

## بررسی اثرات تراکم کاشت و مقادیر کودهای نیتروژن و پتاس بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.)

غلامعلی اکبری<sup>۱</sup>، داریوش مظاهری<sup>۲</sup> و علی مختصی بیدگلی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>استادیار پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، <sup>۲</sup>استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، <sup>۳</sup>دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت،

دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۸۲/۱۱/۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۴/۶/۲۲

### چکیده

این آزمایش به منظور تعیین بهترین تراکم کاشت و بهترین مقادیر کودهای نیتروژن و پتاس بر عملکرد دانه ذرت در سال زراعی ۱۳۷۹ در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی ابوریحان، (دانشگاه تهران) به اجراء در آمد. طرح آزمایشی، طرح بلوک‌های کامل تصادفی در قالب کرت‌های خرد شده در چهار تکرار بود که فاکتور اصلی در سه سطح شامل تراکم‌های مختلف کاشت (۶۵، ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار) و فاکتور فرعی در نه سطح شامل سطوح مختلف کودهای نیتروژن و پتاس ( $N_{150}K_{150}$ ،  $N_{150}K_{100}$ ،  $N_{150}K_{50}$ ،  $N_{100}K_{150}$ ،  $N_{100}K_{100}$ ،  $N_{100}K_{50}$ ،  $N_{200}K_0$ ،  $N_{150}K_0$ ،  $N_{100}K_0$ ) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که تراکم‌های مختلف کاشت بر عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه اثر معنی‌داری گذاشت؛ به‌طوری‌که بالاترین عملکرد دانه (۱۴۷۲۴ کیلوگرم در هکتار) متعلق به تراکم کاشت ۷۵ هزار بوته در هکتار بود. همچنین بین سطوح مختلف کودهای نیتروژن و پتاس از نظر صفاتی چون عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد؛ به‌طوری‌که (در سطح احتمال ۵ درصد) بیشترین عملکرد دانه در بلال و وزن صد دانه به تیمار کودی  $N_{150}K_{100}$  تعلق داشت. اثر متقابل تراکم کاشت و کودهای نیتروژن و پتاس بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت فاقد هرگونه اختلاف آماری معنی‌دار بودند. بطور کلی نتایج تجزیه آماری نشان داد که مصرف کودهای نیتروژن و پتاس تا سطح تیمار کودی  $N_{150}K_{100}$  عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت را افزایش می‌دهد ولی مقادیر بالاتر تأثیر معنی‌داری را نشان نداد.

**واژه‌های کلیدی:** تراکم کاشت، ذرت، عملکرد و اجزای عملکرد دانه، کودهای نیتروژن و پتاس

### مقدمه

با توجه به اهمیت محصولات مهم گروه غلات (گندم، برنج، جو و ذرت) که به‌طور مستقیم و غیر مستقیم عمده‌ترین بخش مواد غذایی جهان را تشکیل می‌دهند، برنامه‌ریزی در جهت افزایش تولید این محصولات ضروری است (طهماسبی سروسستانی و همکاران، ۱۳۸۰).

تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که با انتخاب مناسب عوامل زراعی مانند نیتروژن، پتاسیم و تراکم بوته می‌توان عملکرد کمی و کیفی ذرت را افزایش داد (کگب و آددیران، ۲۰۰۳؛ ویدیکوم و تلن، ۲۰۰۲). از طرفی گسترش فرآیند آلودگی‌های محیط زیست ناشی از دخالت انسان در طبیعت و افزایش سرسام آور جمعیت جهانی که

خود سرعت آلودگی را می‌افزاید، توجه و دقت عمل بیشتر را در مصرف کودهای شیمیایی و تولید محصولات کشاورزی طلب می‌کند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۹).

از میان عناصر غذایی اصلی مورد نیاز گیاه (خصوصاً سه عنصر K,P,N) نیتروژن اثر عمده‌ای در رشد داشته و در آزمایش‌های مختلف ارتباط مستقیم آن با رشد بوته ذرت و عملکرد دانه ثابت شده است (کگب و آددیران، ۲۰۰۳؛ کستا و همکاران، ۲۰۰۲). در غلات نیتروژن برای پنجه‌زنی اهمیت داشته، تعداد دانه و وزن دانه‌ها را افزایش می‌دهد (بلو و جتتری، ۱۹۹۲). کستا و همکاران (۲۰۰۲) با اعمال تیمارهای مختلف کود نیتروژن در دو منطقه آتاوا و مکدونالد به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان نیتروژن تا ۸۵ کیلوگرم در هکتار طول بلال حدود ۸ تا ۱۷ درصد و عملکرد دانه در منطقه آتاوا، ۱/۴۳ برابر و در منطقه مکدونالد، ۱/۰۷ برابر افزایش یافت و مقادیر بالاتر نیتروژن در منطقه آتاوا اثر معنی‌داری نداشت و در ارتباط بین میزان کود نیتروژن و عملکرد دانه یک رابطه رگرسیونی درجه دوم به‌دست آوردند، ولی در منطقه مکدونالد مصرف کود نیتروژن تا ۲۵۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار شد و برای این منطقه یک رابطه رگرسیونی خطی به‌دست آوردند. آنان دلیل این تفاوت در دو منطقه را چند عامل، شامل نوع خاک، تناوب گیاهی، میزان بقایا و میزان نیتروژن معدنی شده دانستند. نتایج یک آزمایش نشان داد که با افزایش میزان کود نیتروژن تا ۱۶۸ کیلوگرم در هکتار در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی، عملکرد دانه، عملکرد بیوماس و جذب نیتروژن در ذرت افزایش می‌یابد (تربرت و همکاران، ۲۰۰۱). کگب و آددیران (۲۰۰۳) گزارش کردند که عملکرد ذرت هیبرید در مقادیر بالای ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش می‌یابد.

پتاسیم قابل دسترس در خاک یکی از مؤثرترین عوامل تعیین‌کننده واکنش عملکرد دانه ذرت به کاربرد کود پتاسیم است. پتاسیم در مکانیسم انتقال سایر عناصر غذایی از غشای سلولی دخالت داشته و وجود آن برای انجام

فتوسنتز مؤثر و ضروری می‌باشد (کاستلبری و کروم، ۱۹۸۴). در بسیاری از مواقع پتاسیم موجود در خاک برای رشد گیاه زراعی کافی است، اما در مواردی که مقدار زیادی کود نیتروژن و فسفر جذب می‌شود ممکن است پتاسیم عامل محدودکننده‌ای برای رشد باشد (پولیتو و وس، ۱۹۹۱). در آزمایشی نشان داده شد کاربرد کود پتاسیم به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه ذرت را به میزان ۲۰ درصد نسبت به شاهد افزایش می‌دهد و با کاربرد بالاتر آن تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد افزایش یافت، ولی این افزایش معنی‌دار نبود (کگب و آددیران، ۲۰۰۳).

انتخاب تراکم مطلوب بوته دارای تأثیر مؤثری بر اجزای عملکرد گیاهی است، به نحوی که با انتخاب تراکم مطلوب بوته می‌توان عملکرد مناسبی را حصول کرد (فارنهام، ۲۰۰۱؛ نوروود، ۲۰۰۱؛ پاون و کمبراتو، ۱۹۹۵؛ ویدیکوم و تلتن، ۲۰۰۲).

پاون و کمبراتو (۱۹۹۵) ضمن بررسی اثرات تراکم بوته روی عملکرد دانه به این نتیجه رسیدند که با افزایش تراکم، تعداد کل بلال و بلال با بذر پر نشده در واحد سطح، افزایش و قطر بلال، طول بلال، وزن بلال، وزن هزار دانه، تعداد بلال در گیاه، وزن بذر در بلال و تعداد بذر در بلال کاهش می‌یابد.

هاشمی دزفولی و هربرت (۱۹۹۲) ضمن بررسی واکنش ذرت به تراکم بوته و سایه‌دهی مصنوعی به میزان ۵۰ درصد بیان داشتند که میزان فتوسنتز ظاهری غلاف‌های بلال به‌طور معنی‌داری برای هر دو تیمار افزایش تراکم و سایه‌دهی کاهش یافت. با افزایش تراکم میزان وزن دانه حدود ۲۸ درصد کاهش یافت؛ به طوری که وزن دانه بیشتر از تعداد ردیف در بلال و کمتر از تعداد دانه در ردیف و تعداد بلال در بوته تحت تأثیر قرار گرفت و کاهش یافت. آنان مشاهده کردند که تعداد ردیف در بلال کمترین واکنش را به تراکم‌های بالاتر کاشت نشان داد.

تیمار ۴ (N<sub>100</sub>K<sub>50</sub>)، تیمار ۵ (N<sub>100</sub>K<sub>100</sub>)، تیمار ۶ (N<sub>100</sub>K<sub>150</sub>)، تیمار ۷ (N<sub>150</sub>K<sub>50</sub>)، تیمار ۸ (N<sub>150</sub>K<sub>100</sub>)، تیمار ۹ (N<sub>150</sub>K<sub>150</sub>) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد.

هر کرت آزمایش را ۶ ردیف کشت به فاصله ۷۵ سانتی متر و طول ۱۰ متر تشکیل می دادند. بین کرت های اصلی و بلوک های آزمایش به ترتیب ۱/۵ و ۳ متر فاصله منظور شد. کود نیتروژن در چهار مرحله (بر اساس مقادیر در نظر گرفته شده در تیمارهای کودی، ۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و مابقی به شکل کود اوره به طور مساوی و به صورت سرک در سه مرحله ۸ برگی شدن، ظهور کامل گل نر و ابتدای پر شدن دانه) مصرف گردید (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۹). سولفات پتاسیم بر اساس تیمارهای کودی و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم (ازت موجود در این کود در تیمارهای کودی ذکر شده محاسبه شده است) قبل از کاشت مصرف گردیدند. رقم هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در این آزمایش به کار گرفته شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم عمیق پاییزه، پخش علفکش ارادیکان (اپتام یا EPTC) قبل از شخم مجدد بهاره، پخش کودهای ذکر شده، دیسک به منظور مخلوط کردن کود با خاک و از بین بردن کلوخه ها و تهیه جوی و پشته ها بود. کشت به صورت دستی انجام و روی ردیف ها به فاصله هر ۵ سانتی متر دو تا سه عدد بذر ضد عفونی شده با قارچ کش ویتاواکس (به نسبت ۱ در هزار) در عمق ۳-۵ سانتی متری خاک کاشته شد. اولین آبیاری بعد از انجام عملیات کاشت و به صورت نشتی صورت گرفت و تا مرحله سبز شدن، آبیاری با دوره های چهار روزه در نظر گرفته شد. بعد از سبز شدن مزرعه، دور آبیاری به هفت روز افزایش یافت و تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی مزرعه به همین صورت ادامه یافت. بعد از مرحله سبز شدن و استقرار کامل گیاهچه ها (۷-۸ برگی)، به منظور دستیابی به تراکم مورد نظر، با تنک کردن مزرعه بوته های اضافی حذف شدند. در مواقع مناسب علف های هرز مزرعه به وسیله دست وجین گردیدند و سمپاشی

در یک بررسی گزارش شد که تحت شرایط رطوبت کافی در خاک، تراکم کاشت بالاتر ذرت (۹۰۰۰۰ بوته در هکتار) نسبت به تراکم کاشت پایین تر (۵۶۰۰۰ بوته در هکتار) عملکرد دانه بیشتری ایجاد کرد (ویدیکوم و تلن، ۲۰۰۲). در تحقیقی فارنهام (۲۰۰۱) بیان داشت در فاصله ردیف ۷۶ سانتی متر کاشت ذرت، با افزایش تراکم بوته از ۵۹۰۰۰ به ۸۹۰۰۰ بوته در هکتار، عملکرد دانه از ۱۰۱۰۰ به ۱۰۸۰۰ کیلوگرم در هکتار (۶/۹ درصد افزایش) افزایش یافت. نوروود (۲۰۰۱) در آزمایشی گزارش کرد که با افزایش تراکم، وزن صد دانه و تعداد دانه در بلال کاهش می یابد.

در سالهای اخیر افزایش شدید قیمت کودهای شیمیایی، بهینه سازی مصرف کود توسط کشاورزان را می طلبد. لذا هدف از انجام این تحقیق، تعیین بهترین تراکم کاشت ذرت در استان تهران (شهرستان ورامین) و همچنین بهترین ترکیب کودی (نیتروژن و پتاس) به منظور نیل به حداکثر عملکرد دانه بود.

## مواد و روش ها

آزمایش در سال ۱۳۷۹ در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی (پردیس) ابوریحان، دانشگاه تهران انجام شد. منطقه آزمایش در ۱۸ کیلومتری شمال غربی شهرستان ورامین و ۲۵ کیلومتری شرق تهران واقع شده است. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۲۰۵۰ متر و دارای زمستانهای ملایم و تابستانهای گرم و خشک می باشد. متوسط میزان بارندگی سالیانه در منطقه، پایین تر از ۱۰۰ میلی متر و میزان تبخیر سالانه بیش از ۲۰۰۰ میلی متر می باشد. نتایج فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک محل آزمایش در (جدول ۱) نشان داده شده است. آزمایش بصورت طرح کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی در ۴ تکرار پیاده شد. سه تراکم کاشت ۶۵، ۷۵، ۸۵ هزار بوته در هکتار به عنوان فاکتور اصلی و ۹ سطح تیمار کودی نیتروژن و پتاس که عبارتند از تیمار ۱ (N<sub>100</sub>K<sub>0</sub>)، تیمار ۲ (N<sub>150</sub>K<sub>0</sub>)، تیمار ۳ (N<sub>200</sub>K<sub>0</sub>)،

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک محل آزمایش (منطقه پاکدشت ورامین).

هدایت الکتریکی (میلی‌موس بر سانتی‌متر)	اسیدیته (pH)	درصد ماده آلی	درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌اکی‌والان بر ۱۰۰ گرم خاک)	کلسیم تبادل (میلی‌اکی‌والان بر ۱۰۰ گرم خاک)	سدیم تبادل (میلی‌اکی‌والان بر ۱۰۰ گرم خاک)	ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) (میلی‌اکی‌والان بر ۱۰۰ گرم خاک)
۳/۲	۷/۷	۰/۶۳	۰/۰۷	۹/۰	۰/۷	۱۰/۹۸	۰/۵۸	۱۳/۵۸

با سم لیندین به غلظت ۱ در صد و به صورت طعمه مسموم بر علیه آفت طوقه‌بر ذرت (آگروتیس) در مرحله ۴ برگی شدن و متاسیستوکس به غلظت ۱/۵ در هزار بر علیه حشرات مکنده در مرحله قبل از ظهور اندامهای نر انجام شد. به منظور تعیین عملکرد و اجزای آن، بلال‌های ۲ ردیف میانی هر کرت پس از حذف حاشیه از طرفین آنها با دست برداشت گردیدند و برای رسیدن به وزنی ثابت در آون در ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. عملکرد نهایی دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه و بر اساس رطوبت ۱۴۰ گرم در کیلوگرم تنظیم شد. صفات ثبت شده شامل طول بلال برحسب سانتی‌متر، متوسط تعداد ردیف در هر بلال، متوسط تعداد دانه در هر بلال، متوسط وزن دانه در هر بلال برحسب گرم، متوسط وزن صد دانه بر حسب گرم روی ۱۰ بلال تصادفی بودند. محاسبات آماری مورد نیاز از جمله تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات مختلف با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و MSTATC انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

## نتایج و بحث

**اثر تراکم کاشت بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت:** اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر عملکرد دانه ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد دانه (۱۴۷۲۴ و ۸۴۴۳ کیلوگرم بر هکتار) به ترتیب به تراکم‌های کاشت ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار تعلق داشت (جدول ۳). در تراکم کاشت ۷۵ هزار بوته در هکتار، احتمالاً به دلیل استفاده مفید و بهینه گیاه از عوامل رشد مثل نور، رطوبت، خاک و محیط،

عملکرد دانه افزایش یافته است. در تراکم کاشت ۸۵ هزار بوته در هکتار، اگر چه تعداد بوته در واحد سطح افزایش یافته، ولی احتمالاً عملکرد دانه به علت رقابت برای عوامل رشد، کاهش یافته است. بر طبق نظر امام (۲۰۰۱) علت کاهش عملکرد دانه در تراکم‌های بالای کشت به دلیل تحمیل بعضی محدودیت‌ها در تخصیص مواد فتوسنتزی<sup>۱</sup> به دانه می‌باشد و علت تفاوت در عملکرد دانه به دلیل تراکم‌های مختلف کاشت را می‌توان به تفاوت در سرعت پر شدن دانه نسبت داد. گزارش‌های زیادی کاهش عملکرد دانه در تراکم‌های بسیار زیاد را به علت کاهش تعداد دانه در بوته، با وجود افزایش تعداد بوته در واحد سطح می‌دانند (هاشمی دزفولی و هربرت، ۱۹۹۲؛ لویس و همکاران، ۱۹۹۲). تراکم کاشت ۶۵ هزار بوته در هکتار به دلیل کافی نبودن تراکم بوته در واحد سطح، عملکردی معادل ۷۵ هزار بوته تولید نکرد (جدول ۳). نتایج آزمایش‌های بارلو و یانگ (۱۹۷۷) و بلو و جتتری (۱۹۹۲) با نتایج آزمایش فعلی مطابقت دارد. همچنین هاشمی دزفولی و هربرت (۱۹۹۲) گزارش دادند که در تراکم‌های کاشت بالاتر، عملکرد دانه و تعداد دانه در هر بلال کاهش می‌یابد و این کاهش ناشی از رقابت بین بوته‌ها برای استفاده از تشعشع فعال فتوسنتزی<sup>۲</sup> می‌باشد.

اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر تعداد ردیف در بلال و طول بلال از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار بود

### 1- Assimilate partitioning

۲- چون بیشترین بازده فتوسنتز در طول موج ۷۰۰-۴۰۰ نانومتر حاصل می‌شود، لذا اندازه‌گیری مقدار نور مورد استفاده در فتوسنتز بر اساس غلظت جریان فوتون در این طول موج‌ها انجام می‌گردد. مقدار نوری که بدین طریق اندازه‌گیری می‌شود تشعشع فعال فتوسنتزی (Photosynthetically active radiation (PAR)) نامیده می‌شود (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۹).

(جداول ۲ و ۳). نتایج حاصل با نتایج سایر محققان مطابقت دارد. بلو و جنتری (۱۹۹۲) و امام (۲۰۰۱) دریافتند که تعداد ردیف در بلال ذرت کمترین حساسیت را نسبت به تراکم‌های کاشت بالا از خود نشان داد.

اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر تعداد دانه در بلال از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین تعداد دانه در بلال (۸۰۱/۸ و ۷۲۳/۸ عدد) به ترتیب به تراکم‌های کاشت ۶۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار تعلق داشت (جدول ۳). اگر چه تعداد دانه در هر بلال در تراکم کاشت ۷۵ هزار بوته در هکتار اندکی بیشتر از تراکم کاشت ۸۵ هزار بوته در هکتار (حدود ۳۲ عدد بیشتر) بود، ولی این اختلاف معنی‌داری نبود (جدول ۳). بالاتر بودن تعداد دانه در بلال در تراکم کاشت ۶۵ هزار بوته در هکتار را می‌توان به کمتر بودن رقابت بر سر جذب نور، رطوبت و مواد غذایی دانست و در نتیجه سهم آسیمیلاتی که در اختیار فاز زایشی برای رسیدن به حداکثر پتانسیل تولید گل و تشکیل دانه لازم می‌باشد، بیشتر از سایر تراکم‌های کاشت بوده است. نتایج آزمایش امام (۲۰۰۱) نشان می‌دهد که تعداد دانه در بلال از حساس‌ترین اجزای عملکرد در تراکم‌های کاشت مختلف می‌باشد.

اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر وزن صد دانه ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین وزن صد دانه (۳۳/۲۸ و ۲۳/۷۱ گرم) به ترتیب به تراکم‌های کاشت ۶۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار تعلق داشت (جدول ۳). تراکم کاشت ۷۵ هزار بوته در هکتار از نظر وزن صد دانه دقیقاً در حد واسط دو تراکم کاشت دیگر بود (۲۸/۷۸ گرم). بالاتر بودن وزن صد دانه در تراکم کاشت ۶۵ هزار بوته در هکتار را احتمالاً می‌توان به رقابت کمتر بوته‌ها بر سر جذب عوامل تعیین‌کننده رشد به‌خصوص آب و مواد غذایی و نور و در نتیجه ساخت و سنتز بیشتر مواد فتوسنتزی و نهایتاً بالاتر بودن سهم آسیمیلات اختصاص داده شده به هر دانه در مقایسه با سایر تراکم‌های کاشت ربط داد. به عبارت دیگر

نسبت منبع به مخزن در این تراکم کاشت بالاتر از سایر تراکم‌های کاشت بوده است. بارلو و یانگ (۱۹۷۷) دریافتند که تراکم‌های کاشت بالاتر، طول بلال و وزن ۱۰۰۰ دانه را کاهش می‌دهد.

**اثر کودهای نیتروژن و پتاس بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت:** اثر تیمار کودی (نیتروژن و پتاس) بر عملکرد دانه از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد دانه ذرت (۱۲۹۳۶ و ۱۰۰۷۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب به تیمار کودی شماره ۹ ( $N_{150}K_{150}$ ) و تیمار کودی شماره ۲ ( $N_{150}K_0$ ) تعلق داشت (جدول ۴). بالاتر بودن عملکرد دانه تیمار کودی شماره ۸ احتمالاً به این دلیل است که نسبت و مقدار مصرف کود نیتروژن و پتاس در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار ازت و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاس بهتر توانسته است در فعالیت‌های فیزیولوژیکی و هورمونی گیاه اثر بخش بوده و رشد و نمو گیاه ذرت بهترین عکس‌العمل را نشان داده است. نتایج دیگر محققان با نتایج آزمایش فعلی مطابقت دارد. بارلو و یانگ (۱۹۷۷) دریافتند که کود ازته عملکرد دانه در هر کرت و وزن ۱۰۰۰ دانه را افزایش می‌دهد. ریل و هسکت<sup>۱</sup> (۱۹۶۹) کاهش میزان فتوسنتز بوته‌های ذرت در اثر کمبود ازت را گزارش نمودند. هالور و راسل<sup>۲</sup> (۱۹۶۰) پی بردند که کمبود پتاسیم باعث نکروزه شدن حاشیه برگها و کوچک و ریز شدن دانه‌ها و میوه‌ها می‌گردد.

اثر تیمارهای مختلف کودهای نیتروژن و پتاس بر تعداد دانه در هر بلال از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین تعداد دانه در بلال (۸۰۵/۲ و ۷۱۰/۸) به ترتیب به تیمارهای کودی شماره ۸ ( $N_{150}K_{100}$ ) و شماره ۱ ( $N_{100}K_0$ ) تعلق داشت (جدول ۴). بالاتر بودن تعداد دانه در بلال در تیمار کودی شماره ۸ در مقایسه با تیمار کودی شماره ۱ احتمالاً به دلیل بالاتر بودن مقدار کودهای نیتروژن و پتاس

1- Ryle and Hesketh

2- Hallaure and Russell

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد دانه، طول بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه ذرت در تراکم‌های کاشت و تیمارهای متفاوت کودی.

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییرات
وزن صد دانه	تعداد دانه در بلال	تعداد ردیف در بلال	طول بلال	عملکرد دانه		
۵/۹۷ <sup>ns</sup>	۲۱۷۷/۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۹۰ <sup>ns</sup>	۲۳/۴۱ <sup>ns</sup>	۱۰۰۵۲۶۰ <sup>ns</sup>	۳	بلوک
۸۲۶/۱۰ <sup>**</sup>	۵۴۰۷۳ <sup>*</sup>	۱/۵۰ <sup>ns</sup>	۳۳/۷۸ <sup>ns</sup>	۳۶۰۱۱۳۰۵۴ <sup>**</sup>	۲	تراکم کاشت
۳/۰۱	۵۰۷۹	۵/۲۵	۱۶/۳۱	۵۵۱۳۲۴	۶	خطای a
۴۳/۱۰ <sup>**</sup>	۱۳۳۴۴/۵۰ <sup>**</sup>	۲/۱۰ <sup>ns</sup>	۰۹/۲۵ <sup>ns</sup>	۱۲۹۳۳۳۸۱۳ <sup>**</sup>	۸	کود
۱/۷۷ <sup>ns</sup>	۳۵۹ <sup>ns</sup>	۲/۶۲ <sup>ns</sup>	۱۴/۷۹ <sup>ns</sup>	۴۹۳۰۵۴ <sup>ns</sup>	۱۶	تراکم کاشت × کود
۲/۰۶	۳۸۶/۲۰	۳/۹۰	۱۰/۳۱	۴۰۷۳۹۳	۷۲	خطای b
						کل

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد احتمال.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد دانه در بلال، تعداد ردیف در بلال و طول بلال ذرت در تراکم‌های مختلف کاشت.

تراکم کاشت (بوته در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد دانه در بلال	تعداد ردیف در بلال	طول بلال (سانتی‌متر)
۸۵۰۰۰	۸۴۴۳c	۲۳/۷۱c	۷۲۳/۸b	۱۳/۷۲a	۱۷/۲۵a
۷۵۰۰۰	۱۴۷۲۴a	۲۸/۷۸b	۷۵۷/۹b	۱۴/۰۰a	۱۹/۰۳a
۶۵۰۰۰	۱۰۹۳۴b	۳۳/۲۸a	۸۰۱/۸a	۱۴/۲۵a	۱۸/۸۱a

\* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که مقادیر مختلف نیتروژن بر تعداد دانه در بلال و تعداد ردیف در بلال اثر معنی‌دار نداشتند.

اثر تیمارهای مختلف کودهای نیتروژن و پتاس بر وزن صد دانه ذرت از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین مقدار وزن صد دانه (۳۰/۸۸ و ۲۵/۵۶ گرم) به ترتیب به تیمارهای کودی شماره ۸ (N<sub>150</sub>K<sub>100</sub>) و شماره ۱ (N<sub>100</sub>K<sub>0</sub>) تعلق داشت (جدول ۴). افزایش میزان کودهای نیتروژن و پتاس باعث افزایش وزن صد دانه ذرت شده است، ولی زمانی که کود پتاس بیشتر از صد کیلوگرم در هکتار مصرف شد، تأثیر معنی‌داری بر وزن صد دانه نشان نداد.

و همچنین نسبت مناسب این دو نوع کود در مقایسه با سایر تیمارهای کودی بوده است. روند تغییرات تعداد دانه در بلال در تیمارهای مختلف کودهای نیتروژن و پتاس نشان می‌دهد که هرچه مقدار کودهای نیتروژن و پتاس به صورت توأم افزایش می‌یابد، تعداد دانه در هر بلال نیز بالا می‌رود، ولی مقدار پتاس بالاتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اثر معنی‌داری بر این صفت نداشته است. همچنین مقدار زیاد کود ازت به تنهایی (N<sub>200</sub>K<sub>0</sub>) نتوانسته است به اندازه زمانی که ۵۰ کیلوگرم پتاس و دو برابر آن ازت در هکتار مصرف شده است، بر این صفت تأثیر داشته باشد. اثر تیمارهای مختلف کودهای نیتروژن و پتاس بر تعداد ردیف در بلال معنی‌دار نبود (جدول ۲). کستا و

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد دانه در بلال، تعداد ردیف در بلال و طول بلال ذرت در سطوح مختلف کودهای نیتروژن و پتاس.

طول بلال (سانتی متر)	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در بلال	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	سطوح مختلف کودهای نیتروژن و پتاس (کیلوگرم در هکتار)
۱۷/۸۸a	۱۳/۳a	۷۱۰/۸f	۲۵/۵۶g	۱۰۱۲۳g	N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>
۱۸/۴۶a	۱۴/۱a	۷۲۶/۶ef	۲۶۳۸fg	۱۰۰۷۰g	N <sub>150</sub> K <sub>0</sub>
۱۷/۹۶a	۱۳/۴a	۷۳۸/۸de	۲۷/۲۵ef	۱۰۵۲۶fg	N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>
۱۹/۴۲a	۱۴/۰a	۷۴۵/۶cd	۲۸/۱۱de	۱۰۹۰۷ef	N <sub>100</sub> K <sub>50</sub>
۱۷/۶۳a	۱۴/۵a	۷۵۹/۸bc	۲۸/۹۲cd	۱۱۳۴۹de	N <sub>100</sub> K <sub>100</sub>
۱۹/۸۸a	۱۴/۳a	۷۷۲/۵b	۲۹/۵۰bc	۱۱۷۶۳cd	N <sub>100</sub> K <sub>150</sub>
۱۸/۳۸a	۱۳/۹a	۷۹۰/۹a	۳۰/۱۰abc	۱۲۱۳۰bc	N <sub>150</sub> K <sub>50</sub>
۱۸/۶۳a	۱۴/۱a	۸۰۵/۲a	۳۰/۸۸a	۱۲۴۹۴ab	N <sub>150</sub> K <sub>100</sub>
۱۷/۰۴a	۱۴/۳a	۷۹۸/۹a	۳۰/۶۴ab	۱۲۹۳۶a	N <sub>150</sub> K <sub>150</sub>

\* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر به نظر می‌رسد که برای دستیابی به عملکرد مطلوب گیاه ذرت تحت شرایط مشابه آزمایش حاضر، تراکم کاشت ۷۵ هزار بوته در هکتار به دلیل ایجاد امکان استفاده مناسب از عوامل محیطی و زراعی منجر به بیشترین عملکرد اقتصادی می‌شود. افزایش مصرف نیتروژن و پتاس به دلیل افزایش وزن صد دانه و تعداد دانه در بلال منجر به افزایش عملکرد اقتصادی می‌شود، به طوری که سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم پتاس در هکتار دارای بیشترین عملکرد اقتصادی بود.

### سپاسگزاری

هزینه اجرای این تحقیق را معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران تأمین نموده است که بدین وسیله از شورا و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران تشکر و قدردانی می‌شود.

همچنین کاربرد کود نیتروژن به تنهایی و به مقدار زیاد نتوانست تأثیر مطلوبی بر وزن صد دانه در مقایسه با مقادیر کم کود ازته توأم با پتاس داشته باشد. این نشانگر این است که اثر توأم این دو کود تا مقدار معینی می‌تواند باعث افزایش وزن صد دانه گردد. بارلو و یانگ (۱۹۷۷) افزایش وزن ۱۰۰۰ دانه و عملکرد دانه و طول بلال ذرت را تحت تأثیر کود ازته گزارش نمودند. هالور و راسل (۱۹۶۰) نیز گزارش نمودند که برای فتوسنتز مؤثر، تأمین پتاسیم کافی ضروری است و این عنصر بر مکانیسم انتقال سایر عناصر غذایی از غشای سلولی دخالت دارد.

اثرات متقابل سطوح مختلف کودهای ازته و پتاسه با تراکم کاشت بر صفاتی چون عملکرد دانه و اجزای عملکرد (تعداد دانه در بلال، تعداد ردیف در بلال، وزن صد دانه و طول بلال) از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۲).

### منابع

۱. طهماسبی سروستانی، ز.، امیدی، ح. و چوکان، ر. ۱۳۸۰. اثر تراکم و محدودیت منبع بر عملکرد، اجزای عملکرد و انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن در ذرت. نهال و بذر ۱۷: ۳۱۴-۲۹۴.
۲. کوچکی، ع.، حسینی، م. و هاشمی دزفولی، ا. ۱۳۷۹. کشاورزی پایدار (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۶۴ صفحه.
۳. کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ.ج. ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

4. Barlow, E.W., and Young, J.L. 1977. Photosynthesis, transpiration and leaf elongation in corn seedling at suboptimal soil temperatures. *Agron. J.* 69:95-100.
5. Below, F.E., and Gentry, L.E. 1992. Maize productivity as influenced by mixed nitrogen supplied before or after anthesis. *Crop Sci.* 32:163-168.
6. Castleberry, R.M., and Crum, C.W. 1984. Genetic yield improvement of U. S maize cultivars under varying fertility and climatic environments. *Crop Sci.* 24:33-36.
7. Costa, C., Dwyer, L.M., Stewart, D.W., and Smith, D.L. 2002. Nitrogen effects on grain yield and yield components of leafy and nonleafy maize genotypes. *Crop Sci.* 42:1556-1563.
8. Emam, Y. 2001. Sensitivity of grain yield components to plant population density in non-prolific maize (*Zea mays*) hybrids. *Indian J. Agric. Sci.* 71:367-370.
9. Farnham, D.E. 2001. Row spacing, plant density and hybrid effects on corn grain yield and moisture. *Agron. J.* 93:1049-1053.
10. Hallaure, A.R., and Russell, W.A. 1960. Effects of selected weather factors on grain moisture reduction from silking to physiologic maturity in corn. *Agron. J.* 74:225-229.
11. Hashemi Dezfouli, A., and Herbert, S.J. 1992. Intensifying plant density response of corn with artificial shade. *Agron. J.* 84: 547-551.
12. Kogbe, J.O.S., and Adediran, J.A. 2003. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium application on the yield of maize in the savanna zone of Nigeria. *African J. Bio.* 2:345-349.
13. Louis, D., Prioul, J., and Dugue, M. 1992. Source-sink manipulation and carbohydrate metabolism in maize. *Crop Sci.* 32:751-756.
14. Norwood, C.A. 2001. Dryland corn in western Kansas: effects of hybrid maturity, planting date and plant population. *Agron. J.* 93:540-547.
15. Pawon, W., and Camberato, J.J. 1995. Altering source-sink relationship in prolific maize hybrids: consequences for nitrogen uptake and remobilization. *Crop Sci.* 35:836-845.
16. Polito, T.A., and Voss, R.D. 1991. Corn yield response to varied producer controlled factors and weather in high yield environments. *J. Prod. Agric.* 4:51-57.
17. Ryle, J.A., and Hesketh, J.D. 1969. Carbon dioxide uptake in nitrogen deficient plants. *Crop Sci.* 9:451-454.
18. Torbert, H.A., Potter, K.N., and Morrison Jr., J.E. 2001. Tillage system, fertilizer nitrogen rate, and timing effect on corn yields in the Texas Blackland Prairie. *Agron. J.* 93:1119-1124.
19. Widdicombe, W.D., and Thelen, K.D. 2002. Row width and plant density effects on corn grain production in the Northern Corn Belt. *Agron. J.* 94: 1020-1023.



## **Effects of plant densities, different levels of nitrogen and potash on grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L.)**

**Gh.A. Akbari<sup>1</sup>, D. Mazaheri<sup>2</sup> and A. Mokhtassi Bidgoli<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Assistant Prof., Aboureihan Campus, University of Tehran, <sup>2</sup>Professor, Agriculture faculty, University of Tehran, <sup>3</sup>Former Graduate Student, Dept. of Agronomy, Science and Research Campus, Islamic Azad University

---

---

### **Abstract**

A field study was conducted at Aboureihan research farm of Tehran University in 2000 to find out the effects of plant densities, different levels of nitrogen and potash on grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). A split plot design with four replications was used in which the plant densities (6.5, 7.5 & 8.5 plants/m<sup>2</sup>) were the main plots. Each main plot was sub-divided into 9 sub-plots to accommodate the other treatments i.e N<sub>100</sub>K<sub>0</sub>, N<sub>150</sub>K<sub>0</sub>, N<sub>200</sub>K<sub>0</sub>, N<sub>100</sub>K<sub>50</sub>, N<sub>100</sub>K<sub>100</sub>, N<sub>100</sub>K<sub>150</sub>, N<sub>150</sub>K<sub>50</sub>, N<sub>150</sub>K<sub>100</sub>, and N<sub>150</sub>K<sub>150</sub>. The results indicated that plant densities had a significant effect on grain yield, number of grain per ear and hundred seed weights. The maximum grain yield (14724 kg/ha) was obtained in 7.5 plants/m<sup>2</sup>. Different levels of nitrogen and potash had significant effect on grain yield, hundred seed weight and number of seeds per ear. However, there was no significant effect on number of row per ear and ear length. Results also showed that by applying N<sub>150</sub>K<sub>100</sub>, maximum grain yield, number of grain per ear and weight of 100 seeds can be obtained. It was concluded that treatment of N<sub>150</sub>K<sub>100</sub>, could increase yield and yield components of maize and also applying nitrogen without potash decreased the yield and yield components of maize.

**Keywords:** Maize; Plant density; Nitrogen and potash fertilizers; Grain yield