بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید سینگل کراس کارون در شرایط آب و هوایی دزفول

Effect of different irrigation and plant density on yield and yield components of Karoun hybrid at Dezful weather conditions

محمود موسوی قنواتی[1]، شهرام لک[2*]

1- مربی، گروه زراعت، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، اهواز- ایران.
2- دانشیار زراعت، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، اهواز- ایران.

نویسنده مسوول مکاتبات: Sh.Lack50@gmail.com

تاریخ دریافت: 1394/6/25 تاریخ پذیرش: 1394/8/15

چکیده

به‌منظور تعیین بهترین رژیم آبیاری و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید کارون آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح رژیم آبیاری (آبیاری 70 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، آبیاری 90 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، آبیاری 110 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) به‌عنوان تیمار اصلی و چهار سطح تراکم (9-8-7-6 بوته در مترمربع) به‌عنوان تیمار فرعی با سه تکرار در سال 1393 اجرا شد. نتایج نشان داد که رژیم آبیاری بر تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، ارتفاع بوته، شاخص برداشت، شاخص سطح برگ، تعداد ردیف دانه در بلال و طول بلال اثر معنی‌داری داشت. اثر تراکم بر تعداد دانه در ردیف، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، ارتفاع بوته، شاخص برداشت، شاخص سطح برگ، تعداد ردیف دانه در بلال و طول بلال معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد دانه با میانگین 9756 کیلوگرم در هکتار به تیمار تراکم هشت بوته در مترمربع با 70 میلی‌متر تبخیر تعلق داشت که از نظر آماری با تراکم هشت بوته در مترمربع با 90 میلی‌متر تبخیر در یک گروه آماری قرار داشت و کم‌ترین میزان عملکرد با میانگین 6393 کیلوگرم در هکتار به تیمار تراکم نه بوته در مترمربع با 110 میلی‌متر تبخیر متعلق بودند. با توجه به‌نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از هدررفت آب آبیاری و صرفه جویی، از تیمار 90 میلی‌متر تبخیر استفاده شود.

واژگان کلیدی: تراکم بوته، تنش آبی، شاخص سطح برگ، هیبرید کارون، وزن دانه.

مقدمه

ذرت به‌دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد خود، به خصوص قدرت سازگاری با شرایط اقلیمی گوناگون، در تمام دنیا گسترش یافت و مکان سوم را از نظر سطح زیر کشت بعد از گندم و برنج به‌خود اختصاص داد. تجربیات علمی و آزمایش‌های متعددی که در نقاط مختلف دنیا روی ذرت انجام گرفت، مشخص نمود که ذرت علاوه بر آن که علوفه‌ای بسیار مطلوب برای دام می‌باشد، از نظر تأمین انرژی نیز کم نظیر است (Abendroth *et al*., 2011).

ثانی و همکاران (Sani *et al*., 2008) اظهار کردند با محدود شدن منابع آب، ارزش محصول بر اساس میزان آب مصرفی سنجیده می‌شود. در اکثر گیاهان گزارش شده که روش آبیاری شیاری معمولی که تمام شیارها در آن آبیاری می‌گردد، از کارآیی آبیاری پایین‌تری برخوردار است. تحقیقات مختلف نشان داد که با اعمال روش آبیاری یک در میان عملکرد کاهش می‌یابد ولی موجب بهبود کارآیی مصرف آب می‌گردد (Lamm *et al*., 2009). نتایج تحقیقات کاراساهین (Karasahin, 2014) نشان داد که استفاده از آبیاری شیاری یک در میان در زراعت ذرت کل آب مصرفی تا 24 درصد کاهش داد، در حالی‌که عملکرد تنها 5/4 درصد کاهش یافت. حداکثر عملکرد دانه در ذرت مانند سایر گیاهان زراعی دانه‌ای هنگامی حاصل می‌شود که رقابت درون و برون بوته‌ای به حداقل رسیده و گیاه بتواند از عوامل رشد، حداکثر استفاده را بنماید. تراکم، نقش تعیین کننده‌ای در فضای رشد قابل استفاده هر بوته و عملکرد نهایی هر ذرت دارد، به‌طوری‌که با تأثیر بر فرم رشد رویشی، ارتفاع بوته، طول میان گره‌ها، اجزای عملکرد و شاخص برداشت تولید نهایی در واحد سطح را تحت تأثیر قرار می‌دهند. خیرا (Kheira, 2009) گزارش کرد احتمالا کاهش عملکرد هر گیاه در اثر افزایش تراکم به علت کاهش تشعشع خورشیدی در قسمت‌های پایین پوشش گیاهی می‌باشد. لام و همکاران (Lamm *et al*., 2007) اعلان داشتند هیبریدهای مختلف ذرت نسبت به تراکم کاشت عکس‌العمل‌های متفاوتی نشان دادند، ولی هیبریدهای ذرت با ارتفاع بوته کم‌تر در مقابل افزایش تراکم عملکرد بهتری به دست آوردند.

عباس و همکاران (Abbas *et al*., 2012) بیان داشت تراکم 44400 تا 54300 بوته در هکتار را با فاصله ردیف‌های بین 2/76 تا 106/6 سانتی‌متر و فاصله بوته‌های روی ردیف 15/2 تا 30/4 سانتی‌متر برای مناطق جنوبی آمریکا سبب افزایش بهره وری آب گردید. سیمسیک و همکاران (Simsek *et al*., 2011) در آزمایش تراکم و آرایش کاشت ذرت در خرم آباد دریافتند که در آرایش کاشت یک‌ردیفه با استفاده ار رقم دیررس سینگل کراس 700 حداکثر عملکرد دانه از تراکم 70 هزار بوته در هکتار به‌دست آمد، اما با اعمال آرایش کاشت دو ردیفه می‌توان تراکم مطلوب ذرت را تا صد هزار بوته در هکتار افزایش داد و عملکرد دانه را بهبود بخشید. این تحقیق با هدف بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید سینگل کراس کارون در شرایط آب و هوایی دزفول صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال 1393 در شهرستان دزفول اجرا گردید. این منطقه با طول جغرافیایی 48 درجه و 32 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 32 درجه و 22 دقیقه شمالی و ارتفاع 82 متر از سطح دریا در فاصله 120 کیلومتری از مرکز استان، در شمال غرب خوزستان واقع شده است. بعد از نمونه‌برداری از خاک در عمق‌های 30ـ 0 سانتی‌متر عملیات تهیه زمین انجام‌گرفت و عناصر پر مصرف شامل فسفر (155 کیلوگرم کود فسفات آمونیوم در هکتار) و پتاسیم (به‌میزان 110 کیلوگرم کود سولفات پتاسیم در هکتار) و نیتروژن (به‌میزان 225 کیلوگرم کود اوره در هکتار) بر اساس نتیجه آزمون خاک با توزیع یکنواخت در سطح خاک پخش و با عملیات تهیه زمین تکمیل شد. سپس فاروها احداث و نقشه آزمایش طراحی شد. طرح در قالب بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت کرت‌های خرد شده با سه سطح رژیم آبیاری (آبیاری 70 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، آبیاری 90 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، آبیاری 110 میلی‌متر تبخیر از تشتک

تبخیر به‌عنوان تیمار اصلی) اجرا شد. لازم به‌ذکر است که میزان تبخیر به‌صورت روزانه از مرکز هواشناسی صفی آباد دریافت و محاسبه شد. چهار سطح تراکم (9-8-7-6 بوته در مترمربع) به‌عنوان تیمار فرعی بود. عملیات کاشت به‌صورت دستی و با رعایت دقیق فاصلهٔ بذور برای دستیابی به‌تیمارهای تراکم (برای تراکم‌های 6، 7، 8 و 9 بوته به ترتیب با فاصله‌های بوته روی ردیف 22، 19، 16/5 و 14/5 سانتی‌متر) انجام گرفت. بنابراین هر تیمار در هر تکرار شامل چهار پشته به‌طول شش متر و فاصله ردیف کاشت 75 سانتی‌متر در نظر گرفته شد و در مرحله داشت مراقبت‌های زراعی، اعمال گردید. خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک‌های مورد مطالعه در جدول شماره یک درج گردید. بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی دانه، برداشت کامل کرت انجام و اجزای عملکرد تعیین شد. جهت محاسبه عملکرد دانه از هر تیمار به مساحت سه مترمربع برداشت، انجام گرفت. بعد دانه‌ها از چوب بلال جدا گردید و وزن دانه مشخص شد. میزان رطوبت دانه‌های هر تیمار به‌وسیله دستگاه رطوبت‌سنج تعیین و وزن دانه بر اساس رطوبت 14 درصد گزارش شد، که با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Abendroth *et al*., 2011): 14 درصد–100/(درصد رطوبت دانه–100) وزن نمونه با رطوبت معمولی=وزن نمونه با رطوبت 14 درصد

به‌منظور تعیین تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال از هر تیمار به‌طور تصادفی پنج بلال انتخاب شده و تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال شمارش و سپس میانگین آن‌ها به‌عنوان تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال تعیین شد. جهت اندازه‌گیری وزن هزار دانه از نمونه‌های برداشتی هر تیمار پنج نمونه به‌طور تصادفی انتخاب گشته و هزاردانه شمارش و سپس میانگین آن‌ها به‌عنوان وزن هزاردانه آن تیمار تعیین شد. البته در این مورد نیز رطوبت نمونه‌ها به وسیلهٔ دستگاه رطوبت سنج مشخص شد و بر اساس رطوبت 14 درصد گزارش شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد کل گیاه در واحد سطح به دست آمد. ارتفاع پنج بوته به‌طور تصادفی در مرحله ظهور گل تاجی اندازه‌گیری شد و میانگین آن به عنوان ارتفاع بوته تعیین گردید. جهت تعیین طول بلال از هر تیمار به‌طور تصادفی پنج بلال انتخاب شد و طول بلال‌ها اندازه‌گیری گشت و سپس میانگین آن به‌عنوان طول بلال مشخص شد. به منظور تعیین عملکرد بیولوژیکی از هر تیمار سه بوته برداشت و سپس کف‌بر گردید، سپس در آون به‌مدت 48 ساعت با درجه حرارت 72 درجه سانتی‌گراد خشک شد و نمونه‌ها توزین شده و بعد به کیلوگرم در هکتار تبدیل و به‌عنوان عملکرد بیولوژیکی ثبت گردید. برای محاسبهٔ سطح برگ، پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب شده، سپس طول و عریض‌ترین قسمت برگ‌های آن‌ها محاسبه شده و با استفاده از فرمول زیر سطح برگ آن محاسبه شد (Abendroth *et al*., 2011):

0/75 x عرض برگ x طول برگ = سطح برگ

در این تحقیق به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار MSTAT-C در سطح یک و پنج درصد آزمون دانکن استفاده شده است و جهت ترسیم نمودارهای مورد نیاز، از نرم افزار Excel گردید

جدول 1- بعضی از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک‌های مورد مطالعه

Table 1. Physical, chemical and biological soil studied characteristics

بافت خاک Soil Texture	عناصر قابل جذب Absorbable elements			اسیدیته pH	هدایت الکتریکی Ec ($ds.m^{-1}$)	کربن آلی (%)
	پتاسیم K (ppm)	فسفر P(ppm)	ازت کل N(ppm)			
لومی رسی	137	9.8	36.5	7.1	1.3	0.81

نتایج و بحث

تعداد ردیف دانه در بلال

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای تراکم، تنش آبی و برهمکنش تراکم و تنش آبی بر تعداد ردیف دانه در بلال در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول دو). بر اساس مقایسه میانگین در برهمکنش تراکم و تنش آبی، بیش‌ترین تعداد ردیف دانه در بلال با میانگین 15/6 ردیف به تیمار تراکم هشت بوته در مترمربع با 70 میلی‌متر تبخیر و کم‌ترین با میانگین 12/6 ردیف به تیمار تراکم نه بوته در مترمربع با 110 میلی‌متر تبخیر تعلق داشت (جدول شش). با توجه به نتایج، مشخص شد که ردیف دانه اگرچه به ژنتیک گیاه مرتبط می‌باشد، ولی عوامل محیطی از جمله تراکم و تنش تا حد زیادی بر این صفت موثر است به‌طوری‌که در تراکم هشت بوته و در تیمار 70 میلی‌متر بهترین تعداد ردیف در بلال به‌دست آمد. در این رابطه سپاس‌خواه و خواجه عبدالهی (Sepaskhah and Khajehabdollahi, 2005) بیان نمود از بین اجزای عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال، بیش‌ترین اهمیت را در تنظیم عملکرد دانه با افزایش تراکم دارند.

تعداد دانه در ردیف

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده تیمارهای تراکم، تنش آبی و اثرات متقابل برهمکنش تراکم و تنش آبی بر تعداد دانه در ردیف در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول دو). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش تراکم و تنش آبی نشان داد بیش‌ترین تعداد دانه در ردیف با میانگین 46 دانه به تیمار تراکم هشت بوته در مترمربع با 70 میلی‌متر تبخیر و کم‌ترین با میانگین 27 دانه به تیمار تراکم نه بوته در مترمربع با 110 میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد (جدول شش). با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص گردید که با افزایش تراکم تا حدی تعداد دانه در ردیف افزایش می‌یابد و بعد از آن کاهش نشان می‌دهدکه دلیل آن‌را می‌توان تلقیح بهتر به واسطه وجود دانه گرده بیش‌تر و مناسب‌تر دانست. همچنین کارا (Kara, 2006) گزارش نمود که کاهش میزان پرورده قابل دسترس در سطوح بالای تراکم بوته به‌واسطه کاهش نور، موجب کاهش تعداد دانه در ردیف بلال و سقط دانه در انتهای بلال شد.

وزن هزاردانه

اثرات ساده تیمارهای تراکم و تنش آبی بر وزن هزاردانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد اما اثرات متقابل برهمکنش تراکم و تنش آبی بر این صفت تاثیر معنی‌دار نداشت (جدول دو). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد در تیمارهای تنش آبی بیش‌ترین وزن هزاردانه با میانگین 345 گرم از تیمار 70 میلی‌متر تبخیر و کم‌ترین با 308 گرم از تیمار 110 میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد (جدول چهار). در تیمارهای تراکم بیش‌ترین وزن هزاردانه با میانگین 343 گرم مربوط به تراکم هشت بوته در مترمربع و کم‌ترین با میانگین 319 گرم به تراکم نه بوته در مترمربع تعلق دارد (جدول چهار). تنش آب موجب کاهش تدریجی رطوبت آندوسپرم و محدودیت جزئی آب به‌وسیله جنین می‌شود که این امر منجر به کاهش سریع پتانسیل اسمزی در آندوسپرم و جنین شده و پر شدن دانه را به تعویق می‌اندازد. میزان نوسانات و تغییرات در پتانسیل آب برگ در اثر تنش آب به مراتب بیش‌تر از تغییرات پتانسیل آب دانه است. همچنین شاکرمی و رفیعی (Shakarami and Rafiee, 2009) تنش در مرحله پر شدن دانه می‌تواند از طریق کاهش وزن دانه باعث افت شدید عملکرد گردد.

عملکرد دانه

اثرات ساده تیمارهای تراکم، تنش آبی و اثرات متقابل برهمکنش تراکم و تنش آبی بر عملکرد دانه تاثیر معنی‌دار داشت و اختلاف بوجود آمده از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول دو). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بیش‌ترین عملکرد دانه با میانگین 9756 به تیمار تراکم هشت بوته در مترمربع با 70 میلی‌متر تبخیر تعلق داشت که از نظر آماری با تراکم هشت بوته در مترمربع با 90 میلی‌متر تبخیر در یک گروه قرار گرفت و کم‌ترین میزان عملکرد دانه با میانگین 6393 کیلوگرم در هکتار از تیمار تراکم نه بوته در مترمربع

با 110 میلی‌متر تبخیر حاصل شد (جدول شش). حداکثر عملکرد دانه در ذرت مانند سایر گیاهان زراعی دانه‌ای، هنگامی حاصل می‌شود که رقابت درون و برون بوته‌ای به‌حداقل رسیده و گیاه بتواند از عوامل رشد، حداکثر استفاده را بنماید. تراکم، نقش تعیین کننده‌ای در فضای رشد قابل استفاده هر بوته و عملکرد نهایی هر ذرت دارد، به‌طوری‌که با تأثیر بر فرم رشد رویشی، ارتفاع بوته، طول میان گره‌ها، اجزای عملکرد و شاخص برداشت تولید نهایی در واحد سطح را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ذرت گیاهی است که به تراکم بوته بسیار حساس بوده و اگر تراکم به کار رفته، کم باشد، از عوامل تولید بهره‌برداری بهینه نمی‌شود، از سوی دیگر افزایش بیش از حد تراکم بوته، باعث عقیمی گل‌ها و کاهش عملکرد دانه می‌گردد. در این رابطه ییلماز و همکاران (Yilmaz *et al*., 2007) اظهار داشتند با افزایش تراکم، اندازه بلال‌ها، تعداد و وزن دانه یک بلال (میانگین تولید یک بوته) کاهش می‌یابد و در عوض عملکرد دانه در هکتار تا یک حد معین افزایش، و بعد از آن کاهش می‌یابد. استون و همکاران (Stone *et al*., 2008) گزارش کردند که احتمالا کاهش عملکرد هر گیاه در اثر افزایش تراکم به‌علت کاهش تشعشع خورشیدی در قسمت‌های پایین پوشش گیاهی می‌باشد. کاراساهین (Karasahin, 2013) گزارش داد که تنش خشکی شدید در مرحله پر شدن دانه، فتوسنتز را متوقف می‌کند، بدین صورت که هر گاه پتانسیل آب برگ ذرت در این مرحله به 18- تا 20- بار برسد؛ فتوسنتز آن صفر می‌شود و عملکرد دانه به میزان 47 تا 69 درصد کاهش می‌یابد.

عملکرد بیولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده تیمارهای تراکم و تنش آبی و اثرات متقابل برهمکنش تراکم و تنش آبی بر عملکرد بیولوژیکی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول سه). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در تیمارهای تنش آبی، بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی با میانگین 14473 کیلوگرم در هکتار از تیمار 70 میلی‌متر تبخیر و کم‌ترین با میانگین 12314 کیلوگرم در هکتار از تیمار 110 میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد (جدول پنج). اثرات تیمارتراکم نشان داد بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی با میانگین 14357 کیلوگرم در هکتار به تراکم هشت بوته در مترمربع و کم‌ترین با میانگین 12574 کیلوگرم در هکتار به تراکم شش بوته در مترمربع تعلق داشت (جدول پنج). همچنین در برهمکنش تراکم و تنش آبی بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی با میانگین 15336 کیلوگرم در هکتار از تیمار تراکم هشت بوته در مترمربع با 70 میلی‌متر تبخیر و کم‌ترین با میانگین 11300 کیلوگرم در هکتار از تیمار تراکم شش بوته در مترمربع با 110 میلی‌متر تبخیر حاصل‌گردید (جدول هفت). با توجه به‌نتایج در تیمار تنش خشکی مشخص می‌شود که تنش نسبت به بقیه صفات تاثیر کم‌تری بر عملکرد بیولوژیکی داشته، به‌طوری‌که 90 میلی‌متر با 70 میلی‌متر در یک گروه آماری قرارگرفت. حسنلی و همکاران (Hassanli *et al*., 2009) طی مطالعه واکنش عملکرد و تغییرات فیزیولوژیکی ذرت در سطوح مختلف تراکم بوته، گزارش داد که برای تولید حداکثر ماده خشک به تراکم 9 بوته در مترمربع نیاز می‌باشد.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده تیمارهای تراکم و تنش آبی و اثرات متقابل بر همکنش تراکم و تنش آبی بر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار گشت (جدول سه). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد در برهمکنش تراکم و تنش آبی بیش‌ترین شاخص برداشت با میانگین 63 به تیمار تراکم هشت بوته در مترمربع با 70 و 90 میلی‌متر تبخیر و کم‌ترین با میانگین 28/8 درصد به تیمار تراکم نه بوته در مترمربع با 110 میلی‌متر تبخیر تعلق داشت (جدول هفت). شاخص برداشت عملاً ثابت است زیرا همان طور که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود وزن خشک کل نیز کم می‌شود، مگر این که تنش شدید باعث کاهش عملکرد به میزان زیاد شود و در نتیجه

شاخص برداشت کاهش پیدا کند. ال هنداوی و همکاران (El-Hendawy *et al*., 2008) نشان دادند که تراکم بوته اختلاف معنی‌داری را در عوامل تولید ماده خشک کل و شاخص برداشت ایجاد می‌کند. بوداک کارپیسی و همکاران (Budakli Carpici *et al*., 2010) در آزمایشی بر دو هیبرید ذرت با تراکم‌های 120-20 هزار بوته در هکتار گزارش کرد که با افزایش تراکم تولید ماده خشک در هر بوته کاهش می‌یابد، در حالی که عملکرد دانه در تراکم‌های بسیار بالا کاهش یافته و شاخص برداشت حدود 10 درصد کاهش یافت.

شاخص سطح برگ

اثر ساده تیمارهای تراکم، تنش آبی و اثرات متقابل برهمکنش تراکم و تنش آبی بر شاخص سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول سه). مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد در تیمارهای تنش آبی بیش‌ترین شاخص سطح برگ با میانگین 3/7 از تیمار 70 میلی‌متر تبخیر و کم‌ترین با میانگین 3/2 از تیمار 110 میلی‌متر تبخیرحاصل شد (جدول پنج). در تیمارهای تراکم بیش‌ترین شاخص سطح برگ با میانگین 3/8 به تراکم نه بوته در مترمربع و کم‌ترین با میانگین 3/2 به تراکم‌های شش و هفت بوته در مترمربع تعلق داشت (جدول پنج). در برهمکنش تراکم و تنش آبی، بیش‌ترین شاخص سطح برگ با میانگین 4/1 به تیمار تراکم نه بوته در مترمربع با 70 میلی‌متر تبخیر و کم‌ترین با میانگین سه به تیمار تراکم شش بوته در مترمربع با 110 میلی‌متر تبخیر تعلق داشت (جدول هفت). بوزکورت و همکاران (Bozkur *et al*., 2011) گزارش دادند تنش آبی در طول رشد اولیه گیاه، باعث تحلیل رفتن برگ گیاه شده که همین امر باعث کاهش میزان فتوسنتز می‌گردد که در این تحقیق کاملا مشهود است.

ارتفاع بوته

اثر ساده تیمارهای تراکم و تنش آبی بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی‌دار شد اما اثرات متقابل برهمکنش تراکم و تنش آبی بر این صفت تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول سه). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در تیمارهای تنش آبی بلندترین ارتفاع بوته با میانگین 189 سانتی‌متر به تیمار 70 میلی‌متر تبخیر و کوتاه‌ترین میزان ارتفاع بوته با میانگین 181 سانتی‌متر به تیمار 110 میلی‌متر تبخیر متعلق بود (جدول پنج). در تیمارهای تراکم بلندترین ارتفاع بوته با میانگین 192 سانتی‌متر به تراکم از بوته در مترمربع و کوتاه‌ترین با میانگین 177 سانتی‌متر به تراکم‌های شش بوته در مترمربع حاصل شد (جدول پنج). ثانی و همکاران (Sani *et al*., 2008) گزارش نمودند تنش در رشد رویشی، ارتفاع گیاه را به‌طور چشم‌گیری کاهش می‌دهد.

طول بلال

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تاثیر تیمارهای تراکم و تنش آبی بر طول بلال در سطح یک درصد معنی‌دار شد و اما اثرات متقابل برهمکنش تراکم و تنش آبی بر این صفت تاثیر معنی‌دار نداشت (جدول سه). تیمارهای تنش آبی بر طول بلال تاثیرگذار بود، بزرگ‌ترین طول بلال با میانگین 21 سانتی‌متر از تیمار 70 میلی‌متر تبخیر و کوچک‌ترین با میانگین 14 سانتی‌متر از تیمار 110 میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد (جدول پنج). در تیمارهای تراکم بیش‌ترین طول بلال با میانگین 19/6 سانتی‌متر به تراکم هشت بوته در مترمربع و کوچک‌ترین با میانگین 16 سانتی‌متر به تراکم‌های نه بوته در مترمربع تعلق داشت (جدول پنج). با افزایش تراکم، اندازه بلال‌ها، تعداد و وزن دانه‌های یک بلال (میانگین تولید یک بوته) کاهش می‌یابد و عملکرد دانه در هکتار تا یک حد معینی افزایش و بعد از آن کاهش نشان می‌دهد. در مطالعه‌ای مشخص شد که تنش آب در هر دو مرحله قبل از گرده‌افشانی و مرحله اولیه پس از گرده‌افشانی، تعداد دانه را در قسمت انتهای بلال کاهش داده و موجب کاهش محسوس عملکرد گردید. گرچه گرده‌افشانی حساس‌ترین مرحله به کمبود آب در ذرت است (Karasahin, 2014) ولی کمبود آب در مرحله پر شدن دانه از اهمیت زیادی برخوردار بوده و می‌تواند سبب کاهش شدید عملکرد از طریق کاهش دانه شود.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد رژیم آبیاری و تراکم بر هیبرید ذرت کارون تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشته است، در مورد تنش آبی نیز بهترین تیمار 70 میلی‌متر تبخیر از نظر عملکرد دانه بود که با تیمار 90 میلی‌متر تبخیر از نظر آماری در یک گروه آماری قرار گرفت و در مورد تیمار تراکم، عملکرد دانه با افزایش تراکم تا 8 بوته در مترمربع افزایش یافت و سپس رو به کاهش نهاد. بنابراین بهترین تراکم 8 بوته در مترمربع می‌باشد. بالاترین عملکرد دانه با میانگین 9756 کیلوگرم در هکتار به تیمار تراکم هشت بوته در مترمربع با 70 میلی‌متر تبخیر تعلق داشت که از نظر آماری با تراکم هشت بوته در مترمربع با 90 میلی‌متر تبخیر در یک گروه آماری قرار گرفت. بنابراین بهترین تراکم را می‌توان تراکم هشت بوته در مترمربع بیان و بهترین رژیم آبیاری را با توجه به عدم اختلاف تیمارهای 70 و 90 میلی‌متر تبخیر و با توجه به صرفه جویی در مصرف آب آبیاری تیمار 90 میلی‌متر تبخیر بهترین تیمار شناخته شد. لازم به ذکر است که تراکم مناسب و رژیم آبیاری مفید برای هر اقلیم و هر خاکی و میزان مواد غذایی موجود متفاوت می‌باشد.

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه و اجزای عملکرد.

Table 2. Result of Analysis of variance for corn grain yield and its components.

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	تعداد ردیف در بلال (Row per ear)	تعداد دانه در ردیف (Grains per row)	وزن هزاردانه (T .G.W)	عملکرد دانه (Grain yield)
Replication	تکرار	2	0.39	9.52	29.1	78536
Irrigation Regime	رژیم آبیاری	2	10.66**	317**	4721**	52976844**
Error	خطا	4	0.37	0.69	6.5	8190
Density	تراکم	3	1.5**	196**	1010**	11051507**
Irrigation Regime * Density	تنش آبی * تراکم	6	0.81**	7.41**	13ns	719007**
Error	خطا	18	0.02	0.69	9.76	6535
CV%	ضریب تغییرات	-	6.3	7.5	9.4	5.2

*،**، ns: نشان دهنده معنی‌دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی‌دار

*, ** and ns: Significant at 5 and 1% Level and No significant of Probability, Respectively.

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، طول بلال و عملکرد بیولوژیک

Table 3. Result of Analysis of variance for leaf area index, plant height, length of ear, biological yield and harvest index.

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	شاخص سطح برگ (LAI)	ارتفاع بوته (Plant height)	طول بلال (Length of ear)	عملکرد بیولوژیک (Biological yield)	شاخص برداشت (Harvest index)
Replication	تکرار	2	0.016	10.7	2.02	124769	2.01
Irrigation Regime	رژیم آبیاری	2	0.61**	176**	157**	16233502**	1659**
Error	خطا	4	0.002	9.74	1.98	136302	2.3
Density	تراکم	3	0.65**	398**	16.7**	5202010**	310**
Irrigation Regime * Density	تنش آبی* تراکم	6	0.025**	6.51ns	0.77ns	242776**	12.6**
Error	خطا	18	0.002	2.45	0.33	32821	0.58
CV%	ضریب تغییرات	-	5.3	6.7	4.4	6.7	7.8

*،**، ns: نشان دهنده معنی‌دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار.

*, ** and ns: Significant at 5 and 1% Level and No significant of Probability, Respectively.

جدول 4- نتایج مقایسه میانگین رژیم آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد دانه و اجزا عملکرد با آزمون دانکن

Table 4. Mean comparison of Irrigation Regime and Density on grain yield and yield components by Duncan test

تیمار Treatment	وزن هزاردانه (Thousand grain weight)	تعداد ردیف دانه در بلال (Number of grain row per ear)	تعداد دانه در ردیف (Number of grains per row)	عملکرد دانه (Grain yield)
رژیم آبیاری (Irrigation Regime)				
70	345[a]	14.8[a]	41.3[a]	8028[a]
90	337[b]	13.8[b]	38.0[b]	7578[a]
110	308[c]	13.0[c]	31.2[c]	4185[b]
تراکم (Density)				
6	324[c]	13.6[b]	33.8[b]	5712[c]
7	334[b]	13.7[b]	40.0[a]	7007[b]
8	343[a]	14.5[a]	41.6[a]	7978[a]
9	319[d]	13.6[b]	32.0[b]	5690[c]

اعداد هر ستون در هر تیمار که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Similar Letters in each column show non-significant difference according to 5% Level.

جدول 5- نتایج مقایسه میانگین رژیم آبیاری و تراکم بوته بر شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، طول بلال و عملکرد بیولوژیک با آزمون دانکن

Table 5. Mean comparison of Irrigation Regime and Density on leaf area index, plant height, length of ear, biological yield and harvest index by Duncan test

تیمار Treatment	عملکرد بیولوژیک (Biological yield)	شاخص برداشت (Harvest index)	شاخص سطح برگ (LAI)	ارتفاع بوته (Plant height)	طول بلال (Length of ear)
رژیم آبیاری (Irrigation Regime)					
70	14473[a]	55.2[a]	3.7[a]	189[a]	21.3[a]
90	14143[a]	53.3[a]	3.4[b]	185[b]	18.6[b]
110	12314[b]	33.9[b]	3.2[c]	181[c]	14.1[c]
تراکم (Density)					
6	12574[c]	44.7[c]	2.22[c]	177[a]	18.5[b]
7	13915[b]	49.6[b]	3.27[c]	182[b]	18.6[b]
8	14357[a]	54.5[a]	3.56[b]	188[c]	19.6[a]
9	13726[b]	41.0[d]	3.80[a]	192[d]	16.6[c]

اعداد هر ستون در هر تیمار که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Similar Letters in each column show non-significant difference according to 5% Level.

جدول 6- مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری و تراکم بوته بر صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد با آزمون دانکن

Table 6. Mean comparison interaction effect of Irrigation Regime and Density on grain yield and yield components by Duncan test

تیمار Treatment		تعداد ردیف دانه در بلال (Number of grain row per ear)	تعداد دانه در ردیف (Number of grains per row)	عملکرد دانه Grain yield) (Kg.ha)
رژیم آبیاری (Irrigation Regime)	تراکم Density			
70	6	14.0^{c}	39.6^{d}	6943^{c}
90	6	13.6^{cd}	33.0^{de}	6466^{c}
110	6	13.3^{d}	29.0^{g}	3720^{e}
70	7	14.9^{b}	43.3^{bc}	8423^{b}
90	7	13.3^{d}	42.6^{c}	8070^{b}
110	7	13.0^{de}	34.0^{e}	4520^{d}
70	8	15.6a	46.3^{a}	9756^{a}
90	8	14.9^{b}	44.0^{b}	9380^{a}
110	8	13.0^{de}	34.0^{e}	4800^{d}
70	9	14.8^{b}	36.0^{de}	6980^{c}
90	9	13.3^{d}	32.6^{f}	6396^{c}
110	9	12.6^{e}	27.3^{g}	3693^{e}

اعداد هر ستون در هر تیمار که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Similar Letters in each column show non-significant difference according to 5% Level.

جدول 7- مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری و تراکم بوته بر شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، طول بلال و عملکرد بیولوژیک با آزمون دانکن

Table 7. Mean comparison interaction effect of Irrigation Regime and Density on leaf area index, plant height, length of ear, biological yield and harvest index by Duncan test

تیمار Treatment		عملکرد بیولوژیک (Biological yield) (Kg.ha)	شاخص برداشت (Harvest index) (%)	شاخص سطح برگ (LAI)
رژیم آبیاری (Irrigation Regime)	تراکم Density			
70	6	13360^{d}	51.9^{b}	3.4^{b}
90	6	13063^{d}	49.5^{bc}	3.1^{cd}
110	6	11300^{g}	32.9^{e}	3.0^{d}
70	7	14880^{g}	56.6^{ab}	3.5^{b}
90	7	14453^{bc}	55.8^{ab}	3.2^{cd}
110	7	12413^{f}	36.3^{de}	3.1^{cd}
70	8	15336^{a}	63.5^{a}	3.7^{ab}
90	8	15023^{ab}	62.3^{a}	3.5^{b}
110	8	12713^{e}	37.7^{de}	3.3^{c}
70	9	14316^{bc}	48.7^{c}	4.1^{a}
90	9	14033^{c}	45.5^{d}	3.6^{b}
110	9	12830^{e}	28.8^{f}	3.4^{b}

اعداد هر ستون در هر تیمار که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Similar Letters in each column show non-significant difference according to 5% Level.

References **منابع**

Abendroth, L.J., Elmore, R.W., Boyer, M.J., and Marlay, S.K. 2011. Corn Growth and Development. Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, Ames. 120 pp.

Abbas, H.K., Mascagni, H.J., Bruns, H.A., Shier, W.T., and Damann. K.E. 2012. Effect of Planting Density, Irrigation Regimes, and Maize Hybrids with Varying Ear Size on Yield, and Aflatoxin and Fumonisin Contamination Levels. American Journal of Plant Sciences. 3: 1341-1354.

Bozkurt, S., Yazar, A., and Saylikan Mansuroglu, G. 2011. Effects of different drip irrigation levels on yield and some agronomic characteristics of raised bed planted corn. Agronomy Journal and Agricultral Research. 6: 5291-5300.

Budakli Carpici, E., Celik, N., and Bayram, G. 2010. Yield and quality of forage maize as influenced by plant density and nitrogen rate. Turk. J. Field Crops. 15: 128-32.

El-Hendawy, S.E., Abd El-Lattief, E.A., Mohamed, S.A., and Urs, S. 2008. Irrigation rate and plant density effects on yield and water use efficiency of drip-irrigated corn. Agriculture and Water Management Journal. 95: 836-44.

Hassanli, A.M., Ebrahimizadeh, M.A., and Beecham, S. 2009. The effects of irrigation methods with effluent and irrigation scheduling on water use efficiency and corn yields in an arid region. Agriculture and Water Management Journal. 96: 93-99.

Kara, B. 2006. Determination of the yield and yield components, nitrogen uptake and use efficiency of corn on the different plant 38 *Karasahin* densities and nitrogen doses in the Cukurova conditions. Ph.D Thesis, Cukurova University, Adana, Turkey. 162 pp.

Karasahin, M. 2014. Effects of different irrigation methods and plant densities on nitrogen and irrigation water use efficiency in silage corn production. Crop Research Journal. 47(1, 2, 3): 33-39.

Karasahin, M. 2013. Effects of different irrigation methods and plant density on silage yield and yield components of PR 31Y43 hybrid corn cultivar. Turk. J. Agric. and For. Available at http://journals.tubitak.gov.tr/havuz/tar-1302-36.pdf (Accessed September 2013).

Kheira, A.A. 2009. Comparison among different irrigation systems for deficit-irrigated corn in the Nile Valley. Agriculture and Engineering International Journal: The CIGRE. J. 11: 1-25.

Lamm, F.R., Aiken, R.M., Abou Kheira, A.A. 2009. Corn yield and water use charachteristic as affected by tillage, plant density, and irrigation. American Society of Agricultural and Biological Engineers. 52(1): 133-143.

Lamm, F.R., Stone, L.R., and Brien, D.M. 2007. Crop production and economics in northwest Kansas as related to irrigation capacity. Applied Engineering in Agriculture. 23(6): 737-745.

Sani, B.M., Oluwasemire, K.O., and Mohammed, H.I. 2008. Effect of irrigation and plant density on the growth, yield and water use efficiency of early maize in the Nigerian savanna. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. 3(2): 33-40.

Sepaskhah, A.R., and Khajehabdollahi, M.H. 2005. Alternate furrow irrigation with different irrigation intervals for maize (*Zea mays* L.). Plant Production Science Journal. 8(5): 592-600.

Simsek, M., Can, A., Denek, N., and Tonkaz, T. 2011. The effects of different irrigation regimes on yield and silage quality of corn under semi-arid conditions. African Journal of Biotechnology. 10: 5869-77.

Shakarami G., and Rafiee, M. 2009. Response of Corn (*Zea mays* L.) to planting pattern and density in Iran. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science. 5(1):69-73.

Stone, K.C., Bauer, P.J., Busscher, W.J., and Millen, J.A. 2008. Narrow row corn production with sub-surface drip irrigation. American Society of Agricultural and Biological Engineers. 24: 455-64.

Yilmaz, S., Gozubenli, H., Konuþkan, O., and Atiþ, I. 2007. Genotype and plant density effects on corn (*Zea mays* L.) forage yield. Asian Journal Plant Science. 6: 538-41.