

## تأثیر نیتروژن و تراکم بوته بر ظرفیت فتوستتزی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه ذرت رقم *Mv500* در کشت تابستانه

نرگس دولتمند شهری<sup>۱</sup> و ایرج طهماسبی<sup>۲\*</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۲۶)

### چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تأثیر مقادیر کود نیتروژن و تراکم بوته، بر ظرفیت فتوستتزی (شاخص سطح برگ، تعداد برگ و محتوای کلروفیل)، اجزای عملکرد و عملکرد ذرت به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کشت تابستانه در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان واقع در روستای دوشان اجرا گردید. کود نیتروژن در سه سطح (۱۱۵، ۱۸۴ و ۲۵۳ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) به کرت‌های اصلی و تراکم بوته در چهار سطح (۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ بوته در مترمربع) به کرت‌های فرعی اختصاص داده شدند. نتایج آزمایش نشان داد که افزایش کود نیتروژن و تراکم بوته تأثیری بر تعداد برگ نداشت ولی موجب افزایش سطح برگ و محتوای کلروفیل شد که نتیجه آن افزایش عملکرد بیولوژیک، اجزای عملکرد دانه و به تبع آن عملکرد دانه بود. بیشترین عملکرد دانه (۶۹۲۷ کیلوگرم در هکتار) از مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۱۲ بوته در مترمربع به دست آمد. افزایش نیتروژن و تراکم بوته بیش از مقادیر ذکر شده اثر معنی داری بر عملکرد دانه نداشت. بنابراین؛ به منظور صرفه‌جویی در هزینه‌های تولید محصول و جلوگیری از آلودگی محیط زیست مصرف بیش از این مقادیر نیتروژن و بذر (تراکم بوته) در منطقه آزمایش و مناطق دارای شرایط مشابه توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، کلروفیل

۱ و ۲. به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

\*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: i.tahmasebi@uok.ac.ir

**مقدمه**

با افزایش جمعیت جهان تقاضا برای تولید غذا افزایش یافته است (۳۰). ذرت یکی از مهم‌ترین غلات در ایران است (۳۲)، که دارای اهمیت فراوانی در کیفیت تغذیه و موارد مصرف بالای صنعتی می‌باشد و به‌عنوان یک محصول راهبردی در سطح جهان مطرح است (۲۱). در سال ۲۰۱۳ میلادی ذرت از نظر سطح زیر کشت بعد از گندم دومین و از نظر تولید اولین غله در جهان بوده است (۱۴) ولی در ایران ذرت پس از گندم، جو و برنج از نظر سطح برداشت و تولید مقام چهارم را دارا می‌باشد. در سال زراعی ۹۳ - ۱۳۹۲ سطح زیرکشت این محصول در استان کردستان ۳۰۳۴ هکتار و تولید آن ۲۲۷۵۴ تن بوده است (۲۸). نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی محدود کننده عملکرد برای تولید گیاهان زراعی می‌باشد (۱۳) که به‌طور مستقیم با تأثیر بر اکثر فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه از جمله، فتوسنتز (۴۱)، هدایت روزنه‌ای (۴۰) و پتانسیل آبی گیاه (۹) موجب بهبود رشد و نمو گیاه و افزایش عملکرد می‌شود. تأثیر مثبت مصرف کود نیتروژن بر عملکرد گیاه در بسیاری از آزمایش‌ها ثابت شده است (۶ و ۱۳). تأمین نیتروژن کافی با کاهش محدودیت منبع فتوسنتزی و تحت تأثیر قرار دادن تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه عملکرد ذرت را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۰).

افزایش راندمان تولید محصول از طریق جذب و استفاده از عناصر غذایی، مستلزم آن است که فرآیندهای مؤثر در جذب، انتقال، آسمیلاسیون و توزیع عناصر در گیاه به‌طور فعال و هماهنگ عمل نماید (۴۳). محققان بیان نموده‌اند که تراکم بوته اثر مهمی بر توزیع ماده خشک بین مخازن رویشی و زایشی گیاه دارد، به‌طوری‌که در تراکم‌های بالا به‌علت کاهش مواد فتوسنتزی طی دوره گل‌دهی، عقیمی دانه و بلال افزایش می‌یابد (۴). بنابراین؛ تعیین تراکم مطلوب برای استفاده مناسب از نهاده‌هایی مانند زمین، آب، نور و مواد غذایی ضروری به‌نظر می‌رسد. تراکم بوته اجزای عملکرد و عملکرد محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۵). براساس گزارشات بزرگی و همکاران

(۱۰)، افزایش تراکم بوته از ۵۰۰۰۰ به ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، شاخص برداشت و کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی و تعداد دانه در هر بلال گردید، ولی تأثیر معنی‌داری بر تعداد ردیف دانه در بلال و وزن هزار دانه نداشت. در مطالعات علوی فاضل و همکاران (۲) نیز افزایش تراکم بوته باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و افزایش عملکرد دانه شد. محمدیان روشن و همکاران (۲۷) با مطالعه تأثیر سطوح متفاوت کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت رقم SC704، گزارش کردند که با استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با فاصله کشت ۳۵ سانتی‌متر روی ردیف، بیشترین عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در هر بلال و تعداد دانه در ردیف بلال به‌دست آمد. با توجه به قیمت بالای بذر و کودهای نیتروژنه، نیاز بالای ذرت به نیتروژن و آلودگی زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه این کودها، اجرای آزمایشاتی به‌منظور تعیین میزان بهینه مصرف کودهای نیتروژنه و تراکم بوته به‌طوری‌که موجب کاهش عملکرد و درآمد اقتصادی نشود، منطقی به‌نظر می‌رسد. بنابراین؛ هدف از آزمایش حاضر، تعیین مناسب‌ترین میزان مصرف نیتروژن و تراکم بوته به‌منظور تولید بیشترین مقدار دانه ذرت بدون آلوده‌سازی محیط زیست و صرفه‌جویی در هزینه‌های تولید در کشت تابستانه در شرایط آب و هوایی شهرستان سنندج بود.

**مواد و روش‌ها**

این آزمایش در سال ۱۳۹۰ به‌صورت اسپلینت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان واقع در روستای دوشان اجرا گردید. این محل دارای ارتفاع ۱۳۰۰ متر از سطح دریا، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۴ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۷ درجه و دو دقیقه شرقی و میانگین درجه حرارت و بارندگی سالانه به‌ترتیب ۱۳/۴ درجه سانتی‌گراد و ۴۷۱ میلی‌متر است. عامل اصلی شامل سه سطح نیتروژن از منبع کود اوره (۱۱۵)،

گل تاجی سه بوته از هر کرت با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای، از خطوط اصلی برداشت گردید. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه کلیه اجزای بوته از هم جدا و سطح برگ‌ها با دستگاه سطح برگ سنج (Li-Cor, Model 7 Li-1300; USA)، اندازه‌گیری شد. جهت سنجش رنگی‌های فتوسنتزی در زمان ظهور گل تاجی از بالاترین برگ کاملاً توسعه یافته نمونه‌برداری شد. پس از هضم توسط استون ۸۰ درصد و سانتریفوژ نمودن نمونه‌ها، مقدار جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV/VIS Lambda25) در طول موج‌های ۶۶۳/۲ و ۶۴۶/۸ نانومتر به ترتیب برای کلروفیل a و b قرائت گردید. سرانجام مقادیر رنگی‌ها برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر براساس روابط (۱، ۲ و ۳) محاسبه گردید (۲۶).

رابطه (۱)

$$\text{Chlorophyll a} = (12.25 \times A_{663.2}) - (2.79 \times A_{646.8})$$

رابطه (۲)

$$\text{Chlorophyll b} = (21.21 \times A_{646.8}) - (5.1 \times A_{663.2})$$

رابطه (۳)

$$\text{Total Chlorophyll(a+b)} = (7.15 \times A_{663.2} + 18.71 \times A_{646.8})$$

به منظور ارزیابی عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، در مرحله رسیدگی محصول و پس از حذف اثر حاشیه (ردیف‌های اول و آخر و نیم متر ابتدا و انتهای هر کرت) به اندازه یک متر طولی از چهار خط وسط هر کرت برداشت و کل بوته‌های برداشت شده پس از خشک شدن و رسیدن رطوبت دانه به ۱۴ درصد برای تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه مورد استفاده قرار گرفتند. سپس ۱۰ بوته به صورت تصادفی از هر کرت انتخاب و بلال‌های آن برای تعیین اجزای عملکرد دانه (تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن دانه در بلال و وزن هزار دانه) مورد استفاده قرار گرفتند. وزن هزار دانه با استفاده از ۴ نمونه ۵۰۰ تایی بذر از هر کرت اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت نیز با استفاده از رابطه (۴) محاسبه شد (۲۱).

رابطه (۴)

۱۸۴ و ۲۵۳ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) بود که براساس توصیه مصرف ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره توسط آزمایشگاه و ۱۵۰ کیلوگرم کمتر و ۱۵۰ کیلوگرم بیشتر با احتساب ۴۶ درصد نیتروژن خالص در کود اوره محاسبه گردید. عامل فرعی نیز شامل ۴ تراکم بوته (۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ بوته در مترمربع) بود. قبل از اجرای آزمایش نمونه‌هایی از عمق ۳۰ - ۶۰ و ۳۰ - ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین و توصیه‌های کودی توسط آزمایشگاه انجام شد (جدول ۱).

جهت تقویت و تأمین عناصر مورد نیاز براساس توصیه کودی، مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم، قبل از کشت به صورت نواری و زیر بذری بر روی ردیف‌های کاشت به خاک افزوده شد. نصف کود نیتروژن مصرفی در زمان کاشت و مابقی دو هفته قبل از ظهور گل تاجی به صورت سرک مصرف گردید. هر کرت فرعی شامل شش ردیف کاشت با فاصله ردیف ۶۵ سانتی‌متر و طول ۶ متر بود. به منظور ایجاد تراکم‌های آزمایش، بر روی خطوط کاشت، به ترتیب در فواصل ۱۱، ۱۳، ۱۵/۵ و ۱۹ سانتی‌متری سه بذر کشت و پس از سبز شدن در مرحله دو برگی تنک کردن بوته-های اضافی انجام شد. رقم ذرت کشت شده هیبرید سینگل کراس 'Mv500' از گروه متوسط‌رس تولید مجارستان بود که از شرکت فاصدک سبز کرمانشاه تهیه گردید. بذور در ۱۵ تیر ماه به صورت دستی روی پشته‌ها در عمق ۵ سانتی‌متری کشت شدند. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کشت و آبیاری‌های بعدی هر سه روز یک‌بار تا مرحله سبز شدن به صورت بارانی انجام شد. بعد از سبز شدن، آبیاری هفت روز یک‌بار و به صورت نشتی تا مرحله رسیدگی بیولوژیک ادامه یافت. علف‌های هرز مزرعه نیز تا بسته شدن کانوپی به صورت دستی وجین شدند.

در این آزمایش شاخص‌های مهم ظرفیت فتوسنتزی؛ تعداد برگ، سطح برگ و رنگی‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b و کل) اندازه‌گیری شدند. جهت سنجش سطح برگ در زمان ظهور

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (Cm)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	pH	Ec (dS/m)	کربن آلی (%)	آهن (mg/kg)	مس (mg/kg)	روی (mg/kg)
۳۰-۰	۰/۰۷	۶/۸	۲۶۰	۸/۰۵	۰/۷۰	۰/۷۰	۹/۳۸	۱/۱۳	۶/۷
۶۰-۳۰	۰/۱۰۵	۴/۷	۲۸۰	۸	۰/۸۰	۱/۰۵	۳/۴۸	۱/۱۷	۴/۵۸

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر ظرفیت فتوسنتزی ذرت رقم 'Mv500'

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	شاخص سطح برگ	میانگین مربعات		
				محتوای کلروفیل	a	b
تکرار	۲	۰/۳۶ <sup>ns</sup>	۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۲ <sup>ns</sup>
نیتروژن	۲	۲/۱۱ <sup>ns</sup>	۳/۲۸ <sup>**</sup>	۵/۹۰ <sup>**</sup>	۰/۶۴ <sup>*</sup>	۹/۷۷ <sup>**</sup>
خطای عامل اصلی	۴	۰/۴۴	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۱۲
تراکم	۳	۰/۷۷ <sup>ns</sup>	۰/۴۶ <sup>**</sup>	۰/۷۴ <sup>**</sup>	۰/۲۹ <sup>**</sup>	۱/۵۸ <sup>**</sup>
نیتروژن × تراکم	۶	۰/۵۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۰/۳۹ <sup>**</sup>	۰/۱۰ <sup>*</sup>	۰/۳۸ <sup>**</sup>
خطای عامل فرعی	۱۸	۰/۶۰	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۶
ضریب تغییرات (%)		۴/۳۸	۵/۵۹	۷/۳۶	۱۲/۷۶	۵/۳۹

<sup>ns</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

با افزایش مصرف نیتروژن شاخص سطح برگ افزایش یافت به طوری که بیشترین شاخص سطح برگ (۴/۸) از مصرف ۲۵۳ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد که در مقایسه با کمترین مقدار نیتروژن (۱۱۵ کیلوگرم در هکتار) ۲۰/۶۰ درصد سطح برگ بیشتری تولید نمود؛ هرچند که اختلاف معنی داری بین مصرف ۲۵۳ و ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار وجود نداشت (شکل ۱- الف).

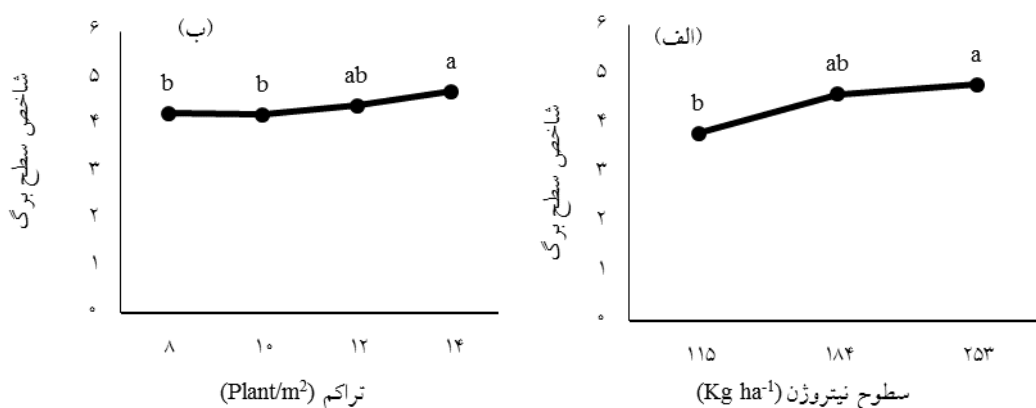
مطالعات متعددی در زمینه تأثیر مثبت نیتروژن بر شاخص سطح برگ وجود دارد (۲۴ و ۳۵) که با نتایج این پژوهش مبنی بر افزایش شاخص سطح برگ با مصرف کود نیتروژن مطابقت دارد. مقدار نیتروژن مصرفی می‌تواند از طریق افزایش چرخه‌های تقسیم سلولی و یا افزایش جریان مواد به سلول‌های نواحی رشدی باعث تولید و گسترش سطح برگ شود (۱۲). با افزایش تراکم بوته نیز شاخص سطح برگ افزایش یافت

۱۰۰ × (عملکرد بیولوژیک/عملکرد اقتصادی) = شاخص برداشت محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

### تعداد برگ و شاخص سطح برگ

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، سطوح نیتروژن، تراکم بوته و اثر متقابل این دو عامل تأثیر معنی داری بر تعداد برگ نداشت ولی شاخص سطح برگ به‌طور معنی داری ( $P < 0.01$ ) تحت تأثیر سطوح نیتروژن و تراکم بوته قرار گرفت اما اثر متقابل این دو عامل تأثیر معنی داری بر شاخص سطح برگ نداشت.



شکل ۱. اثر سطوح نیتروژن (الف) و تراکم بوته (ب) بر شاخص سطح برگ ذرت رقم 'Mv500' در زمان ظهور گل تاجی (حروف مشابه در هر شکل بیانگر عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ است).

گرم وزن تر) مربوط به مصرف ۲۵۳ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تراکم ۱۰ بوته در مترمربع بود (جدول ۳). نتایج یافته‌های پژوهشگران در مورد ذرت (۳۷) و برنج (۲) نشان‌دهنده افزایش محتوای کلروفیل برگ با مصرف کود نیتروژن بود که تأیید کننده نتایج حاصل از این بررسی است. نیتروژن بخش جدانشدنی کلروفیل می‌باشد، به طوری که هر مولکول کلروفیل دارای چهار اتم نیتروژن بوده و با افزایش جذب بیشتر نیتروژن، میزان کلروفیل در برگ نیز افزایش می‌یابد (۱۷).

#### اجزای عملکرد

نیتروژن تأثیر معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) بر تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال داشت ولی بر تعداد ردیف و وزن هزار دانه تأثیری نداشت. تراکم بوته نیز دارای تأثیر معنی‌داری بر تعداد ردیف دانه در بلال ( $P < 0.05$ ) و بقیه اجزای عملکرد ( $P < 0.01$ ) بود. ولی اثر متقابل نیتروژن × تراکم بوته بر هیچ کدام از اجزای عملکرد معنی‌دار نبود (جدول ۴).

هرچند که بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال و تعداد دانه در بلال متعلق به مصرف ۲۵۳ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود. با این وجود، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نداشت، اما نسبت به کاربرد ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب موجب افزایش

به طوری که بیشترین تراکم یعنی ۱۴ بوته در مترمربع بیشترین شاخص سطح برگ (۴/۷۲) را به خود اختصاص داد که نسبت به تراکم ۸ بوته در مترمربع سبب افزایش ۹/۹۲ درصدی شاخص سطح برگ گردید (شکل ۱-ب). نتایج یافته‌های ویلیامز (۳۹) نیز نشان می‌دهد که تعداد بوته نقش مؤثری در افزایش شاخص سطح برگ دارد. بررسی‌های لک و همکاران (۲۴) هم نشان داد که با افزایش تراکم بوته، شاخص سطح برگ افزایش یافت به نحوی که اوج شاخص سطح برگ معادل ۳/۳، ۳/۹ و ۴/۱ به ترتیب در تراکم‌های ۶، ۷/۵ و ۹ بوته در مترمربع در مرحله ابریشم‌دهی به دست آمد.

#### محتوای کلروفیل برگ

سطوح نیتروژن، تراکم بوته و اثر متقابل این دو عامل تأثیر معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) بر کلروفیل a و کلروفیل کل داشتند، همچنین کلروفیل b نیز به طور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم بوته ( $P < 0.01$ )، سطوح نیتروژن و اثر متقابل تراکم × نیتروژن ( $P < 0.05$ ) قرار گرفت (جدول ۲).

بیشترین مقدار کلروفیل a و کلروفیل کل به ترتیب با ۴/۴۲ و ۶/۱۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر متعلق به ترکیب تیماری ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۱۰ بوته در مترمربع بود (جدول ۳) ولی بیشترین مقدار کلروفیل b (۱/۹۳ میلی‌گرم بر

جدول ۳. اثر متقابل سطوح نیتروژن × تراکم بوته بر محتوای کلروفیل برگ ذرت رقم 'Mv500' در مرحله ظهور گل تاجی

کلروفیل کل	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل a	تراکم (بوته در مترمربع)	سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)
۳/۳۲ <sup>h</sup>	۱/۱۹ <sup>b</sup>	۲/۰۹ <sup>g</sup>	۸	۱۱۵
۳/۹۲ <sup>g</sup>	۱/۱۸ <sup>b</sup>	۲/۷۱ <sup>f</sup>	۱۰	
۴/۰۹ <sup>fg</sup>	۱/۲۰ <sup>b</sup>	۲/۸۵ <sup>ef</sup>	۱۲	
۳/۲۹ <sup>h</sup>	۱/۲۴ <sup>b</sup>	۲/۰۲ <sup>g</sup>	۱۴	
۴/۷ <sup>de</sup>	۱/۵۷ <sup>a</sup>	۳/۰۸ <sup>def</sup>	۸	۱۸۴
۶/۱۴ <sup>a</sup>	۱/۶۷ <sup>a</sup>	۴/۴۲ <sup>a</sup>	۱۰	
۵/۶۴ <sup>b</sup>	۱/۶۸ <sup>a</sup>	۳/۹۱ <sup>b</sup>	۱۲	
۴/۹۶ <sup>cd</sup>	۱/۱۳ <sup>b</sup>	۳/۸ <sup>bc</sup>	۱۴	
۵/۳ <sup>bc</sup>	۱/۷۷ <sup>a</sup>	۳/۴۸ <sup>bcd</sup>	۸	۲۵۳
۵/۴ <sup>bc</sup>	۱/۹۳ <sup>a</sup>	۳/۴۲ <sup>cd</sup>	۱۰	
۴/۹۵ <sup>cd</sup>	۱/۷۲ <sup>a</sup>	۳/۱۸ <sup>de</sup>	۱۲	
۴/۴۵ <sup>ef</sup>	۱/۲۰ <sup>b</sup>	۳/۲۱ <sup>de</sup>	۱۴	

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ است.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت رقم 'Mv500'

میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد ردیف	اجزای عملکرد				تعداد ردیف
			تعداد دانه	وزن	عملکرد	عملکرد شاخص	
		دانه در بلال	در ردیف	در بلال	هزار دانه	دانه	بیولوژیک برداشت
تکرار	۲	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۲/۲۳ <sup>ns</sup>	۷۳۵/۸۲ <sup>ns</sup>	۵۸۲/۷۳ <sup>ns</sup>	۰/۵۴ <sup>ns</sup>	۴۴/۹۵ <sup>ns</sup>
نیتروژن	۲	۰/۰۸ <sup>ns</sup>	۱۹/۹۱*	۴۹۹۱/۲۱*	۱۷۶۲/۷۵ <sup>ns</sup>	۶/۷۲**	۱۳/۸۵ <sup>ns</sup>
خطای عامل اصلی	۴	۰/۰۲	۲/۳۵	۴۸۸/۸۳	۳۲۹/۶۷	۰/۳۳۳	۱۲/۰۹
تراکم	۳	۰/۰۲*	۱۰/۴۲**	۲۴۶۳/۸۱**	۵۳۶۵/۷۲**	۰/۶۵**	۴/۳۹ <sup>ns</sup>
نیتروژن × تراکم	۶	۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۹۳ <sup>ns</sup>	۲۰۱/۵۳ <sup>ns</sup>	۲۲۱/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۲۷*	۶/۴۱ <sup>ns</sup>
خطای عامل فرعی	۱۸	۰/۰۰۷	۰/۵۸	۱۱۷/۶۶	۱۰۹/۵۸	۰/۱۰۲	۳/۵۷
ضریب تغییرات (%)		۰/۵۸	۲/۷۸	۲/۷۹	۷/۰۴	۵/۱۹	۳/۸۳

ns, \*, \*\* به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می باشد.

۸/۸۳ و ۹/۸۳ درصدی این صفات گردید (جدول ۵). نقش بلال توسط سایر افراد هم گزارش شده است (۳۴) که با نتایج نیتروژن در افزایش تعداد دانه در ردیف بلال و تعداد دانه در این آزمایش همخوانی دارد. کود نیتروژن می تواند با رفع

جدول ۵. مقایسه میانگین تأثیر کود نیتروژن بر شاخص سطح برگ، اجزای عملکرد دانه و عملکرد ذرت رقم 'Mr500'

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	تعداد ردیف	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در هر بلال	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
۱۱۵	۱۴/۰۵ <sup>a</sup>	۲۶/۰۲ <sup>b</sup>	۳۶۵/۸ <sup>b</sup>	۱۳۵/۴ <sup>a</sup>	۱۱۰۱۰ <sup>b</sup>	۴۸/۱۲ <sup>a</sup>
۱۸۴	۱۴/۱۵ <sup>a</sup>	۲۷/۷۶ <sup>a</sup>	۳۹۲/۹ <sup>a</sup>	۱۵۹/۲ <sup>a</sup>	۱۳۳۹۰ <sup>a</sup>	۴۹/۸۲ <sup>a</sup>
۲۵۳	۱۴/۲۲ <sup>a</sup>	۲۸/۵۴ <sup>a</sup>	۴۰۵/۷ <sup>a</sup>	۱۵۱/۴ <sup>a</sup>	۱۳۰۱۰ <sup>a</sup>	۵۰/۱۱ <sup>a</sup>

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ است.

کاهش یافتند به گونه‌ای که تراکم ۱۴ بوته در مترمربع دارای کمترین مقدار اجزای عملکرد بود (جدول ۶). دستاوردهای دیگر پژوهشگران نیز تأیید کننده این مطلب است که با افزایش تراکم بوته تعداد دانه در ردیف بلال (۲۹)، تعداد دانه در بلال (۱۰) و وزن هزار دانه (۲۹ و ۴۲) کاهش می‌یابد. برخلاف این گزارشاتی هم وجود دارد که نشان‌دهنده بی‌تأثیر بودن تراکم بوته بر تعداد دانه در بلال است (۶). با افزایش تراکم بوته و توزیع نامناسب بوته‌ها ظهور کاکل (ابریشم) در مقایسه با ظهور گل تاجی خیلی بیشتر به تعویق می‌افتد و تعداد تخمک‌های تلقیح شده (دانه) کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر ظرفیت ذخیره-سازی مخزن کاهش و نسبت گلچه‌های عقیم افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش تعداد دانه در هر بلال است (۲۹). بیشتر بودن وزن دانه‌ها در تراکم‌های پایین، می‌تواند به دلیل افزایش توان فتوسنتزی گیاه در اثر سایه‌اندازی کمتر و جذب نور بیشتر باشد (۳۳).

نتایج جدول ضرایب همبستگی بین صفات (جدول ۷) نشان می‌دهد که اجزای عملکرد همبستگی مثبت ولی غیر معنی‌داری با شاخص سطح برگ داشتند. به جز تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال هم همبستگی مثبت و معنی‌داری با کلروفیل a داشتند. کلروفیل b و کلروفیل کل نیز با کلیه اجزای عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که شاخص سطح برگ تأثیری در اجزای عملکرد نداشته ولی با توجه به تأثیر مثبت و معنی‌دار رنگیزه‌های فتوسنتزی بر بیشتر اجزای عملکرد، این رنگیزه‌ها تعیین کننده اجزای عملکرد بوده‌اند.

محدودیت‌های نیتروژنی برای ذرت موجب افزایش شاخص سطح برگ و بازده فتوسنتزی و تولیدی گیاه شود و با کاهش رقابت دانه‌ها برای عناصر غذایی، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال را افزایش دهد (۲۳ و ۳۴). نتایج این آزمایش نشان دهنده تأثیر غیر معنی‌دار کاربرد کود نیتروژن بر تعداد ردیف دانه در بلال و وزن هزار دانه بود (جدول ۵). بعضی از محققین نتایج مشابهی به دست آورده‌اند (۶ و ۲۸). از آنجا که تعداد نهایی ردیف دانه پیش از سایر اجزای عملکرد بر روی ناحیه نموی بلال تعیین می‌شود، احتمالاً در مرحله تعیین تعداد ردیف دانه در بلال رقابت چندانی بین مقصدهای فیزیولوژیک برای دریافت مواد پرورده وجود نداشته و اثر تیمارهای مورد مطالعه تغییر معنی‌داری در این صفت ایجاد نکرده است (۱۸).

با افزایش تراکم تعداد ردیف در بلال کاهش یافت، به طوری که تراکم‌های ۸ و ۱۰ بوته در مترمربع دارای بیشترین (۱۴/۱۸) بودند و تراکم ۱۴ بوته در مترمربع دارای کمترین تعداد ردیف دانه در بلال بود (جدول ۶). نتیجه به دست آمده با گزارشات محققین دیگر در این خصوص (۸) مطابقت دارد. اما اکبری و همکاران (۱) اظهار داشتند که تعداد ردیف در بلال یک صفت ژنتیکی است و تراکم بوته تأثیری بر آن ندارد. همانند تعداد ردیف دانه در بلال سایر اجزای عملکرد نیز با افزایش تراکم بوته کاهش معنی‌داری داشتند به گونه‌ای که تراکم ۸ بوته در مترمربع با ۲۸/۳۹ دانه در ردیف، ۴۰۲/۶ دانه در بلال و وزن هزار دانه ۱۷۹/۱ گرم بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داد و به تدریج با افزایش تراکم اجزای عملکرد به طور معنی‌داری

جدول ۶. مقایسه میانگین تأثیر تراکم بوته بر شاخص سطح برگ، اجزای عملکرد دانه و عملکرد ذرت رقم 'Mv500'

تراکم (بوته در مترمربع)	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بالا	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
۸	۱۴/۱۸ <sup>a</sup>	۲۸/۳۹ <sup>a</sup>	۴۰۲/۶ <sup>a</sup>	۱۷۹/۱ <sup>a</sup>	۱۱۶۶ <sup>b</sup>	۴۹/۵۲ <sup>a</sup>
۱۰	۱۴/۱۸ <sup>a</sup>	۲۸/۰۵ <sup>ab</sup>	۳۹۷/۷ <sup>a</sup>	۱۵۵/۳ <sup>b</sup>	۱۲۳۲ <sup>ab</sup>	۵۰/۰۶ <sup>a</sup>
۱۲	۱۴/۱۳ <sup>ab</sup>	۲۷/۳۶ <sup>b</sup>	۳۸۶/۸ <sup>b</sup>	۱۳۷/۹ <sup>bc</sup>	۱۲۹۶ <sup>a</sup>	۴۹/۴۲ <sup>a</sup>
۱۴	۱۴/۰۷ <sup>b</sup>	۲۵/۹۶ <sup>c</sup>	۳۶۵/۴ <sup>c</sup>	۱۲۲/۲ <sup>c</sup>	۱۲۹۳ <sup>a</sup>	۴۸/۳۹ <sup>a</sup>

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۷. ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت رقم 'Mv500'

صفات	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)	(۸)	(۹)	(۱۰)	(۱۱)
(۱)	۱										
(۲)	۰/۴۹**	۱									
(۳)	۰/۴۲*	۰/۴۲*	۱								
(۴)	۰/۵۴**	۰/۹۴**	۰/۶۹**	۱							
(۵)	۰/۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۳۴*	۱						
(۶)	۰/۲۷ <sup>ns</sup>	۰/۵۱**	۰/۵۳**	۰/۵۹**	۰/۵۳**	۱					
(۷)	۰/۲۶ <sup>ns</sup>	۰/۵۰**	۰/۵۲**	۰/۵۹**	۰/۶۴**	۰/۹۹**	۱				
(۸)	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۲۷ <sup>ns</sup>	۰/۴۳**	۰/۳۷*	۰/۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۴۸**	۰/۴۷**	۱			
(۹)	۰/۶۱**	۰/۷۵**	۰/۳۲ <sup>ns</sup>	۰/۷۱**	۰/۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۳۶*	۰/۳۶*	۰/۲۹ <sup>ns</sup>	۱		
(۱۰)	۰/۷۲**	۰/۶۶**	۰/۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۶۳**	-۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۱ <sup>ns</sup>	۰/۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۶ <sup>ns</sup>	۰/۸۹**	۱	
(۱۱)	-۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۳۹*	۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۰/۳۵*	۰/۵۵**	۰/۴۱*	۰/۴۶**	۰/۳۳*	۰/۴۷**	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۱

ns, \*, \*\*: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می باشد.

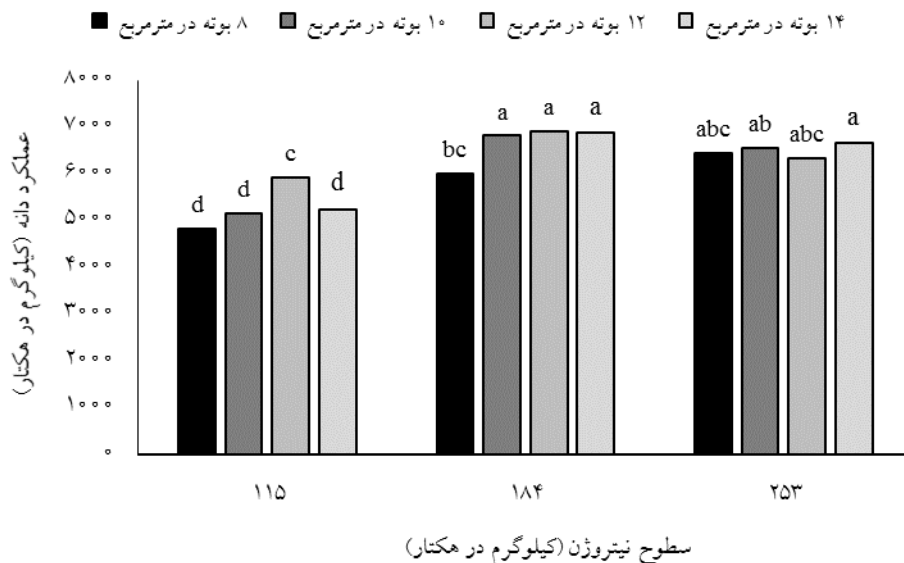
(۱) شاخص سطح برگ، (۲) کلروفیل a، (۳) کلروفیل b، (۴) کلروفیل کل، (۵) تعداد ردیف دانه در بلال، (۶) تعداد دانه در ردیف، (۷) تعداد دانه در بلال، (۸) وزن هزار دانه، (۹) عملکرد دانه، (۱۰) عملکرد بیولوژیک، (۱۱) شاخص برداشت.

### عملکرد دانه

مترمربع حاصل شد، هرچند که افزایش مصرف نیتروژن بیش از ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار و تراکم بیش از ۱۰ بوته در مترمربع تأثیر معنی داری در افزایش عملکرد دانه نداشت. علت افزایش عملکرد با افزایش مصرف نیتروژن می تواند افزایش میزان کلروفیل برگ و افزایش کربن گیری برای فتوسنتز بیشتر باشد (۳۸) که نتیجه آن افزایش تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در بلال (جدول ۵) و به تبع آن افزایش عملکرد دانه (شکل ۲)

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که عملکرد دانه به طور معنی داری ( $P < 0.01$ ) تحت تأثیر سطوح نیتروژن و تراکم بوته قرار گرفت، همچنین اثر متقابل نیتروژن × تراکم بوته نیز تأثیر معنی داری ( $P < 0.05$ ) بر عملکرد دانه داشت (جدول ۴). بیشترین مقدار عملکرد دانه (۶۹۲۷ کیلوگرم در هکتار) از سطح کودی ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۱۲ بوته در





شکل ۲. نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن × تراکم بوته بر عملکرد دانه ذرت رقم 'Mv500' (حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ است).

عملکرد بیولوژیک به طور معنی داری ( $P < 0.01$ ) تحت تأثیر تراکم بوته و سطوح کود نیتروژن قرار گرفت ولی اثر متقابل این دو عامل از نظر آماری تأثیر غیر معنی داری بر عملکرد بیولوژیک داشت (جدول ۴). با افزایش مصرف نیتروژن تا ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیولوژیک افزایش یافت و به حداکثر (۱۳۳۹۰ کیلوگرم در هکتار) رسید و مصرف بیشتر نیتروژن تأثیر معنی داری بر عملکرد بیولوژیک نداشت. افزایش مصرف نیتروژن از ۱۱۵ به ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش ۱۷/۷۷ درصدی و تا ۲۵۳ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش ۱۵/۳۷ درصدی عملکرد بیولوژیک شد (جدول ۵). بسیاری از محققین افزایش عملکرد بیولوژیک را به واسطه افزایش مصرف نیتروژن گزارش کرده اند (۶ و ۲۸)، که با نتایج این بررسی مطابق است. نیتروژن با تحت تأثیر قرار دادن اندازه و دوام سطح برگ، باعث افزایش میزان نور دریافتی، کارایی استفاده از نور و فتوسنتز گیاه زراعی می گردد که به موازات آن عملکرد بیولوژیک افزایش می یابد (۲۳).

با افزایش تراکم بوته نیز عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. بیشترین عملکرد بیولوژیک از تراکم ۱۲ بوته در مترمربع

بود. نتایج گزارشات محققین نیز نشان داد که وزن دانه و تعداد دانه در هر بلال به میزان زیادی به ذخیره نیتروژن بستگی دارد (۲۵) که با نتایج این بررسی مطابقت دارد. بنابراین، به منظور جلوگیری از آلودگی های زیست محیطی و صرفه جویی در هزینه های تولید لازم است از مصرف بیشتر بذر و کود نیتروژن خودداری شود. کمترین مقدار عملکرد دانه (۴۸۴۸ کیلوگرم در هکتار) هم از مصرف ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۸ بوته در مترمربع حاصل شد (شکل ۲).

عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی داری با شاخص سطح برگ ( $r = 0.61^{**}$ )، کلروفیل a ( $r = 0.75^{**}$ )، کلروفیل کل ( $r = 0.71^{**}$ )، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال ( $r = 0.36^{*}$ ) بود، اما با وزن هزار دانه همبستگی مثبت اما غیر معنی داری داشت (جدول ۷). با توجه به رابطه خطی بین عملکرد دانه و شاخص سطح برگ (۱۹)، می توان انتظار داشت که با افزایش شاخص سطح برگ در جامعه گیاهی و افزایش نور دریافتی، عملکرد دانه نیز افزایش یابد.

#### عملکرد بیولوژیک

(جدول ۶). بر طبق گزارشات پژوهشگران، با افزایش یا کاهش عملکرد بیولوژیک در تراکم‌های مختلف، عملکرد اقتصادی نیز به همان نسبت افزایش و یا کاهش می‌یابد و به همین دلیل، شاخص برداشت ثابت می‌ماند (۳ و ۳۶).

مطابق جدول ضرایب همبستگی شاخص برداشت، همبستگی مثبت و معنی‌داری با اجزای عملکرد و عملکرد دانه داشت (جدول ۷). بنابراین، می‌توان گفت که اجزای عملکرد و عملکرد دانه تعیین‌کننده شاخص برداشت بوده و تغییر در آنها شاخص برداشت را تغییر می‌دهد.

### نتیجه‌گیری

در این آزمایش تأثیر کود نیتروژن و تراکم بوته بر ظرفیت فتوسنتزی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت در کشت تابستانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که افزایش کود نیتروژن و تراکم بوته تأثیری بر تعداد برگ نداشت ولی موجب افزایش سطح برگ و محتوای کلروفیل برگ که از عوامل اصلی تولید مواد فتوسنتزی است، گردید که نتیجه آن افزایش عملکرد بیولوژیک، اجزای عملکرد دانه و به تبع آن عملکرد دانه بود. تراکم ۱۲ بوته در مترمربع و مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار مناسب‌ترین تراکم بوته و مقدار نیتروژن برای منطقه مورد آزمایش بود و با افزایش تراکم و افزایش مصرف کود نیتروژن عملکرد دانه افزایش معنی‌داری نداشت. بنابراین به‌منظور صرفه‌جویی در هزینه‌های تولید و جلوگیری از آلودگی محیط زیست استفاده بیشتر از مقادیر ذکر شده برای منطقه مورد آزمایش و مناطق با شرایط آب و هوایی مشابه توصیه نمی‌شود. عملکرد دانه در کشت دوم در مقایسه با کشت در تاریخ توصیه شده به‌علت استفاده کمتر از عوامل محیطی کمتر می‌باشد، اما در کشت دوم چون بعد از برداشت غلات زمستانه مانند جو زمین خالی و بدون استفاده رها می‌شود، به‌منظور جلوگیری از فرسایش خاک و همچنین افزایش درآمد کشاورزان بهتر است که از این خلاء زمانی با کشت محصولاتی مانند هیبریدهای ذرت مطابق با طول فصل رشد

به‌دست آمد، هرچند که افزایش تراکم بیش از ۱۰ بوته در مترمربع تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک نداشت. به‌طوری‌که تراکم‌های ۱۲ و ۱۴ بوته به‌ترتیب با ۱۲۹۶۰ و ۱۲۹۳۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک بودند که نسبت به تراکم ۸ بوته در مترمربع به‌ترتیب افزایش ۱۰/۰۳ و ۹/۸۲ درصدی و معنی‌داری داشتند. کمترین عملکرد بیولوژیک نیز مربوط به تراکم ۸ بوته در مترمربع (۱۱۶۶۰ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۶). با بیشتر شدن تعداد بوته در واحد سطح عملکرد بیولوژیک افزایش یافت که با یافته‌های سایر پژوهش‌ها (۷ و ۱۰) مطابقت دارد. افزایش مطلوب تراکم بوته باعث جذب بیشتر تابش خورشیدی توسط جامعه گیاهی می‌شود که می‌تواند عملکرد بیولوژیک را تحت تأثیر قرار دهد (۳۶).

با توجه به جدول ضرایب همبستگی (جدول ۷) عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص سطح برگ، کلروفیل a، کلروفیل کل و عملکرد دانه داشت. با افزایش سطح برگ و محتوای کلروفیل، کربوهیدرات بیشتری تولید می‌شود که می‌تواند موجب افزایش تولید ماده خشک و در نتیجه عملکرد بیولوژیک می‌شود (۱۶ و ۳۱).

### شاخص برداشت

سطوح نیتروژن، تراکم بوته و برهمکنش این دو عامل تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد نیتروژن در این بررسی باعث افزایش غیر معنی‌دار شاخص برداشت شد (جدول ۵)، که با یافته‌های سایر پژوهش‌ها (۳) مبنی بر بی‌تأثیر بودن کود نیتروژن بر شاخص برداشت مطابقت و با برخی دیگر مغایرت (۲۸) داشت. بی‌تأثیر بودن نیتروژن بر شاخص برداشت به این دلیل است که کاربرد نیتروژن تغییری در نحوه توزیع مواد فتوسنتزی به‌وجود نیاورده و عملکرد دانه و ماده خشک را به نسبت یکسانی افزایش داده است. با توجه به نتایج این بررسی افزایش تراکم بوته نیز تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت ایجاد نکرد

### منابع مورد استفاده

1. Akbari, GH. A., D. Mazaheri and A. Mokhtassi Bidgoli. 2005. Effects of plant densities, different levels of nitrogen and potash on grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural Science and Natural Resources* 12(5):1-9. (In Farsi).
2. Alavifazel, M., A. Naderi, Y. Emam, A. Ayeneh Band. and Sh. Lak. 2011. Analysis of traits path effective on grain yield of maize hybrid single cross 704 in irrigation-off conditions at growth stages, pattern and plant density. *Crop Physiology* 3(10): 3-19. (In Farsi).
3. Alizade, A., A. Majidi, H. Nadian, GH. Normohammadi and M. Amerian. 2007. Effect of water stress and nitrogen rates on yield and and yield components of corn (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural Science* 13(2): 427-437. (In Farsi).
4. Andrade, F. H., C. Vega, S. Uhart, A. Cirilo, M. Cantarero and O. Valentinuz. 1999. Kernel number determination in maize. *Crop Science* 39(2): 453-459.
5. Anonymous, 2015. Agricultural Statistics, Volume I: Crops of 2013-14. Ministry of Agriculture-Jahad, Tehran, Iran.
6. Arif, M., I. Amin, M. T. Jan, I. Munir, K. Nawab, N. U. Khan. and K. B. Marwat. 2010. Effect of plant population and nitrogen levels and methods of application on ear characters and yield of maize. *Pakistan Journal of Botany* 42(3): 1959-1967.
7. Azizi, F. and A. Mahrokh. 2013. Plant density effect in different planting dates on growth indices, yield and yields components of sweet corn cultivar KSC403su. *Iranian Journal of Field Crops Research* 10(4): 764-773. (In Farsi).
8. Azizi, KH., K. Mirzavand and A. R. Daraei Mofrad. 2011. Effects of plant density on the quantitative yield of different corn (*Zea mays* L.) cultivars under the climatic conditions of Khorram Abad. *Journal of Agronomy Science* 2(4): 15-22. (In Farsi).
9. Bahavar N., A. Ebadi, A. Tobeh and S. H. Jamati Somarin. 2009. Effects of nitrogen application on growth of irrigated chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress in hydroponics conditions. *Research Journal of Environmental Science* 3(4): 448-455.
10. Bozorgi, H. R., H. Ziaei Doustan, S. M. Sadeghi, A. Khesavarz, A. Faraji, F. Tarighi. and E. Azarpour. 2011. Study effect of plant density and nitrogen fertilizer on yield and yiled components of maize (Cultivar, SC704). *World Applied Sciences Journal* 13 (1): 147-151.
11. Eizadi, M. H. and Y. Emam. 2010. Effect of planting pattern, plant density and nitrogen levels on grain yield and yield components of maize cv. SC704. *Iranian Journal of Crop Science* 12(3): 239-251. (In Farsi).
12. Evans, J. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationship in leaves of C3 plants. *Ecologia* 78: 9-19.
13. Fageria, N. K. 2009. The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC Press, New York.
14. FAO. 2013. Agricultural production statistics. 2013. Available online at: <http://faostat3.fao.org/compare/E>.
15. Farnham, D. E. 2001. Row spacing, plant density and hybrid effects on corn yield and moisture. *Agronomy Journal* 93(5):1049-1053.
16. Ghosh, P. K., K. K. Ajay, M. C., Bandyopadhyay, K. G. Manna, A. K. Mandal and K. M. Hati. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. *Bioresource Technology* 95: 85-93.
17. Guler, S., H. Hayriye Ibrici and G. Buyuk. 2006. Effects of different nitrogen rates on yield and leaf nutrient contents of drip-fertigated and greenhouse-grown cucumber. *Asian Journal of Plant Science* 5(4): 657-662.
18. Hanway, J. J. 1992. How a corn plant develops? Iowa Cooperative Extension Service. Special Report No.48. Ames, Iowa.
19. Iremiren, G. O. and G. M. Milborn. 1980. Effects of plant density on ear barrenness in maize. *Experiment Agriculture* 16: 321-326.
20. Jafartayari, D., M. Naderidarbahghsahi and H. Javanmard. 2012. Source limitation, nitrogen topdressing and seed yield relationship in different cultivars of maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Agriculture Science* 2(5): 408-413.
21. Khajehpour, M. R. 2010. Principles and Fundamentals of Crop Production. Iranian Academic Center for Education, Culture and Research, Isfahan. (In Farsi).
22. Komeyli, H. M., H. Rashed mahsel, M. Ghodsi and A. Zare Feyz Abadi. 2006. Evaluation of drought tolerance of new wheat genotypes under water stress conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research* 4(2): 301-310. (In Farsi).

23. Lak, SH., A. Naderi, S. A. Siadat, A. Ayenehband and GH. Normohamadi. 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 Crop Science* 8(2): 153-170. (In Farsi).
24. Lak, Sh., A. Mdhaj, M. Alavi fazel, M. Majd and M. Gohari. 2010. Effects of water stress, nitrogen and plant density on growth characteristics of maize hybrid SC704 in Khuzestan-R. *Crop Physiology Journal* 2(2): 45-66. (In Farsi).
25. Lemcoff, j. H. and H. Lommiss. 1986. Nitrogen influences on yield determination in maize. *Crop Science* 26(5): 1017-1022.
26. Lichtenthaler, H. K. and A. R. Wellburn. 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls A and B of leaf in different solvents. *Biochemical Society Transactions* 11(5): 591-592.
27. Mohammadian Roshan, N., S. M. Sadeghi, E. Azarpour, H. R. Bozorgi and M. Moradi. 2010. Study effect of different levels of nitrogen fertilizer and planting density on yield and yield components of corn cultivar SC704. In: Proceeding of the 11<sup>th</sup> Iranian Crop Science Congress. Tehran, Iran. pp. 2758-2761.
28. Moraditochae, M., M. K. Motamed, E. Azarpour, R. Khosravi Danesh, and H. R Bozorgi. 2012. Effects of nitrogen fertilizer and plant density management in corn farming. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science* 7(2): 133-137.
29. Saberi, A., M. T. Faizbakhsh, H. Mokhtarpoor, A. Msavat and M. Askar. 2010. Effect of plant density and planting pattern on grain yield and yield components in grain maize cv. KSC704. *Seed and Plant production Journal* 26(2): 123-136. (In Farsi).
30. Say, S. M. and Y. Erdogan. 2011. Energy use pattern of first crop maize production: Case study for Cukurova region in a sample farm. *Journal of Food Agricultural and Environment* 9(2): 309-312.
31. Sepehri, A., S. A. Modares Sanavi, B. Gharehyazi. and Y. Yamini. 2002. Effect of water deficit and different nitrogen rates on growth and development stages, yield and yield component of maize (*Zea mays* L.). *Journal of Crop Sciences* 4(3): 184-200. (In Farsi).
32. Seyed Sharifi, R. and K. Khavazi. 2011. Effects of seed priming with plant growth promotion rhizobacteria (PGRP) on yield and yield attribute of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 9(3,4): 496-500. (In Farsi).
33. Shakarami, G. and M. Rafiee. 2009. Response of Corn (*Zea mays* L.) to planting pattern density and in Iran. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environment Science* 5(1): 69-73.
34. Taghizadeh, R. and R. Seyed sharifi. 2011. Effect of nitrogen fertilizer on yield attributes and nitrogen use efficiency in corn cultivars. *Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)* 15(57): 209-217. (In Farsi).
35. Tarighaleslami, M., R. Zarghami, M. Mashhadi Akbar Bojar and M. Oveisi. 2012. Effect of Nitrogen fertilizer and Water Deficit Stress on Physiological indices of corn (*Zea mays* L.). *Journal of Agronomy and Plant Breeding* 8(1): 161-174. (In Farsi).
36. Torabi Jafroudi, A. A. Hassanzadeh and A. Fayaz Moghaddam. 2007. Effects of plant population on some morphophysiological characteristics of two common bean (*Phaseolous vulgaris* L.) cultivars. *Journal of Pajouhesh-va- Sazandegi Journal* 20(1): 63-71. (In Farsi).
37. Varvel, G. E., J. S. Schepersand and D. D. Francis. 1997. Ability for in season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. *Soil Sciences Society of America Journal* 61: 1233-1239.
38. Walker, A. J. 2001. The effects of soil fertilizer, nitrogen and moisture on yield, oil and protein of flaxseed. *Field Crops Research* 932: 101-114.
39. Williams, M. M. 2012. Agronomics and economics of plant population density on processing sweet corn. *Field Crops Research* 128: 55-61.
40. Wu, F. Z., W. K. Bao, F. L. Li and N. Wu. 2008. Effects of water stress and nitrogen supply on leaf gas exchange and fluorescence parameters of *Sophora davidii* seedling. *Photosynthetica* 46(1): 40-48.
41. Xu, Z. Z. and G. S. Zhou. 2006. Nitrogen metabolism and photosynthesis in *Leymus chinensis* in response to long-term soil drought. *Journal of Plant Growth Regulation* 25:252-266.
42. Zandi P., M. Naderidarbaghshahi and A. Soleimani. 2012. Investigation the effect of plant density on forage yield of new corn Hybrids. *International Journal of Agronomy and Plant Production* 3 (12): 625-629.
43. Zebarth, B. J. and R. W. Sheard. 1992. Influence of rate and timing of nitrogen fertilization application on yield and quality of hard red winter wheat. *Canadian Journal of Plant Science* 72(1):13-19.

## Effect of Nitrogen and Plant Density on Photosynthetic Capacity, Yield Components and Seed Yield of Corn Cultivar 'Mv500' in Summer Planting

N. Dolatmand Shahri<sup>1</sup> and I. Tahmasebi<sup>2\*</sup>

(Received: August 13-2016; Accepted: October 17-2016)

### Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of nitrogen fertilizer and plant density on the photosynthetic attributes (leaf area index, the number of leaves and the chlorophyll contents), yield components and yield of maize. The experiment was laid out as split plot based on a randomized complete block design with three replications in summer 2011 at Agricultural Research Station of Kurdistan University, Sanandaj, Iran. Nitrogen fertilizer at three levels (115, 184 and 253 kg ha<sup>-1</sup>) was assigned to main plots and plant density with four levels (8, 10, 12 and 14 plants m<sup>-2</sup>) to subplots. Results showed that increasing the nitrogen fertilizer and plant density did not affect the number of leaves, but increased leaf area and chlorophyll content. Thus, biological yield, yield components and, consequently, seed yield were increased. The highest grain yield (6927 kg ha<sup>-1</sup>) was obtained from 184 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen and 12 plants m<sup>-2</sup>. Further increasing of the nitrogen and plant density did not increase the seed yield significantly. It could be concluded, therefore, that seeding this maize genotype at plant densities greater than 12 plants m<sup>-2</sup> and application of N at rates greater than 184 Kg ha<sup>-1</sup> at conditions similar to the Sanandaj is not recommended, at least from an environmental stand points.

**Keywords:** Biological yield, Chlorophyll, Harvest index, Leaf area index

---

1, 2. Graduate MSc. Student and Assistant Professor, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Kurdistan University, Sanandaj, Iran.

\*. Corresponding Author, Email: i.tahmasebi@uok.ac.ir