دو فصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی
دوره دهم، شماره اول، بهار و تابستان 99

اثرات تراکم بوته و مقادیر متفاوت نیتروژن بر تغییرات انتقال مجدد در عملکرد ذرت دانه‌ای(*Zea mays* L.) هیبرید سینگل کراس 704

ماندانا ستوده[1]، مجتبی علوی‌فاضل [2*]

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
2- دانشیار، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

* **مسئولمکاتبات: پست الکترونیکی:** Mojtaba_alavifazel @yahoo.com

(تاریخ دریافت: 4 مهر ماه 1399; تاریخ پذیرش 9 آبان ماه 1399)

چکیده

به‌منظور بررسی نقش تغییرات انتقال مجدد در عملکرد ذرت دانه‌ای در تراکم‌ها و مقادیر متفاوت نیتروژن این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی سال زراعی 95-1394 در شهر رامهرمز واقع در جنوب غرب ایران انجام شد. فاکتور تراکم بوته شامل هشت، 10 و 12 بوته در مترمربع و فاکتور مقادیر نیتروژن شامل کاربرد 50 ،100 ،150 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره (46 درصد) بود. نتایج نشان داد که تغییر تراکم بوته و مقدار نیتروژن اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، میزان انتقال مجدد، سهم انتقال مجدد و فتوسنتز جاری داشت. بیشترین عملکرد دانه (8090/4 کیلوگرم در هکتار) به تراکم هشت بوته در مترمربع و کمترین (6480/1 کیلوگرم در هکتار) به تراکم 12 بوته در مترمربع اختصاص یافت. بیشترین عملکرد دانه (8650/7 کیلوگرم در هکتار) از تیمار 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و کمترین (6160/7 کیلوگرم در هکتار) از تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به دست آمد. بیشترین میزان انتقال مجدد و میزان و سهم فتوسنتز جاری از تراکم هشت بوته در مترمربع و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. به‌طورکلی نتایج آزمایش نشان داد که مصرف 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در تراکم هشت بوته در مترمربع می‌تواند موجب افزایش 46 درصدی عملکرد دانه در مقایسه با مصرف 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تراکم 12 بوته در مترمربع و بهبود تولید ذرت شود.

واژه‌های کلیدی: انتقال مجدد، تراکم بوته، ذرت، عملکرد دانه، نیتروژن

مقدمه

ذرت بانام علمی (*Zea mays* L.) یکی از غلات گرمسیری و از خانواده گندمیان (گرامینه) متعلق به گیاهان تک‌لپه می‌باشد. ذرت پر محصول‌ترین غله‌ی دنیا به‌حساب می‌آید و به دلیل اهمیت بالایی که در تغذیه انسان و دام داشته و سازگاری گسترده‌ای نیز با مناطق آب و هوایی معتدل و گرمسیری دارد، یکی از گیاهان زراعی راهبردی محسوب می‌شود (23). عملکرد دانه در غلات تابع سه منبع کربوهیدرات می-باشد: فتوسنتز جاری، انتقال اسمیلات‌های ذخیره‌شده قبل از گلدهی به دانه و اسیمیلات‌های ذخیره‌شده موقت در ساقه بعد از گلدهی. ذخایر موجود در اندام‌های گیاهی، در مرحله پر شدن دانه که فتوسنتز جاری قادر به تأمین همه نیاز مخزن نیست، می‌توان مجدداً طی فرآیند انتقال مجدد به دانه منتقل گردند (2). یکی از عوامل مهم در افزایش تولیدات کشاورزی همسو با عملیات بهنژادی و بهزراعی، مدیریت بهینه مصرف کودهای شیمیایی است. یکی از این عناصر مهم نیتروژن است که به‌صورت کود شیمیایی در سطح وسیع مورداستفاده اکثر گیاهان قرار می‌گیرد. به‌طوری‌که کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی عملکرد کمی و کیفی گیاهان را محدود می‌کند (20). مهبول‌آلام و همکاران (11)، در ارقام مختلف ذرت گزارش نمودند با افزایش میزان نیتروژن از صفرتا 90 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه همگام با افزایش عملکرد دانه در واحد سطح و عملکرد دانه هر بوته افزایش یافت. طی آزمایشی که مدحج و همکاران (5) به‌منظور بررسی اثر نیتروژن بر توزیع مجدد، فتوسنتز جاری، سهم توزیع مجدد و سهم فتوسنتز جاری انجام داد به این نتایج دست یافتند که اثر نیتروژن بر روی صفات فوق معنی‌دار بود.

یکی دیگر از فاکتورهای بسیار مهم در عملکرد گیاهان زراعی تعیین تراکم بهینه است. تراکم مطلوب برای دستیابی به حداکثر عملکرد به ویژگی‌های ژنتیکی هیبرید، هدف تولید و همچنین آب و عناصر غذایی قابل‌استفاده بستگی دارد ولی یک اصل کلی آن است که اگر از تعداد بوته مناسب در واحد زمین بهره‌برداری نشود درواقع از پتانسیل موجود بهره لازم برده نشده است. اگر تراکم بیش از مقدار مطلوب باشد، رقابت برای استفاده از عوامل محیطی موجود کاهش قابل‌ملاحظه‌ای را در هر یک از اجزای گیاه و درنهایت عملکرد دانه به وجود می‌آورد برای دستیابی به جذب حداکثر تابش خورشیدی باید سطح زمین از سطح برگ کافی که دارای یکنواختی توزیع است، پوشیده شود که این هدف با تغییر تراکم و توزیع بوته‌ها حاصل می‌شود (1). محققان بیان نمودند که تراکم بوته اثر مهمی بر توزیع ماده خشک بین مخازن رویشی و زایشی گیاه دارد، به‌طوری‌که در تراکم‌های بالا به علت کاهش مواد فتوسنتزی طی دوره گلدهی، عقیمی دانه و بلال افزایش می‌یابد (7). علوی فاضل و همکاران (3) در ذرت گزارش کردند افزایش تراکم بوته در واحد سطح با افزایش شاخص سطح برگ و استفاده بهتر از منابع تولید به‌ویژه نور، عملکرد بیولوژیکی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد و عملکرد دانه در واحد سطح نیز با همبستگی بالا و استفاده از مواد فتوسنتزی بیشتر افزایش معنی‌داری با افزایش تراکم داشت. لوپز و همکاران (10) بیان

کردند که استفاده از تراکم‌های خیلی زیاد در آفتابگردان، فتوسنتز جاری را کاهش و وابستگی عملکرد دانه به مواد ذخیره‌شده در بخش‌های رویشی را افزایش داد. در تراکم‌های زیاد به دلیل رقابت بالا بین گیاهان و سایه‌اندازی زیاد بوته‌های مجاور بر روی یکدیگر، پیری و زرد شدن برگ‌ها و به‌ویژه برگ‌های پایینی را تسریع و این مسئله موجب کاهش معنی‌دار در میزان فتوسنتز جاری‌شده و درنتیجه آن افزایش سهم توزیع مجدد گردید.

در سال‌های اخیر سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در استان خوزستان به‌شدت در حال افزایش است و با توجه به این‌که توان تولید ذرت در هر منطقه به علت شرایط متفاوت محیطی تغییر خواهد کرد، و با تغییر توان تولید نیاز نیتروژن نیز متفاوت خواهد بود. بنابراین در تحقیق حاضر اثر تراکم بوته و مقدار نیتروژن بر عملکرد دانه و انتقال مجدد ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس 704 در منطقه رامهرمز به مرحله اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی 95-1394 در شهرستان رامهرمز واقع در جنوب غربی ایران با طول جغرافیایی 49 درجه و 37 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 31 درجه و 16 دقیقه شمالی و ارتفاع 160 متری از سطح دریا اجرا شد. قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه در عمق 30-0 سانتی‌متر نمونه-برداری شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول 1). این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل تراکم در سه تعداد بوته هشت، 10، 12 بوته در مترمربع که برای دستیابی به تراکم‌های ذکرشده به ترتیب فاصله بوته روی ردیف 16/66، 13/33، 11/11 سانتی‌متر بافاصله بین ردیف 75 سانتی‌متر در نظر گرفته شد و مقادیر مصرف نیتروژن خالص (کود نیتروژن از منبع اوره 46%) در سه سطح 50 ،100 ،150 کیلوگرم در هکتار بود. این آزمایش دارای سه تکرار و هر تکرار شامل نه کرت آزمایشی بود. هر کرت شامل شش خط به طول پنج‌متر و فاصله بین هر یک از کرت‌ها 1/5 متر و فاصله هر یک از تکرارها دو متر در نظر گرفته شد.

جدول 1- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر)	درصد اشباع	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	واکنش گل اشباع	نیتروژن قابل‌جذب (پی پی‌ام)	فسفر قابل جذب (پی پی‌ام)	پتاسیم قابل جذب (پی پی‌ام)	ذرات تشکیل‌دهنده خاک (درصد)			بافت خاک
							شن	رس	لای	
30-0	48	3/5	7/5	7/1	9/5	181	6	52	42	رسی لومی

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم با گاوآهن برگردان دار و تکمیل آن با دیسک دوطرفه عمود برهم و عملیات تسطیح با ماله و سپس توسط فاروئر شیارهایی به فاصله 75 سانتی‌متر ایجاد شد. کود پایه بکار برده شده در مزرعه شامل: 90 کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات‌تریپل و 100 کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم اعمال شد. میزان کود نیتروژن از منبع اوره بر اساس آزمون خاک محاسبه و50 درصد به‌صورت قبل از کاشت (پایه) و 50 درصد آن در مراحل رویشی (پنج و شش برگی) به‌صورت سرک مصرف گردید. بذور قبل از کشت به‌وسیله قارچ‌کش کربوکسین تیرام ضدعفونی شدند. کاشت بذر به‌صورت دستی روی پشته‌ها در عمق چهار سانتی‌متری خاک کمی بالاتر از داغاب انجام گردید. اولین آبیاری یک روز بعد از کشت انجام شد. گیاهچه‌های ذرت در مرحله شش برگی کامل، تنک شدند. کنترل علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی انجام شد. در پایان دوره رشد نیز عملکرد دانه و وزن خشک اندام‌های رویشی (تفاضل عملکرد ماده‌ی خشک کل و عملکرد دانه) محاسبه و با استفاده از روابط، صفات مربوط به میزان انتقال مجدد و میزان فتوسنتز جاری محاسبه شد (17).

رابطه 1: وزن خشک اندام‌های رویشی- حداکثر عملکرد ماده خشک اندام‌های رویشی (گرم در مترمربع) = میزان انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای

رابطه 2:
$$\text{سهم انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای} = \frac{\text{میزان انتقال مجدد (گرم در مترمربع)}}{\text{عملکرد دانه (گرم در مترمربع)}} \times ۱۰۰$$

رابطه 3:میزان انتقال مجدد (گرم در مترمربع) - عملکرد دانه (گرم در مترمربع) = میزان فتوسنتز جاری(گرم در مترمربع)

رابطه 4: سهم انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای- 100 = سهم فتوسنتز جاری (درصد)

تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال خطای پنج درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

میزان انتقال مجدد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که میزان انتقال مجدد تحت اثر تراکم بوته و کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش تراکم بوته و کود نیتروژن بر میزان انتقال مجدد در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول 2). بررسی برهمکنش فاکتورها نشان داد که بیش‌ترین میزان انتقال مجدد به تیمار تراکم هشت بوته در مترمربع و 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (151/3 گرم در مترمربع) و کم‌ترین میزان انتقال مجدد به تیمار 12 بوته در مترمربع و 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (123 گرم در مترمربع) تعلق گرفت (جدول 4). تراکم هشت بوته در مترمربع در مقادیر زیاد مصرف نیتروژن موجب افزایش قابل‌ملاحظه میزان انتقال مجدد (151/33 گرم در مترمربع) در مقایسه با سایر تیمارهای گردید. در تراکم هشت بوته در مترمربع از یک‌سو به دلیل افزایش تولید مواد

فتوسنتزی و از سوی دیگر به علت محدودیت مقصدهای فیزیولوژیکی باعث گردید که برآیند این عوامل سبب افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی و انتقال مجدد مواد خشک به دانه گردد. گزارش‌های یوهارت و آندراد (19) با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. وستگات و بویر (21) در تحقیقات خود به این نتیجه رسید که اندام‌های رویشی ذرت قادر هستند در مراحل پس از گرده‌افشانی به‌عنوان منبعی از کربوهیدرات‌های غیر ساختاری عمل کند و مقداری از این مواد به دانه‌ها منتقل شوند. به همین دلیل است که در زمان پر شدن دانه، وزن ساقه و سایر اندام‌های رویشی شروع به کاهش می‌کنند. به‌طورکلی بر اساس گزارش‌های این محققان، وزن ساقه دو تا چهار هفته پس از کاکل دهی به روند افزایشی خود ادامه می‌دهد و زمانی که‌برگ‌ها نمی‌توانند جوابگوی نیاز دانه باشند مواد ذخیره‌ای خود را به سمت دانه‌ها منتقل می‌سازد. در این تحقیق مصرف بهینه نیتروژن باعث تسریع در رشد برگ و ذخیره مواد فتوسنتزی می‌شود و در زمان پر شدن به دانه انتقال می‌یابد. در سطوح پایین نیتروژن رشد برگ‌ها به‌کندی صورت می‌گیرد و افزایش میزان انتقال مجدد میسر نمی‌شود. لک و همکاران (1) در گیاه ذرت گزارش نمودند که مصرف مقادیر بیشتر نیتروژن به لحاظ تولید سطح برگ بیشتر و افزایش مواد ذخیره‌شده در ساقه موجب افزایش میزان انتقال در مقایسه با مقادیر کمتر مصرف نیتروژن گردید که این نتایج با یافته‌های حاصل از این تحقیق مطابقت داشت.

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات موردمطالعه در ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		میزان انتقال مجدد	سهم انتقال مجدد	میزان فتوسنتز جاری	سهم فتوسنتز جاری	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی
تکرار	2	13/37^{ns}	0/07^{ns}	41^{ns}	0/09^{ns}	73/00^{ns}	797^{ns}
تراکم بوته	2	386/04**	57/41**	49851**	55/20**	59004**	16261**
نیتروژن	2	426/81**	41/32**	126301**	40/59**	141380**	63353**
تراکم * نیتروژن	4	74/04*	5/20$^{n.s}$	1141$^{n.s}$	4/28$^{n.s}$	11051**	23736**
خطای آزمایش	16	10/95	5/42	895/10	5/44	971/30	1250
ضریب تغییرات(درصد)	-	2/41	12/12	5/02	2/88	4/25	2/90

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

سهم انتقال مجدد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سهم انتقال مجدد تحت اثر تراکم بوته و کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. ولی برهمکنش تراکم بوته و کود نیتروژن بر سهم انتقال مجدد تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول 2). بیشترین سهم انتقال مجدد از تراکم 12 بوته در مترمربع (20/69 درصد) که با تراکم 10 بوته تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین سهم انتقال مجدد به تراکم هشت بوته در مترمربع (17/7 درصد) تعلق داشت (جدول 3). تراکم 12 بوته در مترمربع از طریق کاهش دوام سطح برگ و کاهش فتوسنتز جاری موجب افزایش سهم مواد ذخیره‌ای در تولید عملکرد دانه شد. همچنان لک و همکاران (4) در ذرت گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته سهم مواد ذخیره‌ای در اندام‌های رویشی به دانه به دلیل کاهش فتوسنتز جاری افزایش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. حاجی شرفی (1) در آزمایشی بیان داشت که سهم توزیع مجدد مواد ذخیره‌ای تحت تأثیر افزایش تراکم افزایش یافت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین سهم انتقال مجدد به تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (21/69 درصد) و کمترین سهم انتقال مجدد به تیمار 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (16/72 درصد) اختصاص یافت (جدول 3). به نظر می‌رسد با افزایش گسترش سطح برگ از مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی و وابستگی دانه به مواد ذخیره‌ای بخش رویشی جهت انتقال مواد در سطوح بالای نیتروژن محدود شد که با نتایج پالاتا و همکاران (15) مطابقت داشت. علوی فاضل (3) گزارش نمود حرکت مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن یا محل‌های مصرف مبتنی بر تولید مواد فتوسنتزی منبع ازیک‌طرف و ظرفیت مخزن از طرف دیگر است که در صورت عدم تعادل بین آن‌ها عملکرد کاهش می‌یابد. هنگامی‌که قدرت منبع در تولید مواد فتوسنتزی کاهش می‌یابد سهم ترکیباتی که مجدداً به حرکت درآمده و به دانه منتقل می‌شوند افزایش می‌یابد، لذا افزایش مصرف مقادیر نیتروژن نقش مهمی در بالا رفتن سهم انتقال مجدد در تأمین مواد فتوسنتزی دانه داشته است.

جدول 3- مقایسه میانگین صفات موردمطالعه در ذرت تحت تأثیر تراکم بوته و کود نیتروژن

تیمارها	میزان انتقال مجدد (گرم در مترمربع)	سهم انتقال مجدد (درصد)	میزان فتوسنتز جاری (گرم در مترمربع)	سهم فتوسنتز جاری (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)
تراکم بوته						
هشت بوته در مترمربع	143/11 a	17/70 b	666/37 a	82/29 a	8090/48 a	16450 c
10 بوته در مترمربع	138/00 b	19/09 a	603/25 b	80/90 b	7410/25 b	16880/8 b
12 بوته در مترمربع	130/11 c	20/69 a	518/07 c	79/30 b	6480/18 c	17300/11 a
نیتروژن						
50 کیلوگرم در هکتار	131/00 c	21/69 a	485/76 c	78/30 c	6160/76 c	16080/44 c
100 کیلوگرم در هکتار	135/66 b	19/08 b	580/72 b	80/91 b	7160/38 b	16800 b
150 کیلوگرم در هکتار	144/55 a	16/72 c	721/22 a	83/27 a	8650/78 a	17760 a

اعدادی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد می‌باشند.

میزان فتوسنتز جاری

نتایج جدول 2 نشان داد اثر تراکم بوته و کود نیتروژن بر میزان فتوسنتز جاری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اما برهمکنش این دو عامل بر فتوسنتز جاری تفاوت معنی‌داری نداشت. طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها بیش‌ترین فتوسنتز جاری از تراکم هشت بوته در مترمربع (666/7 گرم در مترمربع) و کمترین فتوسنتز جاری از تراکم 12 بوته در مترمربع (518/07 گرم در مترمربع) حاصل شد (جدول 3). در تراکم هشت بوته در مترمربع، بالا بودن میزان فتوسنتز جاری را می‌توان به شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ مطلوب در این تیمار نسبت داد. گیاه در تراکم مطلوب به علت فراهم بودن رطوبت و عناصر غذایی، از طریق کاهش پیری برگ‌ها موجب افزایش فتوسنتز جاری در مرحله پر شدن دانه‌ها و درنتیجه کاهش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی می‌شود (1). در تراکم‌های زیاد به دلیل رقابت بالا بین گیاهان و سایه‌اندازی زیاد بوته‌های مجاور بر روی یکدیگر، پیری و زرد شدن برگ‌ها و به‌ویژه برگ‌های پایینی را تسریع و این مسئله موجب کاهش معنی‌دار در میزان فتوسنتز جاری‌شده و درنتیجه آن افزایش سهم توزیع مجدد گردید (10). همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین فتوسنتز جاری به تیمار 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (721/22 گرم در مترمربع) و کم‌ترین فتوسنتز جاری به تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (485/76 گرم در مترمربع) اختصاص یافت (جدول 3). نیتروژن به دلیل تولید سطح برگ بیشتر و تداوم بیشتر آن از طریق ایجاد تأخیر در پیری برگ‌ها باعث افزایش میزان فتوسنتز جاری می‌شود (22). همچنین نیتروژن باعث افزایش تعداد بلال شده است درنتیجه مخازن قوی‌تری را برای دریافت مواد پرورده فتوسنتز جاری ایجاد می‌کند، به بیان دیگر تا

زمانی که مخازن قوی در گیاه وجود نداشته باشد و نیاز گیاه افزایش نیابد فتوسنتز نیز افزایش پیدا نمی‌کند که این نتایج با نتایج لک و همکاران (4) مطابقت داشت.

سهم فتوسنتز جاری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سهم فتوسنتز جاری تحت تأثیر تراکم بوته و کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اما برهمکنش تراکم بوته و کود نیتروژن بر سهم فتوسنتز جاری تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول 3)، که بیشترین سهم فتوسنتز جاری از تراکم 8 بوته در مترمربع (82/29 درصد) و کمترین سهم فتوسنتز جاری مربوط به تراکم 12 بوته در مترمربع (79/3 درصد) بود (جدول 3). بالاتر بودن وزن خشک در تراکم 12 بوته در مترمربع باعث بیشتر شدن سهم انتقال مجدد و کاهش سهم فتوسنتز جاری شد که با نتایج لک و همکاران (4) مطابقت داشت. فالی زاده و همکاران (9) در گیاه ذرت اظهار داشتند در تراکم‌های پایین به علت شرایط بهینه و عدم رقابت، فتوسنتز جاری بیشترین سهم را در وزن دانه‌های ذرت دارد به همین علت این تراکم بیشترین سهم فتوسنتز جاری را در بین سایر تراکم‌ها به خود اختصاص داد.

همچنین بیشترین سهم‌فتوسنتزجاری به تیمار 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (83/27 درصد) و کمترین سهم‌فتوسنتزجاری به تیمار 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (78/3 درصد) اختصاص یافت (جدول 3). ازآنجایی‌که میزان فتوسنتز جاری در عملکرد دانه در تمامی سطوح نیتروژن روند افزایشی داشت درنتیجه سهم فتوسنتز جاری نیز با افزایش نیتروژن افزایش یافت، زیرا با افزایش نیتروژن زیست‌توده بیشتری در گیاه تولید و سهم ذخایر بخش‌های رویشی افزایش می‌یابد و به همان نسبت سهم فتوسنتز جاری افزایش می‌یابد. همچنان حاجی شرفی (1) گزارش نمود افزایش گسترش سطح برگ و درنتیجه آن افزایش میزان فتوسنتز جاری در مقادیر بالای نیتروژن، وابستگی دانه به مواد ذخیره‌ای بخش رویشی جهت انتقال مجدد مواد در سطوح بالای نیتروژن را محدود نموده و درنتیجه سهم فتوسنتز جاری از اهمیت بیشتری در مقادیر بالای نیتروژن برخوردار بود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. علوی فاضل (3) در گیاه گندم گزارش نمود که با افزایش مقادیر نیتروژن سهم فتوسنتز جاری در عملکرد دانه افزایش و سهم انتقال مجدد کاهش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

جدول 4- مقایسه میانگین برهمکنش صفات موردمطالعه در ذرت تحت اثر تراکم بوته و کود نیتروژن

تراکم بوته	نیتروژن	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان انتقال مجدد (گرم در مترمربع)
هشت بوته در مترمربع	50 کیلوگرم در هکتار	16020/00 d	7520/26 d	137/30 bc
	100 کیلوگرم در هکتار	16200/00cd	8090/15 c	140/66 b
	150 کیلوگرم در هکتار	17130/30 b	9210/96 a	151/33 a
10 بوته در مترمربع	50 کیلوگرم در هکتار	16400/00 c	5990/15 f	132/66 c
	100 کیلوگرم در هکتار	17100/00 b	7020/63 e	136/33 bc
	150 کیلوگرم در هکتار	17160/66 b	8670/04 b	145/00 ab
12 بوته در مترمربع	50 کیلوگرم در هکتار	15830/30 ed	4980/86 g	123/00 d
	100 کیلوگرم در هکتار	17100/00 b	6370/36 e	130/00 cd
	150 کیلوگرم در هکتار	18970/00 a	8080/33 c	137/33 bc

اعدادی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه تحت اثر تراکم بوته و کود نیتروژن و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گشت (جدول 2). بیش‌ترین عملکرد دانه به تیمار هشت بوته در مترمربع و 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (9210 کیلوگرم در هکتار) و کم-ترین عملکرد دانه به تیمار تراکم 12 بوته در مترمربع و 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (4980 کیلوگرم در هکتار) تعلق گرفت (جدول 3). به‌طورکلی اثر برهمکنش تراکم بوته و کود نیتروژن مثبت بود و موجب افزایش عملکرد دانه گردید. در تراکم هشت بوته در مترمربع، عملکرد دانه در واحد سطح به دلیل افزایش تعداد بلال در واحد سطح افزایش یافت و این در حالی بود که ازلحاظ سایر عوامل به‌ویژه عنصر غذایی نیتروژن، محدودیتی وجود نداشت این نتایج با یافته‌های صادقی (18) در ذرت مطابقت داشت. فالی زاده و همکاران (9) در گیاه ذرت اظهار داشتند با افزایش تراکم بوته به علت کاهش فضای تغذیه‌ای به‌ویژه نیتروژن در اختیار گیاه و رقابت بر سر نور، عملکرد تک بوته کاهش می-یابد، بنابراین انتظار می‌رود تا سطحی از تراکم که افزایش تعداد بوته در واحد سطح زمین بتواند کاهش عملکرد در تک بوته را جبران نماید، و گیاهان بهترین استفاده از نیتروژن را به همراه داشته باشند.

نیک‌خواه‌خیبری و همکاران (13) نشان دادند که در سطح پایین و بالای تراکم بوته، عملکرد ذرت به ترتیب توسط تعداد کمتر بوته در واحد سطح و تولید بوته‌های عقیم و نازا محدود می‌شود. ازجمله عوامل مهم برای به دست آوردن حداکثر عملکرد دانه در ذرت، تعیین تراکم مناسب با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و مشخصات ارقام مورد کاشت است.

نیتروژن یکی از ترکیبات اساسی در تغذیه گیاهانی مانند ذرت است. به نظر می‌رسد در این آزمایش نیز نیتروژن از طریق افزایش سرعت رشد گیاه بر تعداد دانه تولیدی در بلال مؤثر بوده است. علاوه بر این، نیتروژن موجب فراهمی مواد پرورده برای بلال از طریق دوام فتوسنتز گردید و به دلیل کاهش رقابت دانه‌ها برای عناصر غذایی، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه افزایش یافت. ازاین‌رو، با افزایش اجزای عملکرد، عملکرد دانه نیز افزایش پیدا کرد. اویکه و همکاران (14) گزارش کردند که با مصرف 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد دانه و میزان نیتروژن دردانه ذرت افزایش می‌یابد. پالد و شنوی (16) در بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن در مقادیر صفرتا 200 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بر عملکرد دانه ذرت نتیجه گرفتند که با افزایش میزان نیتروژن، وزن بلال و دانه و درصد پروتئین دانه افزایش می‌یابد. مهبول‌آلام و همکاران (11)، در ارقام مختلف ذرت مشاهده کردند که با افزایش میزان نیتروژن از صفرتا 90 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار وزن هزار دانه همگام با افزایش عملکرد دانه در واحد سطح و عملکرد دانه هر بوته و وزن بلال افزایش یافت.

عملکرد بیولوژیکی

نتایج جدول 2 نشان داد که عملکرد بیولوژیکی تحت اثر تراکم بوته و کود نیتروژن و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی به تیمار 12 بوته در مترمربع و 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (18970 کیلوگرم در هکتار) و پایین‌ترین عملکرد بیولوژیکی به تیمار تراکم هشت بوته در مترمربع و 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (15830/30 کیلوگرم در هکتار) تعلق گرفت (جدول 3). روند تغییرات عملکرد بیولوژیکی تحت تأثیر تراکم بوته در کلیه سطوح کاربرد کود نیتروژن روند یکسانی نداشت، در سطوح بالاتر مصرف نیتروژن برخلاف پایین‌تر سطح مصرف این عنصر، با افزایش تراکم عملکرد بیولوژیکی افزایش یافت که این نتایج با یافته‌های لک و همکاران (4) مطابقت داشت.

به نظر می‌رسد در تراکم بالاتر به‌ویژه تراکم 12 بوته در مترمربع گیاه توانسته از تابش خورشید و رطوبت و حاصلخیزی خاک و دیگر عوامل مؤثر در رشد به‌خوبی استفاده کند و عملکرد بیولوژیکی را افزایش دهد. این نتایج با یافته‌های موسوی و همکاران (12) در گیاه ذرت که بیان نمودند در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش سطح برگ، میزان جذب تشعشع خورشیدی و در پی آن فتوسنتز و ماده سازی بیشتر شده و درنتیجه میزان ماده خشک افزایش‌یافته مطابقت داشت. صادقی (18) در گیاه ذرت

گزارش کرد که با افزایش بیشتر بوته در واحد سطح، کاهش وزن اندام‌ها و درنهایت بوته را جبران می-نماید و بیشترین وزن خشک بوته در بالاترین تراکم به دست می‌آید.

با توجه به اعداد به‌دست‌آمده در تیمارهای کود نیتروژن یک‌روند رشد افزایشی در عملکرد بیولوژیکی مشاهده می‌شود ازآنجایی‌که مصرف کود نیتروژن بر فعل‌وانفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش طول دوره رویش و تجمع ماده خشک بیشتر در اندام‌های هوایی و اجزای عملکرد دانه مؤثر است، بنابراین با مصرف بیشتر نیتروژن، تولید ماده خشک زیادتر شده و باعث افزایش ماده خشک نهایی در انتهای دوره رشد گردید. نتایج مطالعه برانس و عباس (8) نیز نشان می‌دهد که بالاترین میزان ماده خشک در واحد سطح از بالاترین مقدار نیتروژن به‌دست‌آمده به‌طوری‌که با افزایش سطح کود نیتروژن از صفر به 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد ماده خشک افزایش‌یافته است. پالد و شنوی (16) گزارش نمودند عملکرد بیولوژیکی در تیمار 200 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، به دلیل افزایش شاخص سطح برگ و رشد رویشی گیاه و اثر مثبت بر توسعه شاخ و برگ و عملکرد دانه در اثر مصرف نیتروژن بیشتر از سایر تیمارها بود.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد که تراکم بوته و مقدار کود نیتروژن بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی مؤثر بوده و این صفات را تحت تأثیر قرارداد. بیشترین عملکرد دانه با میانگین 8090/4 کیلوگرم در هکتار از تراکم هشت بوته در مترمربع و کمترین عملکرد دانه با میانگین 6480/1 کیلوگرم در هکتار از تراکم 12 بوته در مترمربع به دست آمد. با بیشتر شدن تراکم بوته از هشت به 12 بوته در مترمربع، عملکرد دانه به دلیل ایجاد رقابت بین بوته‌ها کاهش یافت. همچنین در این تحقیق کاربرد 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن با میانگین 8650/7 کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را موجب شد. همچنین بیشترین میزان انتقال مجدد و فتوسنتز جاری و سهم فتوسنتز جاری از تراکم هشت بوته در مترمربع و 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به دست آمد. بیشترین میزان انتقال مجدد از تراکم هشت بوته در مترمربع با میانگین 143/1 گرم در مترمربع و کمترین با میانگین 130 گرم در مترمربع از تیمار 12 بوته در مترمربع به دست آمد. در این تحقیق با افزایش مصرف مقادیر نیتروژن که منجر به تولید ماده خشک بیشتر در مرحله گلدهی شد، انتقال مجدد ماده خشک نیز بیشتر شد. به نظر می‌رسد افزایش مصرف نیتروژن در افزایش میزان فتوسنتز جاری و سهم فتوسنتز جاری مؤثر است چراکه با بیشتر شدن مقادیر نیتروژن صفات ذکرشده نیز از روند افزایشی برخوردار بودند. بنابراین، درمجموع نتایج حاصل از این تحقیق، کشت ذرت دانه‌ای با تراکم هشت بوته در مترمربع و مصرف 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد.

منابع

1-**حاجی شرفی، غ،** 1385. بررسی اثرات برگ‌زدایی و تراکم بر الگوی تجمع ماده خشک هیبرید ذرت رقم KARAJ700 در منطقه دزفول، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول. 84 صفحه

2- **سیادت، ع. ا.، مدحج، ع.، و اصفهانی، م.** 1392. غلات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. 352 صفحه.

3- **علوی فاضل، م.** 1394. ارزیابی میزان انتقال مجدد به دانه ژنوتیپ‌های گندم نان و دوروم در واکنش به مقادیر نیتروژن. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. 7(28): 17-5.

4- **لک، ش.، نادری، ا.، سیادت، ع.، آینه بند، ا.، نورمحمدی، ق. و موسوی، س. ه.** 1386. تأثیر سطوح مختلف آبیاری، نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذرت دانه‌ای در شرایط آب و هوایی خوزستان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. 11 (42): 1-14.

5- **مدحج، ع.، امام، ا.، و آینه‌بند، ا.** 1390. اثر سطوح نیتروژن بر میزان محدودیت مبدأ و الگوی توزیع مواد فتوسنتزی به دانه‌ی ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش گرمای پایان فصل، نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. 9(3): 485-474.

6- Alavifazel, M., Naderi, A., Emam, Y., Ayeneh Band, A., and Lak, SH. 2010. Analysis of traits path effective on grain yield of maize hybrid single cross704 in irrigation-off conditions at growth stages, pattern and plant density. The quarterly Academic Journal of Crop Physiology – I.A.U. Ahvaz- Summer 2011 - 10.

7-Andrade, F.H., Calvino, P., Cirilo, A., and Barbieri, P. 2013. Yield response to narrow rows depends on increased radiation interception. Agronomy of Journal. 94: 975-980.

8- Bruns, H.A., and Abbas, H.K. 2015. Ultra-high plant populations and nitrogen fertility effects on corn in the Mississippi Valley. Agron Journal. 97:1136-1140.

9- Falihzade, F., Mojadam, M., and Lack, SH. 2013. The Effect of Source-Sink Restriction and Plant Density Changes on the Role of Assimilate Remobilization in Corn Grain Yield. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5(20): 2459-2465.

10- Lopez, M., Bereny, A., HallA, J., and Trapani, N. 2014. Contribution of Preanthesis photo assimilates to grain yield: Its relationship with yield in Argentnian sunflower cultivars released between1930 to 1995. Filed Crop Research. 105:88-96.

11- Mahbubul Alam, M., Mainul Basher, M. D., Karim, A. and Rafiquel Islam, M. 2015. Effect of rate of nitrogen fertilizer and population density on the Yield and Yield attributes of maize (*Zea mays*). Pakistan Journal of Biological Sciences. 6(20):1770-1773.

12- Moosavi, S. G., Seghatoleslami, M. J., and Moazeni, A. 2012. Effect of planting date and plant density on morphological traits, LAI and forage corn (Sc. 370) yield in second cultivation. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 3 (1): 57-63.

13- Nik khah kheibari, M., Khavari Khorasani, S., and Taheri, G.H. 2014. Effects of plant density and variety on some of morphological traits, yield and yield

components of baby corn *(Zea mays* L.*)*. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 3 (10): 200-214.

14- Oikeh S.O., Itling, J.G, and Okoruwa, A.E. 2007. Nitrogen fertilizer management effects on maize grain quality in the west African moist savanna. Crop Science. 38: 1056 -1061.

15- Palata, J. A., Kobata, T., Turner, N. C., and Fillery, I. R. 2008. Remobilization of carbon and nitrojen in corn as influenced by postanthesis water deficits. Crop Science. 34: 118-124.

16- Palled, Y.B., and Shenoy, H. 2003. Effect of nitrification inhibitors and time of nitrogen application on hybrid maize. Agriculture Science Bangalore. 29: 19-20.

17- Papakosta, D. K., and Gagianas, A. A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Crop Science Society of America, Agronomy Journal. 83: 864–870.

18- Sadeghi, M. 2013. The determination of plant density on dry matter accumulation, grain yield and yield components of maize hybrids, International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5 (2): 109-114.

19- Uhart, S. A., and Andrade, F. H. 1995. Nitrogen deficiency in maize: II. Carbon-nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. Crop Science. 35: 1384-1389.

20- Weiss, E. A. 2000. Oil Seed Crops. Blackwell Science Ltd., UK.

21- Westgate, M.E., and Boyer, J.S. 2005. Carbohydrate reserves and reproductive development at low lead water potential in maize. Crop Science. 25:762-769.

22- Yang, J., Jianhua, Z., Zhiqing, W., Qingsen, Z., and Wei, W. 2001. Remobilization of carbon resewes in response to water deficit during grain filling of rice. Field Crops Research. 71: 47-55.

23- Yazdani, M., Bahmanyar, M. A., Pirdashti, H., and Esmaili, M. A. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. International Journal of Biological and Life Sciences. 1: 2-7.

Bi-Quarterly Journal of Plant Production
Vol. 10, No. 1, Spring and summer 2020

Effects of plant density and different amounts of nitrogen on remobilization changes in yield of corn (Zea mays L.) S.C. 704

Mandana Sotodeh [1], Mojtaba AlaviFazel[2*]

1- M.Sc. graduated student of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
2-Associate Prof, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

* Corresponding author:Email: Mojtaba_alavifazel @yahoo.com

(Received: 25 September 2020; Accepted: 30 October 2020)

Abstract:

To evaluate of the role of remobilization in yield of corn (S.C. 704) in conditions of change of density and nitrogen, this experiment was conducted as a factorial based on randomized complete block design with three replications in Ramhormoz city, southwest of Iran, during 2015-2016 cropping season. a factor consisted of plant density per square meter (8, 10 and 12) and another factor of pure nitrogen consumption (from 46% urea source) included 50, 100, 150 kg. ha^{-1}. The results showed that the plant density and nitrogen fertilizer significant effect on grain yield, biological, remobilization, remobilization and contribution of current photosynthesis is. The highest grain yield (8090.4 kg. ha^{-1}) of 8 plants per square meter and the lowest (6480.1 kg. ha^{-1}) were obtained from 12 plant per square meter. The highest grain yield (8650.7 kg. ha^{-1}) was obtained from 150 kg. ha^{-1} nitrogen fertilizer treatment and the lowest (6160.7 kg. ha^{-1}) was obtained from 50 kg. ha^{-1}nitrogen fertilizer treatment. Most current photosynthesis and remobilization and current photosynthesis contribution of 8 plants per square meter and 150 kg of nitrogen per hectare, respectively. Most remobilization of 8 plants per square meter (143.1 $g.m^{-2}$), respectively. Overall, the experimental results showed that consumption of 150 kg / ha of pure nitrogen at a density of eight plants per square meter could increase grain yield by 46% compared to consumption of 50 kg / ha nitrogen and a density of 12 plants per square meter and improve corn production.

Keyword: Corn, Grain yield, Nitrogen, Plant density, Remobilization