Archive of SID

"مجله علوم زراعی ایران"
جلد سوم، شماره ۲، ۱۳۸۰

تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.)

Effect of plant density and nitrogen rates on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.)

حسین صادقی[۱] و محمد جعفر بحرانی[۲]

چکیده

به منظور بررسی اثرات تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) رقم SC704، آزمایشی در نیمه اول سال ۱۳۷۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز واقع در کوشکک با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار انجام گردید. مقادیر صفر، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به عنوان فاکتور اصلی و تراکم‌های ۶، ۷/۴، ۸/۸ و ۱۰/۲ بوته در متر مربع به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف ۷۵ سانتیمتر منظور گردید. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن تفاوت معنی داری بین سطوح ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در مورد وزن بلال وجود نداشت. کمترین میزان وزن بلال مربوط به کمترین سطح کود نیتروژن بود که با بقیه سطوح تفاوت معنی‌دار داشت. با افزایش میزان نیتروژن، وزن هزاردانه افزایش یافت. این افزایش بین سطوح ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن معنی‌دار نگردید. بین سطوح ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در مورد شاخص برداشت، عملکرد دانه و تعداد دانه در بلال اختلاف معنی داری وجود نداشت. کود نیتروژن با تأثیر مثبت بر تعداد دانه در هر بلال باعث افزایش عملکرد دانه گردید. شاخص برداشت تحت تأثیر تراکم بوته قرار نگرفت. با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در بلال، وزن هزاردانه و وزن بلال کاهش یافت، که در واقع با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه در هر بوته کاهش یافته است. بنابراین افزایش عملکرد دانه به علت افزایش تعداد بوته در واحد سطح زمین است که جبران کاهش عملکرد در هر بوته را نموده است. بالاترین عملکرد دانه (۱۲۴۹۰ کیلوگرم در هکتار) از برهمنکش بالاترین میزان کود نیتروژن (۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و بالاترین میزان تراکم بوته (۱۰/۲ بوته در متر مربع) به دست آمده است.

واژه‌های کلیدی: ذرت، تراکم بوته، کود نیتروژن و عملکرد دانه.

مقدمه

در ارقامی از ذرت که امکان پر کردن فاصله بین بوته‌ها از طریق تولید پنجه وجود ندارد تأثیر میزان بذر مصرفی یا تراکم جمعیت گیاهی بسیار مشخص است. افزایش تعداد بوته در هکتار تا حد معینی سبب افزایش عملکرد و فراتر از آن باعث کاهش عملکرد می‌گردد (هی و واکر، ۱۳۷۳). دلایل کاهش عملکرد را می‌توان رقابت برای نور، آب، مواد غذایی و دیگر عوامل محیطی محدود کننده رشد ذکر نمود (Duncan, 1984). در مطالعه‌ای توسط پراین و شرودر (Prine and Schroeder, 1964) با افزایش تراکم از ۶۲ هزار به ۸۳ بوته در هکتار عملکرد به میزان ۲۱٪ افزایش یافت.

عملکرد دانه در واحد سطح حاصل ضرب چند جزء

تاریخ دریافت: ۱۳۷۹/۹/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۰/۷/۱۷

۱ـ کارشناس ارشد زراعت
۲ـ دانشیار دانشگاه شیراز

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد که اجزاء عملکرد نامیده می‌شوند. این اجزاء در ذرت شامل تعداد دانه در هر بلال، متوسط وزن هزاردانه و تعداد بلال در هر بوته می‌باشد. این اجزاء تحت تأثیر ژنوتیپ تغییر یافته و باعث کاهش و یا افزایش عملکرد می‌شوند.

تعداد دانه در بلال یکی از اجزاء مهم عملکرد دانه در ذرت است که به شدت تحت تأثیر تراکم بوته قرار می‌گیرد. در ذرت دانه در بلال با افزایش تراکم به طور ناگهانی شروع به کاهش می‌کند (Andrade et al., 1993). ادمیدز و دی نارد (Edmeades and Daynard, 1979) دلیل این کاهش را در میزان فتوسنتز در واحد گیاه، تولینار و همکاران (Tollenaar et al., 1992) کاهش در آهنگ رشد گیاه را آندرید و همکاران (Andrade et al., 1993) کاهش در نفوذ نور فعال در فتوسنتز می‌دانند.

عملکرد نهایی دانه در واقع حاصلضرب وزن دانه در تعداد دانه می‌باشد. به نظر می‌رسد که وزن دانه جزء باثبات عملکرد باشد. پونلایت و همکاران (Poneleit et al., 1980) نشان دادند که وزن دانه در تنظیم عملکرد جزء فعال می‌باشد، اما نسبت به دیگر اجزا عملکرد از حساسیت کمتری برخوردار است.

در مطالعه‌ای توسط دلوگری و کروکستون (Deloughery and Crookston, 1979) پنج رقم ذرت با تراکم‌های ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ هزار بوته در هکتار مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم شاخص برداشت به طور معنی داری کاهش یافت. هم‌چنین تعداد دیگری از پژوهشگران گزارش نمودند که با افزایش تراکم گیاهی شاخص برداشت کاهش می‌یابد (Brown et al., 1970; Cummins and Dobson, 1973; Genter and Camper, 1973).

وزن بلال یکی دیگر از صفات گیاهی است که تحت تأثیر تراکم بوته قرار می‌گیرد. در مطالعه‌ای توسط دانکن (Duncan, 1984) با افزایش تراکم گیاهی در ذرت وزن بلال در هر گیاه کاهش یافت که این کاهش وزن به علت سایه اندازی بوته‌های مجاور ذکر گردید.

یکی از عوامل مؤثر در بهبود عملکرد، استفاده مؤثر از کود نیتروژن می‌باشد (Carlone an. Russel, 1987). کمبود نیتروژن تأثیر عمیقی بر رشد گیاه داشته و ممکن است در مواردی به از دست رفتن کل عملکرد دانه منجر می‌شود. گیاهان زراعی می‌توانند یون‌های نیترات و آمونیوم را جذب کرده و مورد استفاده قرار دهند (Edwards and Broder, 1976). در مورد ذرت تمایل به جذب نیتروژن به شکل نیترات و آمونیوم تقریباً یکسان است (Sims et al., 1995). مطالعات در آمریکا نشان داده است که افزایش میزان نیتروژن خاک باعث افزایش حجم دانه و کاهش شکستگی دانه‌های حساس به شکستن می‌گردد که این به نوبه خود باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (Bauer and Varter, 1986; Sabata and Mason, 1992). محمود و همکاران (Mahmou.. et al., 1980) با کاربرد نیتروژن افزایش معنی داری در عملکرد دانه به دست آوردند.

در آزمایش دیگری در نیجریه با افزایش میزان نیتروژن از صفر تا ۱۰۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد دانه افزایش یافت (۶/۶ تن در هکتار) و افزایش از ۱۰۹ تا ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در میزان عملکرد دانه تغییری حاصل نگردید (Oikeh et al., 1998).

در آزمایشی در ترکیه با ۴ میزان کود نیتروژن ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعداد دانه در بلال، وزن هزاردانه، قطر بلال، طول بلال با افزایش سطح کود نیتروژن افزایش معنی داری داشت که این افزایش اجزاء عملکرد به نوبه خود باعث افزایش عملکرد دانه گردید، به طوری که عملکرد دانه بین ۴۱ تا ۴۵ درصد با افزایش سطح کود نیتروژن از ۲۰۰ به ۳۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت (Ulger et al., 1997). نتایج مشابهی نیز در مورد بهبود عملکرد با افزایش سطح کود نیتروژن توسط دیگر پژوهشگران گزارش شده است (Durieux et al., 1994; Liang and Machenzie, 1994).

در ذرت وزن دانه و تعداد دانه در هر بلال به میزان زیادی تحت تأثیر ذخیره نیتروژن قرار گرفت، به نحوی که با افزایش میزان نیتروژن تا ۱۶۷ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه در هر بلال به طور کامل و معنی داری افزایش یافت و به ۹۱٪ از پتانسیل تولید دانه در هر بلال رسید و مشخص گردید که

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه با اختلاف در سطوح ذخیره نیتروژن و تراکم بوته تغییر می‌کند. تعداد دانه در هر بلال و وزن دانه از عوامل اصلی این تغییر بود (Lemcoff and Lommis, 1986). تعداد دانه در هر بلال تحت شرایط محیطی مختلف یکی از اجزاء اصلی عملکرد دانه است (Fisher and Palmer, 1984). اختلاف در تولید تعداد دانه بیشتر در ارتباط با تشکیل دانه است. دوره بحرانی تشکیل دانه بین یک یا دو هفته قبل از کاکلدهی تا سه هفته بعد از کاکلدهی است (Kiniry and Ritchie, 1985) فراهم بودن مواد پرورده در این دوره ارتباط زیادی با تولید دانه دارد و یکی از مهم‌ترین این مواد نیتروژن است. بنابراین با توجّه به مطالب ذکر شده، نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر در میان عناصر غذایی در ذرت است و جهت به دست آوردن یک عملکرد مطلوب استفاده مناسب از این عنصر ضروری است. واکنش گیاه ذرت بستگی به شرایط آب و هوایی، اقلیم منطقه، ظرفیت جذب نیتروژن توسط گیاه میزان نیتروژن خاک، زمان و میزان کاربرد مناسب کود نیتروژن، دارد (Akintoye et al., 1997).

هدف از این پژوهش بررسی اثر میزان نیتروژن مصرفی، تراکم بوته و برهمنکش آن‌ها بر عملکرد و اجزاء آن در ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ و هم‌چنین تعیین میزان تراکم بوته و کود نیتروژن مناسب برای این رقم است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در نیمه اول سال ۱۳۷۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در کوشکک واقع در اراضی زیر سد درودزن (در ۵۲ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی، ارتفاع ۱۶۰۹ متر از سطح دریا و اقلیم نیمه خشک و معتدل) انجام گرفت. نیتروژن کل خاک ۰/۲۱ % بافت خاک (رس) و pH ۷/۳ بود. آزمایش با استفاده از طرح کرت‌های یکبار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. مقادیر صفر، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به صورت اوره (۴۶% نیتروژن) به عنوان فاکتور اصلی و تراکم‌های ۶، ۷/۴، ۸/۸ و ۱۰/۲ بوته در متر مربع به عنوان فاکتور فرعی منظور گردید. یک سوم از کود نیتروژن قبل از کشت و دو سوم باقی مانده به صورت سرک در مرحله ۶-۴ برگی به خاک اضافه گردید.

روش کاشت به صورت جوی و پشته با فاصله بین ردیف ۷۵ سانتیمتر منظور گردید. فاصله بین هر دو کرت اصلی ۱/۵ متر به منظور جلوگیری از نفوذ آب به کرت‌های مجاور در نظر گرفته شد. طول هر کرت فرعی ۱۰ متر با ۵ خط کاشت در نظر گرفته شد. زمین آزمایشی پیش از کشت به صورت آیش بوده که در پاییز شخم خورده و با توجّه به شرایط آب و هوایی عملیات تکمیلی شامل دیسک و تسطیح و اضافه کردن ۷۲ کیلوگرم فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل در هکتار و مخلوط نمودن با خاک در اواسط اردیبهشت ماه انجام و پس از عملیات کشت اولین آبیاری در ۵ خردادماه صورت پذیرفت.

به منظور دستیابی به تراکم‌های مطلوب عملیات کاشت با دست صورت گرفت. در هر محل دو عدد بذر در عمق پنج سانتیمتر قرار داده شد و در مرحله دو تا سه برگی پس از استقرار کامل بوته‌ها، عملیات تنک انجام و بوته‌های اضافی از مزرعه خارج گردید. به منظور کنترل علف‌های هرز پیش از کشت ۴-۳ کیلوگرم در هکتار (آترازین + لاسو) به خاک اضافه گردید و سپس در مرحله شش برگی نیز از علف کش 2,4-D (۲/۵ لیتر در هکتار) استفاده گردید. در طول آزمایش مراقبت‌های لازم از جمله وجین دستی علف‌های هرز انجام شد. آبیاری از موقع کاشت تا ۵۰% سبز شدن هر سه روز یکبار و از آن به بعد هر هفته یکبار انجام گردید.

عملکرد نهایی بر اساس ۱۰ بوته به طور تصادفی در هر کرت فرعی و با رعایت حاشیه و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی (تشکیل لایه سیاه رنگ در قسمت پایین دانه) اندازه‌گیری شد (Lemcoff and Lommis, 1986).

اجزاء عملکرد که شامل، تعداد بلال در هر بوته، تعداد دانه در هر بلال، وزن هزاردانه (بر اساس پنج نمونه ۲۰۰ عددی در هر کرت) بود از طریق نمونه‌گیری ۱۰ بوته تصادفی از هر کرت فرعی در برداشت نهایی محاسبه شد. در این آزمایش عملکرد بیولوژیکی (شامل تمام اندام هوایی گیاه و بلال) و شاخص برداشت (HI) نیز محاسبه گردید. برداشت

www.SID.ir

Archive of SID

نهایی در ۱۵ مهرماه انجام گرفت. عملکرد بر مبنای صفر درصد رطوبت محاسبه گردید. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری MSTATC انجام گرفت.

نتایج و بحث

تأثیر کود نیتروژن و تراکم بوته بر وزن بلال

نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش سطوح کود نیتروژن وزن بلال افزایش یافت (جدول ۲). اگرچه بین تراکم‌های ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. نتایج آزمایش اولگر و همکاران (Ulger et al., 1997) نیز نشان می‌دهد که با افزایش سطوح کود نیتروژن وزن بلال افزایش یافته است. هم‌چنین وزن بلال تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفت، به نحوی که با افزایش تراکم بوته از وزن بلال کاسته شد. نتایج آزمایش دیگر پژوهشگران نیز نشان می‌دهد که با افزایش تراکم بوته از وزن بلال کاسته شده است (Duncan, 1958; Ulger et al., 1997) دلیل کاهش وزن بلال در اثر افزایش تراکم را می‌توان سایه اندازی بوته‌ها در تراکم‌های بالا ذکر نمود. لانگ و همکاران (Lang et al., 1956) نشان دادند که افزایش تراکم بوته تأثیر بیشتری در کاهش وزن بلال می‌گذارد، تا کمبود نیتروژن، و نتیجه گرفتند که بالاترین میزان وزن بلال از کمترین تراکم به دست آمده است. روند تغییرات تراکم‌های مختلف در صفر، ۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نشان می‌دهد که افزایش تراکم تأثیر معنی‌داری بر وزن بلال نداشته است. اما در سطح ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بالاترین میزان وزن بلال از تراکم ۶ بوته در متر مربع به دست آمده است که با بقیه سطوح تفاوت معنی داری دارد (جدول ۲). بیشترین میزان وزن بلال (۲۲۰/۶ گرم) از تراکم شش بوته در متر مربع و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن به دست آمده است و کمترین میزان وزن بلال (۷۴/۸ گرم) از بالاترین تراکم بوته (۱۰/۲ بوته در متر مربع) و کمترین سطح نیتروژن (صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به دست آمده است.

تأثیر کود نیتروژن و تراکم بوته بر وزن هزاردانه

نتایج نشان داد که با افزایش سطوح کود نیتروژن وزن هزاردانه افزایش یافت (جدول ۳). کمترین میزان وزن هزاردانه (۲۲۹/۸ گرم) تأثیر کود نیتروژن از سطح صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل گردید که با بقیه سطوح تفاوت معنی‌داری داشت. بین سطوح ۱۶۰ تا ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی داری وجود نداشت که این نتایج مطابق با نتایج سایر پژوهشگران است به طوری که در مطالعه‌ای در ترکیه با افزایش سطوح کود نیتروژن وزن هزاردانه افزایش یافت و این افزایش وزن در اثر افزایش کود نیتروژن بین سطوح مختلف معنی‌دار بود (Ulger et al., 1997) در پژوهش حاضر وزن هزاردانه تحت تأثیر تراکم بوته قرار نگرفت. اگرچه با افزایش تراکم وزن هزاردانه کم گردید. اما این کاهش وزن بین تراکم‌های مختلف معنی‌دار نبود. گرچه اختلاف وزن هزاردانه در بین هر دو تیمار متوالی تراکم کم می‌باشد و نشان می‌دهد که وزن هزاردانه در تنظیم عملکرد دانه از ثبات نسبی برخوردار است. اما اختلاف بین کمترین و بیشترین تراکم نشان می‌دهد که وزن هزاردانه در محدوده‌ای از تراکم دارای تغییرات اندکی است و در تراکم‌های بالا وزن هزاردانه نیز تحت تأثیر قرار گرفته و با افزایش تراکم وزن هزاردانه کاهش می‌یابد. در مطالعه‌ای توسط آکینتوی و همکاران (Akintoye et la., 1997) با افزایش تراکم از وزن هزاردانه کاسته گردید اما این اختلاف بین تراکم‌های مختلف معنی‌دار نبود. روند تغییرات وزن هزاردانه تراکم‌های مختلف در سطوح ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نشان می‌دهد که افزایش تراکم تأثیر معنی داری بر وزن هزاردانه نداشته است. بالاترین میزان وزن هزاردانه (۲۸۲/۲ گرم) از کمترین تراکم (۶ بوته در مترمربع) و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمده است (جدول ۳).

تأثیر مقادیر کود نیتروژن و تراکم بوته بر تعداد دانه در بلال

نتایج نشان داد که با افزایش سطوح کود نیتروژن تعداد دانه در بلال افزایش یافت (جدول ۴). بین بالاترین سطح کود نیتروژن و کمترین سطح اختلاف معنی داری وجود داشت. دوره بحرانی تشکیل دانه بین یک تا دو هفته قبل از کاکلدهی تا سه هفته بعد از کاکل دهی است (Uhart and Andrade, 1995) فراهم بودن مواد پرورده و انتقال آن به بلال در این دوره ارتباط بسیار نزدیکی با تعداد دانه

www.SID.ir

Archive of SID

دارد (Tollenaar et al., 1992). کاهش نیتروژن با تأثیر بر فراهمی مواد پرورده به بلال در نتیجه کاهش شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و میزان فتوسنتز گیاهی و در نهایت نفوذ نور و کارایی آن بر تعداد دانه در هر بلال اثر منفی می‌گذارد (Uhart and Andrade, 1995; Conner et al., 1993). در این مطالعه تعداد دانه در هر بلال تحت تأثیر تراکم بوته نیز قرار گرفت به نحوی که با افزایش تراکم بوته تعداد دانه در هر بلال کاهش یافت و بین تراکم‌های شش و ۱۰/۲ بوته در مترمربع اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۴). کاهش تعداد دانه در هر بلال در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش رقابت بین محل‌های پر شدن دانه برای مواد پرورده و هم‌چنین افزایش فاصله زمانی بین مرحله آزاد شدن دانه‌های گرده و ظهور کاکل‌ها از عوامل اصلی عقیمی و پرشدن دانه‌های تک بلال می‌باشند (Hashemi-Dezfouli and Herbert, 1992b; Wilson and Allison, 1978b). کاهش تعداد دانه در بلال در نتیجه افزایش تراکم توسط دیگر پژوهشگران نیز گزارش شده است. اولگر و همکاران (Ulger et al., 1997) نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم تعداد دانه در هر بلال به طور معنی داری کاهش یافت.

روند تغییرات تعداد دانه در بلال تراکم‌های مختلف در سطح صفر، ۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نشان می‌دهد که افزایش تراکم در این سطوح تأثیر معنی داری بر تعداد دانه در بلال نداشته است (جدول ۴). از آن جا که کمبود نیتروژن نیز مانند تراکم‌های بالا باعث افزایش فاصله زمانی بین آزاد شدن دانه گرده و ظهور کاکل‌ها می‌گردد (Uhart and Andrade, 1995)، بنابراین شاید یکی از عوامل اصلی کاهش شدید تعداد دانه در بلال در تراکم‌های بالا و کمبود نیتروژن به دلیل عدم همزمانی بین گرده افشانی و ظهور کاکل‌ها می‌باشد که منجر به عقیمی و عدم باروری بلال‌ها می‌گردد.

تأثیر مقادیر کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد که عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر کود نیتروژن قرار نگرفت (جدول ۵). دلیل این که بین سطح صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار با بقیه سطوح اختلاف معنی داری وجود نداشت، این است که شاخص برداشت در این سطح نیتروژن (صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به طور معنی داری با بقیه سطوح کاهش نشان می‌دهد (جدول ۵). بنابراین در این سطح نیتروژن سهم کمتری از مواد پرورده به دانه اختصاص یافته است و قسمت اعظم مواد به سایر قسمت‌های هوایی گیاه (عملکرد بیولوژیک) رسیده است. اگرچه بین بالاترین و کمترین سطح کود نیتروژن اختلاف چشمگیری مشاهده می‌شود (حدود ۵۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) اما به دلیلی که در بالا ذکر گردید این اختلاف معنی‌دار نگردید.

عملکرد بیولوژیک به طور معنی داری تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفت به نحوی که با افزایش تراکم بوته عملکرد بیولوژیک افزایش یافت (جدول ۵). نتایج مطالعات دیگر نشان می‌دهد که با افزایش تراکم کل ماده خشک گیاهی افزایش می‌یابد. در مطالعه‌ای توسط اکینتوی و همکاران (Akintoye et al., 1997) با افزایش تراکم بوته از ۵/۳ به ۷/۹ بوته در متر مربع کل ماده خشک اندام‌های هوایی به میزان دو هزار گرم در مترمربع از بالاترین تراکم به دست آمد. تتیو ـ کاگو و گاردنر (Tetio-Kagho and Gardner, 1988b) گزارش نمودند که با افزایش تراکم از ۱/۹ به ۱۲/۵ بوته در متر مربع عملکرد بیولوژیکی افزایش یافت و افزایش تراکم بیشتر از این میزان، تغییری در عملکرد بیولوژیکی گیاه ندارد. روند تغییرات عملکرد بیولوژیکی تراکم‌های مختلف در سطوح صفر، ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نشان می‌دهد که افزایش تراکم تأثیر معنی داری بر عملکرد بیولوژیکی نداشته و تنها در سطح ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن بین تراکم‌های شش و ۱۰/۲ بوته در مترمربع اختلاف معنی داری وجود داشت. بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک (۲۲۰۲۰ کیلوگرم در هکتار) از بالاترین تراکم بوته و بالاترین میزان کود نیتروژن به دست آمد. نتایج مطالعه لوکاس (Lucas, 1986) نیز نشان می‌دهد که بالاترین میزان ماده خشک در واحد سطح از بالاترین تراکم به دست آمده است و با افزایش تراکم میزان ماده خشک در واحد سطح افزایش یافته است. هم‌چنین با افزایش سطوح کود نیتروژن از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد ماده خشک افزایش یافته است و می‌توان نتیجه

www.SID.ir

Archive of SID

گرفت که تأثیر افزایش تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیکی بیشتر از تأثیر افزایش کود نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک است و این با نتایج لوکاس (Lucas, 1986) مطابقت دارد (جدول ۵).

تأثیر مقادیر کود نیتروژن و تراکم بوته بر شاخص برداشت

نتایج نشان داد که شاخص برداشت تحت تأثیر کود نیتروژن قرار گرفت به نحوی که با افزایش کود نیتروژن شاخص برداشت افزایش یافت. اگرچه بین تیمارهای ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی داری مشاهده نگردید (جدول ٦). کمترین میزان شاخص برداشت (۴٦٪) از سطح صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که با بقیه سطوح اختلاف معنی داری داشت. افزایش شاخص برداشت نشان‌دهنده توانایی بیشتر گیاه در انتقال و اختصاص بیشتر مواد پرورده به اندام‌های هوایی است و یکی از شاخص‌های مورد استفاده جهت ارزیابی کارآیی تقسیم ماده خشک گیاه زراعی معرفی می‌گردد. نسبت ماده خشک بلال به کل ماده خشک گیاهی در ارتباط بسیار نزدیکی با تعداد و فعالیت مقصدهای زایشی قرار دارد و از آنجائی که این مقصدهای زایشی در ارتباط مستقیمی با آهنگ رشد گیاه هستند بنابراین در نتیجه کمبود نیتروژن آهنگ رشد گیاه با تأثیر بر روی مقصدهای زایشی باعث کاهش نسبت ماده خشک بلال به کل ماده خشک گیاهی می‌شود (Uhart and Andrade, 1995a, Uhart and Andrade, 1995b) شاخص برداشت در پژوهش حاضر تحت تأثیر تراکم بوته قرار نگرفت (جدول ٦). در مطالعه‌ای توسط کاکس (Cox, 1996) با افزایش تراکم بوته از ۴/۵ به ٦/۷۵ و نه بوته در مترمربع شاخص برداشت تغییر معنی داری نداشت. هم‌چنین آزمایش‌های روی و بیسواز و تتیو ـ کاگو و گاردنر (Roy and Biswas, 1982; Tetio-Kagho and Gardner, 1988b) نیز نشان می‌دهد که با افزایش تراکم شاخص برداشت تغییر معنی داری نداشت. در عین حال تعدادی از گزارش‌ها نشان داد که با افزایش تراکم شاخص برداشت کاهش یافت (Deloughery and crookston, 1979, Tollenaar, 1989) روند تغییرات شاخص برداشت تراکم‌های مختلف در سطوح صفر، ۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نشان می‌دهد که افزایش تراکم تأثیر معنی داری بر شاخص برداشت در سطوح ذکر شده، نداشته است. بالاترین میزان شاخص برداشت (۵۸/۱٪) از تراکم شش بوته در مترمربع و ۱٦۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمده است. هم‌چنین روند تغییرات شاخص برداشت تراکم‌های مختلف در سطح صفر به دست آمده است. هم‌چنین روند تغییرات شاخص برداشت تراکم‌های مختلف در سطح صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با بقیه سطوح کود نیتروژن کمتر بوده و تفاوت معنی داری نشان داد (جدول ٦).

تأثیر کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تأثیر کود نیتروژن قرار گرفت. به نحوی که با افزایش سطوح نیتروژن میزان عملکرد دانه افزایش یافت اگرچه بین تیمارهای ۸۰، ۱٦۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۷). در پژوهش حاضر با افزایش سطوح نیتروژن وزن هزاردانه، وزن بلال، تعداد دانه در بلال و شاخص برداشت افزایش یافت، که در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه گردید.

افزایش تراکم بر عملکرد دانه تأثیر داشت به نحوی که با افزایش تراکم عملکرد دانه افزایش یافت، تراکم ۱۰/۲ بوته در متر مربع تفاوت معنی داری با سطوح شش و ۷/۴ بوته در مترمربع نشان داد (جدول ۷). در مطالعه‌ای توسط رابینسون و مورفی (Robinson and Murphy, 1972) هم‌چنان که تراکم افزایش می‌یابد عملکرد دانه نیز زیاد می‌شود و بالاترین میزان عملکرد دانه از تراکم ۹/۸۸ بوته در متر مربع به دست آمده است. در پژوهش حاضر با افزایش تراکم بوته وزن بلال، وزن هزاردانه و تعداد دانه در بلال، کاهش یافته است. در واقع با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه در هر بوته کاهش یافته است. بنابراین افزایش عملکرد دانه در نتیجه افزایش تعداد بوته در واحد سطح زمین است که جبران کاهش عملکرد در هر بوته را نموده است. نتایج مطالعات دانکن (Duncan, 1958) نیز نشان می‌دهد که با افزایش تراکم عملکرد هر بوته کاهش می‌یابد. بالاترین عملکرد دانه (۱۲۴۹۰ کیلوگرم در هکتار) از برهمنکش بالاترین میزان کود نیتروژن (۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و بالاترین میزان تراکم بوته (۱۰/۲ بوته در مترمربع) به دست آمده است.

عملکرد دانه ضریب همبستگی بالایی با تعداد دانه در بلال $r=0/549^{**}$، عملکرد بیولوژیک $r=0/887^{**}$ و شاخص برداشت $r=0/638^{**}$ داشت (جدول ۸).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ـ میانگین مربعات تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر وزن بلال، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه ذرت هیبرید SC704

Table 1. Mean squares of the effect of plant density and nitrogen rates on ear weight, 1000-grain weight, kernel number per ear, harvest index, biological yield and grain yield in corn hybrid SC704

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	وزن بلال Ear.wt.	وزن هزاردانه 1000k.wt.	تعداد دانه در بلال Kernel no. per ear.	شاخص برداشت HI	عملکرد بیولوژیک BY	عملکرد دانه Grain yield
R	3	392.90^{ns}	1020.62^{ns}	6856^{ns}	0.004^{ns}	5666255.50^{ns}	4402814.37^{ns}
A	3	14519.57^{*}	4741.12^{**}	119268.18^{ns}	0.26^{**}	103687770.41^{ns}	58425699.04^{ns}
EA,B	18	2357.27^{ns}	398.30^{ns}	42876.05^{ns}	0.003^{ns}	52637780.13^{ns}	16101671.11^{ns}
B	3	4830.39^{*}	514.04^{ns}	38448.30^{*}	0.002^{ns}	51753229.04^{**}	19927110.87^{ns}
AB	9	1973.24^{ns}	688.44^{ns}	19057.86^{ns}	0.002^{ns}	16455839.56^{ns}	4054980.00^{ns}
Error	36	1174.51^{ns}	731.38^{ns}	9936.25^{ns}	0.002^{ns}	11236650.82^{ns}	4628857.35^{ns}

A,R و B به ترتیب سطوح تکرار، تراکم بوته و نیتروژن هستند.

R, A and B are the levels of replication, plant population and nitrogen rates, respectively.

ns, * and **: Non significant, significant at the 5% and % levels of probability, respectively.

جدول ۲ـ تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر وزن بلال (گرم)

Table 1. Effects of plant density and nitrogen rates on ear weight (g)

تراکم Density (plant/m2) / نیتروژن N (kg/ha)	6	7.4	8.8	10.2	میانگین Mean
0	107.5Ac	96.0Ab	110..8AA	74.8Ab	97.3b
80	Aa	157.3Aab	149.5Aa	140.6Aa	156.1a
160	220.6Aa	124.0Bb	144.0Ba	140.2Ba	157.2a
240	165.4Ab	179.1Aa	136.4Aa	156.1Aa	159.3a
میانگین Mean	167.6A	139.1B	135.2B	128.0B	

در هر ردیف میانگین‌های با حروف بزرگ مشابه و در هر ستون با حروف مشابه کوچک اختلاف معنی داری ندارند (دانکن ۵٪).

Mean in each columns (small) and row (capital) having similar letters are not significantly different (Duncan 5%).

جدول ۳ـ تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر وزن هزاردانه (گرم)

Table 2. Effects of plant density and nitrogen rates on 1000-kernel weight (g)

تراکم Density (plant/m2) / نیتروژن N (kg/ha)	6	7.4	8.8	10.2	میانگین Mean
0	230.3Ab	220.3Ab	237.8Aa	231.0Ab	229.8c
80	Aa	260.3Aab	254.1Aa	220.4Ab	246.4b
160	282.3Aa	266.3Aa	255.3Aa	Aa	264.1a
240	273.3Aa	259.9Aab	256.9Aa	276.8Aa	266.7a
میانگین Mean	259.1A	251.7A	251.0A	245.2A	

در هر ردیف میانگین‌های با حروف بزرگ مشابه و در هر ستون با حروف مشابه کوچک اختلاف معنی داری ندارند (دانکن ۵٪).

Mean in each columns (small) and row (capital) having similar letters are not significantly different (Duncan 5%).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ـ تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر تعداد دانه در بلال

Table 4. Effects of plant density and nitrogen rates on kernel number per ear

تراکم Density (plant/m2) / نیتروژن N (kg/ha)	6	7.4	8.8	10.2	میانگین Mean
0	377.6Ab	354.4Ab	320.5Ab	269.4Ab	330.5b
80	542.8Aa	439.7Ab	435.4Ab	479.8Aa	474.4ab
160	634.2Aa	440.9ABb	556.7Aa	0.6Bab	499.8ab
240	521.3Aa	609.4Aa	466.5Aab	491.6Aa	522.2a
میانگین Mean	519.0A	461.1AB	447.2B	399.7B	

در هر ردیف میانگین‌های با حروف بزرگ مشابه و در هر ستون با حروف مشابه کوچک اختلاف معنی داری ندارند (دانکن ۵٪).

Mean in each columns (small) and row (capital) having similar letters are not significantly different (Duncan 5%).

جدول ۵ـ تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)

Table 5. Effects of plant density and nitrogen rates on biological yield (kg/ha)

تراکم Density (plant/m2) / نیتروژن N (kg/ha)	6	7.4	8.8	10.2	میانگین Mean
0	10490Ab	11720Ab	15280Aa	13180Ab	12670a
80	Bab	ABab	18770ABa	20590Aa	17700a
160	18910Aa	15000Aab	19060Aa	Aab	17650a
240	Aab	18330ABa	17490ABa	22020Aa	17930a
میانگین Mean	14610C	15340BC	17650AB	18360A	

در هر ردیف میانگین‌های با حروف بزرگ مشابه و در هر ستون با حروف مشابه کوچک اختلاف معنی داری ندارند (دانکن ۵٪).

Mean in each columns (small) and row (capital) having similar letters are not significantly different (Duncan 5%)

جدول ٦ـ تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر شاخص برداشت

Table 6. Effects of plant density and nitrogen rates on harvest index (%)

تراکم Density (plant/m2) / نیتروژن N (kg/ha)	6	7.4	8.8	10.2	میانگین Mean
0	49.1Ab	49.0Ab	44.5Ab	45.1Ab	46.9b
80	54.7Aab	53.7Aab	55.1Aa	54.2Aa	54.4a
160	58.1Aa	51.0Bab	54.3Aa	56.6ABa	55.0a
240	54.9Aab	56.2Aa	53.3Aa	56.4Aa	55.2a
میانگین Mean	54.2A	52.5A	51.8A	53.1A	

در هر ردیف میانگین‌های با حروف بزرگ مشابه و در هر ستون با حروف مشابه کوچک اختلاف معنی داری ندارند (دانکن ۵٪).

Mean in each columns (small) and row (capital) having similar letters are not significantly different (Duncan 5%)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷ـ تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

Table 7. Effects of plant density and nitrogen rates on grain yield (kg/ha)

تراکم / Density (plant/m2) — نیتروژن / N (kg/ha)	6	7.4	8.8	10.2	میانگین Mean
0	5198Ab	5763Ab	6677Ab	6066Ab	5926b
80	8313Aab	9043Aa	10370Aa	11390Aa	9777a
160	10990Aa	7735Aab	10790Aa	9730Aa	9812a
240	7829Bab	9460ABab	10650ABa	12490Aa	10080a
میانگین Mean	8082B	8274B	9324AB	9919A	

در هر ردیف میانگین‌های با حروف بزرگ مشابه و در هر ستون با حروف مشابه کوچک اختلاف معنی داری ندارند (دانکن ۵٪).

Mean in each columns (small) and row (capital) having similar letters are not significantly different (Duncan 5%).

جدول ۸ـ ضرایب همبستگی اجزاء عملکرد با عملکرد دانه

Table 8. Correlation coefficients of yield components with yield

Character	صفت	1000KW	KNPE	BY	GY
BY	عملکرد بیولوژیک	0.887**			
KNPE	تعداد دانه در بلال	0.549**	0.575**		
KW	وزن هزاردانه	-0.326**	-0.164**	2.93**	
HI	شاخص برداشت	0.638**	0.521**	0.662**	0.376**

* و ** به ترتیب در سطوح ۵٪ و ۱٪ (دانکن) معنی‌دار است.

GY (عملکرد دانه)، BY (عملکرد بیولوژیک)، KNPE (تعداد دانه در بلال)، 1000 (وزن هزاردانه) و HI (شاخص برداشت).

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

GY (Grain yield), BY (Biological yield), KNPE (Kernel no. per ear), 1000 KW (Kernel weight) and HI (Harvest index)

References

منابع مورد استفاده

هی، آر. ام. و ای. ج. واکر. ۱۳۷۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه ی. امام و م. نیک نژاد. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ صفحه.

Akintoye, H. A., E. O. Lucas, and J. G. Kling. 1997. Effect of density of planting and time of nitrogen application on maize varieties in different ecological zones of West Africa. Commum. Soil. Sci. Plant Anal. **28**:1163-1175.

Andrade, F. H., S. A. Uhart, and M. I. Frugone. 1993. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: shade versus plant density effects. Crop Sci. **33**:482-485.

Bauer, P. J., and P. Varter. 1986. Effect of seeding date, plant density, moisture availability, and soil fertility on maize kernel breakage susceptibility. Crop Sci. **26**:1220-1226

Brown, R. H., E. R. Beaty, W. J. Ethredge, and D. D. Hayes. 1970. Influence of row width and plant populantion on yield of two varieties of corn (*Zea mays* L.). Agron. J. **62**:767-770.

Carlone, M. R., and W. A. Russell. 1987. Response to plant densities and nitrogen levels for four maize cultivars from different areas of breeding. Crop Sci. **27**:465-470.

www.SID.ir

Archive of SID

Connor, D. J. A. J. Hall, and V. O. Sadras. 1993. Effect of nitrogen content on the photosynthetic characteristics of sunflower leaves. Aust. J. Plant Physiol. **20**:251-263.

Cox, W. J. 1996. Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. Agron. J. **88**:489-496.

Cummins, D. G., and J. W. Dobson. 1973. Corn for silages as influence by hybrid maturity, row spacing plant population and climate. Agron. J. **65**:240-243.

Deloughery. R. L., and R. K. Crookston. 1979. Hrvest index of corn affected by populantion density, maturity rate, and environment. Agron. J. **71**:577-580.

Duncan, W. G. 1984. A theroy to explain the relationship between corn population and grain yield. Crop Sci. **24**:1141-1145.

Duncan, W. G. 1958. The relationship between corn population and yield. Agron. J. **50**:82-84.

Durieux, R. P., E. J. Kamprath, W. A. Jackson, and R. H. Moll. 1994. Root distribution of corn: The effect of nitrogen fertilization. Agron. J. **86**:958-962.

Edmeades, G. O., and T. B. Daynard. 1979. The relationship between final yield, photosynthesis at flowering in individual maize. plants. Can. J. Plant Sci. **59**:585-601.

Edwards, J. H., and S. A. Broder. 1976. Nitrogen uptake characteristics of corn root at low N concentration as influenced by plant age. Agron. J. **69**:17-19.

Fisher, K. S., and F. E. Plamer. 1984. Tropical maize. p. 213-148. In: P. R. Goldworthy and N. M. Fisher (ed.) The physiology of tropical field crops. Wiley Interscience, New York.

Genter, C. F., and H. M. Camper. 1973. Component plant part development in mize as affected by herbicide and population density. Agron. J. **65**:669-671.

Goldsworthy, P. R., and M. Colegrove. 1974. Growth and yield of highland maize in Mexico. J. Agric. Sci. Camb. **83**:213-221.

Hashemi-dezfouli, A., and S. J. Herbert. 1992b. Effect of leaf orientation and density on yield of corn. Iran Agric. Res. **11**:89-104.

Kiniry, J. R., and J. J. Ritchie. 1985. Shade-sensitive interval of kernel number in maize. Agron. J. **77**:711-715.

Lang, A. L., J. W. Pendekton, and G. H. Dungan. 1956. Influence of population and nitrogen levels on yield and protein and oil contents of nine corn hybrids. Agron. J. **48**:284-289.

Lemcoff, J. H., and Lommis. 1986. Nitrogen influences on yield determination in maize. Crop Sci. **26**:1017-1022.

Liang, B. C., and A. F. Mackenzie. 1994. Corn yield, nitrogen uptake and nitrogen use efficiency as influenced by nitrogen fertilization. Can. J. Soil Sci. **74**:235-240.

Lucas, E. O. 1986. The effect of density and nitrogen fertilizer on the growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in Nigeria. J. Agric. Sci., Camb. **107**:573-578.

Mahmoud, M. H., A. Eskander, and I. M. A. Aziz. 1980. Corn production on calcareous soils as influenced by N-application and plant population. Agric. Res. Rev. **58**:199-210.

www.SID.ir

Archive of SID

Oikeh, S. O., J. G. Kling, and A. E. Okoruwa. 1988. Nitrogen fertilizer managment effects on maize grain quality in the West Africa moist Savanna. Crop Sci. **38:**1056-1061.

Peterson, T. A., and G. E. Varel. 1989. Crop yield as affected by rotation and nitrogen rate. III. Corn. Agron. J. **81:**735-738.

Poneleit. C. G., D. B. Egli., P. L. Cornelius, and D. A. Reicosky. 1980. Variation and associations of kernel growth characteristics in maize populations. Crop Sci. **20:**766-770.

Prine, G. M., and B. P. Schroeder. 1964. Above soil environment limit yield of semi prolific corn as plant population increases. Crop Sci. **4:**361-362.

Robinson, D. L., and L. S. Murphy. 1972. Influence of nitrogen, phosphprous and plant populantion on yield and quality of forage corn. Agron. J. **64:**349-351.

Roy, S. U., and E. O. Biswan. 1982. Effects of plant density and detopping following silking on cob growth, fodder and grain yield of maize ((*Zea mays* L.). J. Agric. Sci. Camb. **119:**297-301.

Sabata, R. T., and S. C. Mason. 1992. Corn hybrid interaction with soil nitrogen level and water regime. J. Prod. Agric. **5:**137-142.

Sims, T. T., B. L. Gartly. B. Milliken, and V. Green. 1995. Evaluation of soil and plant nitrogen test for maize on manured soils of the Athantic Costal Plain. Agron. J. **87:**213-222.

Tetio-kagho, F., and F. P. Gardner. 1988b. Responses pf maize to plant population density: II. reproductive development, yield , and yield adjustment. Agron. J. **80:**935-940.

Tollenaar, M. 1989. Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988. Crop Sci. **29:**1365-1371.

Tollenaar, M., L. M. Dwyer, and D. W. Stewart. 1992. Ear and kernel formation in maize hybrids representing three decades of grain yield improvement in Ontario. Crop Sci. **32:**432-438.

Uhart, S. A., and F. H. Andrade. 1995a. Nitrogen deficiency in maize: I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernel set. Crop Sci. **35:**1376-1383.

Uhart, S. A., and F. H. Andrade. 1995b. Nitrogen deficiency in maize: II. Carbon-Nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. Crop Sci. **35:**1348-1389.

Ulger, A. C., H. Ibrikci, B. Cakir, and N. Guzel. 1997. Influence of nitrogen rates and row spacing on corn yield, protein content, and other plant parameters. J. Plant Nutr. **20:**1697-1709.

Wilson, J. H., and J. C. S. Allison. 1978b. Effect of plant population on ear differentiation and growth in maize. Ann. Appl. Biol. **60:**127-132.

www.SID.ir