	۳۰/۳۶۰ *	۰/۴۰۸ ns	۴۶۲۴/۷۷۴ ns	۳۲۱/۰۲۷ *	۴۲/۷۰۹ **	۷/۳۹۷ **	۳/۸۷۰ *	۵/۳۲۹ **	۰/۱۳۵ **
خشکی × نیتروژن	۴	۰/۰۷۴ ns	۱۶۸/۰۰۳ ns	۸/۷۸۸ ns	۲۲/۶۷۱ *	۰/۴۰۶ ns	۵۹۲۰/۱۳۰ *	۱۴۷/۰۲۷ ns	۴۲/۹۰۷ **	۳/۹۱۳ **	۰/۳۷۷ ns	۰/۲۶۹ ns	۰/۰۸۷ **
خطای b	۱۲	۰/۰۶۹	۱۷۴/۸۴۲	۹/۱۹۰	۴/۷۹۷	۰/۳۸۰	۱۹۹۵/۵۵۷	۵۹/۱۱۱	۴/۷۶۰	۰/۶۲۴	۰/۸۹۲	۰/۳۳۸	۰/۰۱۶
ضریب تغییرات (٪)	-	۹/۴۲	۵/۹۷	۴/۲۸	۵/۸۲	۴/۳۳	۷/۴۲	۲/۸۲	۶/۹۶	۵/۲۹	۱/۳	۸/۶۸	۳/۵۱

** = اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد
* = اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد
ns = عدم اختلاف معنی‌دار

جدول ۳- میانگین اثرات ساده مصرف آب و نیتروژن بر صفت‌های اندازه‌گیری‌شده در ذرت سینگل‌کراس ۷۰۴

تیمار	صفات / سطوح تیمار	شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	محتوی نسبی آب برگ (درصد)	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در بلال	وزن صددانه (گرم)	عمل‌کرد بیولوژیک (تن/هکتار)	عمل‌کرد دانه (تن/هکتار)	نشاسته دانه (درصد)	پروتئین دانه (درصد)	چربی خام دانه (درصد)
مقدار آب مصرفی بر اساس نیاز گیاه (درصد)	۱۰۰ (D_1)	۳/۲۳ a	۲۴۵/۴ a	۷۸/۵۹ a	۴۳/۷۴ a	۱۵/۰۲ a	۶۵۷/۸ a	۲۹۲/۱ a	۴۰/۳۰ a	۱۸/۷۲ a	۷۳/۶۱ a	b ۹/۲۰۰	۳/۵۸۹ a
	۸۰ (D_2)	۲/۹۱ a	۲۲۳/۲ b	۷۱/۲۲ b	۳۶/۷۹ b	۱۴/۱۸ ab	۵۱۸/۸ b	۲۷۲/۹ b	۳۱/۴۷ b	۱۵/۹۴ b	۷۱/۹۱ b	۱۰/۰۴ a	۳/۵۳۳ a
	۶۰ (D_3)	۲/۲۵ b	۱۹۵/۸ c	۶۲/۷۶ c	۳۲/۳۱ c	۱۳/۵۳ b	۴۳۷/۴ c	۲۵۲/۴ c	۲۲/۲۶ c	۱۰/۱۸ c	۷۱/۵۸ b	۱۰/۴۷ a	۳/۵۸۹ a
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	۱۱۹ (N_1)	۲/۳۳ c	۲۱۷/۵ a	۷۲/۲۵ a	۳۵/۵۸ b	۱۴/۳۴ a	۵۱۱/۹ a	۲۶۵/۶ b	۲۹/۲۸ b	۱۴/۸۲ b	۷۳/۰۷ a	۹/۲۹ b	۳/۷۱۱ a
	۱۷۰ (N_2)	۲/۹۰ b	۲۲۵/۳ a	۷۰/۸۳ a	۳۹/۱۴ a	۱۴/۰۰ a	۵۴۹/۴ a	۲۷۵/۹ a	۳۳/۶۷ a	۱۵/۹۱ a	۷۲/۲۷ ab	۹/۶۷ b	۳/۴۸۹ b
	۲۲۱ (N_3)	۳/۱۷ a	۲۲۱/۷ a	۶۹/۴۹ a	۳۸/۱۲ a	۱۴/۳۹ a	۵۵۲/۷ a	۲۶۲/۳۳ b	۳۱/۰۹ b	۱۴/۱۱ b	۷۱/۷۷ b	۱۰/۷۷ a	۳/۵۱۱ b

در هر ستون و در هر گروه تیماری میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌داری ندارند.

جدول۲- مقایسه میانکین اثرات متقابل مصرف اب و نیتروژن بر صفت‌های اندازه‌گیری‌شده در درت سینکل‌کراس ۷۰۲

صفات / تیمار	شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در بلال	وزن صد دانه (گرم)	عمل‌کرد بیولوژیک (تن/هکتار)	عمل‌کرد دانه (تن/هکتار)	نشاسته دانه (درصد)	پروتئین دانه (درصد)	چربی خام دانه (درصد)
D_1N_1	۲/۶۸ b	۲۴۴/۹ a	۷۸/۰۹ a	۳۹/۹۰ b	۱۴/۸۳ a	۵۹۱/۹ bc	۲۸۱/۹ bc	۳۴/۷۰ b	۱۸/۰۰ ab	۷۴/۳۰ a	۸/۶۰ d	۳/۷۶۷ ab
D_1N_2	۳/۳۸ a	۲۴۴/۳ a	۷۸/۵۰ a	۴۳/۷۳ ab	۱۴/۹۰ a	۶۵۱/۶ b	۲۹۰/۹ ab	۴۱/۳۰ a	۱۸/۹۳ a	۷۳/۷۰ ab	۹/۱۰ cd	۳/۵۰۰ cd
D_1N_3	۳/۶۳ a	۲۴۶/۹ a	۷۹/۱۹ a	۴۷/۶۰ a	۱۵/۳۳ a	۷۲۹/۹ a	۳۰۳/۴ a	۴۴/۹۰ a	۱۹/۲۳ a	۷۲/۸۳ abc	۹/۹۰ abcd	۳/۵۰۰ cd
D_2N_1	۲/۳۸ bc	۲۲۴/۷ abc	۷۳/۴۲ ab	۳۴/۹۰ c	۱۴/۶۳ ab	۵۰۹/۲ de	۲۷۲/۳ cd	۳۱/۸۸ bc	۱۶/۶۷ b	۷۲/۳۰ bcd	۹/۷۰ bcd	۳/۸۳۳ a
D_2N_2	۳/۱۶ a	۲۲۷/۵ ab	۷۱/۶۷ b	۴۰/۳۷ b	۱۳/۵۳ b	۵۴۵/۵ cd	۲۷۵/۱ cd	۳۴/۴۰ b	۱۷/۲۳ b	۷۱/۷۷ cd	۹/۴۷ bcd	۳/۳۰۰ d
D_2N_3	۳/۲۰ a	۲۱۷/۵ bc	۶۸/۵۶ bc	۳۵/۱۰ c	۱۴/۳۷ ab	۵۰۱/۸ def	۲۷۱/۳ cd	۲۸/۱۴ cd	۱۳/۹۳ c	۷۱/۶۷ cd	۱۰/۹۷ ab	۳/۴۶۷ cd
D_3N_1	۱/۹۲ c	۱۸۲/۸ d	۶۵/۲۲ cd	۳۱/۹۳ c	۱۳/۵۷ b	۴۳۴/۶ ef	۲۵۱/۹ ef	۲۱/۲۷ e	۹/۸۰ e	۷۲/۶۰ abcd	۹/۵۷ bcd	۳/۵۳۳ bcd
D_3N_2	۲/۱۶ c	۲۰۴/۱ bcd	۶۲/۳۳ d	۳۳/۳۳ c	۱۳/۵۷ b	۴۵۱/۰ ef	۲۶۱/۸ de	۲۵/۳۰ d	۱۱/۵۷ d	۷۱/۳۳ cd	۱۰/۴۰ abc	۳/۶۶۷ abc
D_3N_3	۲/۶۶ b	۲۰۰/۶ cd	۶۰/۷۳ d	۳۱/۶۷ c	۱۳/۴۷ b	۴۲۶/۵ f	۲۴۳/۵ f	۲۰/۲۲ e	۹/۱۷ e	۷۰/۸۰ d	۱۱/۴۳ a	۳/۵۶۷ bc

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

منابع مورد استفاده

1. Abo-El-Kheir, M.S.A., B.B. Mekki. 2007. Response of maize single cross-10 to water deficits during silking and grain filling stages. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3:3: 269-272.
2. Aliu, S., S. Fetahu and L. Rozman. 2010. Variation of physiological traits and yield components of some maize hybrid (Zea mays L.) in agroecological conditions of Kosovo. *Acta agriculturae Slovenica*, 95:1: 35-41.
3. Dastbandan-Nejad, S., T. Saki and S. Lack. 2010. Study effect drought stress and different levels potassium fertilizer on K^+ accumulation in corn, *Nature and science*, 8:5: 23-27.
4. Di-Marco, O.N., M.S. Aello and A. Chicatun. 2007. Effect of irrigation on corn plant dry matter yield, morphological components and ruminal degradability of leaves and stems, *Journal of animal and veterinary advances*, 6:1: 8-11.
5. Fooladmand, H.R., J. Niazi, H. Keshvarzi Shirazi and L. Jokar. 2006. The Interaction Effect between Different Levels of Irrigation Water and Nitrogen on Wheat Yield. *Journal of Agricultural Sciences*, Islamic Azad University, 4: 779-786. (In Farsi).
6. Ghadiri, h., M. Majidian. 2003. Effect of nitrogen and irrigation levels in milk and dough stages of yield, yield components and water use efficiency in corn (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural Sciences and Natural* Resources, 3: 103-112. (In Farsi).
7. Ghooshchi, F., M. Seilsepour and P. Jafari. 2008. Effects of water stress on yield and some agronomic traits of maize [SC 301], *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci*, Vol,4, No,3. pp: 302-305.
8. Ghorbanli, M., Sh. Hashemi Moghaddam and A. Fallah. 2006. Study of interaction effects of irrigation and nitrogen on some morphological and physiological characteristic of rice plant (*Oryza sativa L.*). Journal of Agricultural Sciences Islamic Azad University, 2: 415-428. (In Farsi).
9. Gokmen, S., O. Sencar and M.A. Sakin. 2001. Response of popcorn (*Zea mays everta*) to nitrogen rates and plant densities, *Turk J Agric For*, 25: 15-23.
10. Jafari, S., F. Paknejad and M. Jami AL-Ahmadi. 2009. Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids, *International Journal of Plant Production*, 3:4: 33-38.
11. Javadoleslami, M., M. Kaffi, A. Majidi haravan, Gh. Noormohamadi, F. Darvish and E. Ghazizadeh. 2005. Effects of drought stress at different growth stages on the amount of soluble sugars, Degree of the tube leaves and relative water content leaves some common millet genotypes (*panicum miliaceum L.*), *Journal of agricultural research*, 3:2: 219-231. (In Farsi).
12. Khalatbari, A. 2006. Study of drought tolerance in corn inbred lines, MSc Thesis (Plant Breeding). *Graduate University of Zabol. Department of Agriculture*. (In Farsi).
13. Lack, Sh., A. Naderi, S.A. Siadat, A. Aieneband, G. Noormohamadi and S.H. Musavi. 2008. Effect of different levels of irrigation, nitrogen and plant density on yield, components yield and Remobilization of seed corn in the weather condations of in Khuzestan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 42: 1-14. (In Farsi).
14. Lack, Sh., A. Naderi, S.A. Siadat, A. Aieneband and G. Noormohamadi. 2006. Effect of different levels of nitrogen and plant density on grain yield and its components and water use efficiency of maize (*Zea mays* L.) cv. SC. 704 under different moisture conditions in Khuzestan. *Journal of Agricultural Sciences of Iran*, 8:2: 153-170. (In Farsi).
15. Majdam, M., A. Naderi, Gh. Noormohamadi, A.L. Siadat, A. Aieneband and S.H. Muavi. 2008. Effect of water deficit, different amounts and distribution of nitrogen on yield and nitrogen use efficiency of seed corn. *Journal of Agricultural Sciences of Iran*, 1: 97-106. (In Farsi).
16. Majidian, M., A. Ghalavand, N. Karimian and A.A. Kamgar haghighi. 2008. Effects of nitrogen different amounts, manure and irrigation water on yield and yield components of corn. *Electronic Journal of Crop Production*, 1:2: 7-85. (In Farsi).
17. Muthukumar, V., B. K. Velayudham and N. Thavaprakaash. 2005. Growth and yield of baby corn (*Zea mays* L.) as Influenced by plant growth regulators and different time of nitrogen application, *Resaerch Journal of Agriculture and Bioligical Sciences*, 1:4: 303-307.
18. Schlemmer, M.R., D.D. Francis, F. Shanahan and S. Chepers. 2005. Remotely measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content, *Agronomy Journal*, 97: 106-112.
19. Shahsavari, N., M. Saffari. 2004. The effect of different levels of nitrogen on the function and elements of the varieties of wheat in Kerman. *Pajouhesh & Sazandegi*, 66: 82-87. (In Farsi).
20. Sharifi, R.S., R. Taghizadeh. 2009. Response of maize (*Zea mays* L.) cultivars to different levels of nitrogen fertilizer, *Journal of food, Agriculture & Environment*, 7:3&4: 518-521.
21. Ur-Rahman, M. S. GUL and I. Ahmad. 2004. Effects of water stress on growth and photosynthetic pigments of corn (*Zea mays* L.) cultivars, *International Journal of Agriculture &*

Biology, 6:4: 652-655.

22. Valadabadi, A.R., H. Aliabadifarahani. 2010. Effect of planting density and pattern on physiological growth indices in maize (*Zea mays* L.) under nitrogenous fertilizer application, *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 2:3: 40-47.
23. Wang, Z.R., Y.K. Rui, J.B. Shen and F.S. Zhang. 2008. Effects of N fertilizer on root growth in *Zea mays* L. seedlings, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6:4: 677-682.
24. Yu-kui, R., P. Yun-feng, W. Zheng-rui and Jian-bo. 2009. Stem perimeter, height and biomass of maize (*Zea mays* L.) grown under different N fertilization regimes in Beijing, China, *International Journal of Plant Production*, 3:2: 85-90.
25. Zeid, I.M., N.A. El-Semary. 2001. Response of two differentially drought tolerant varieties of maize to drought stress, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4:7: 779-784.
26. Zeidan, M.S., A. Amany and M.F. El-Kramany. 2006. Effect of N-fertilizer and plant density on yield and quality of maize in sandy soil, *Research Journal of Agriculture and biological Sciences*, 2:4: 156-161.