دو فصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی
دوره دوازدهم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

ارزیابی برهم‌کنش تراکم کاشت و نیتروژن بر صفات زراعی موتانت‌های برنج (*Oryza sativa* L.)

الهیار فلاح*[۱]، لیلا باقری[۲]، کیوان مهدوی ماشکی[۳]

۱- استادیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران.
۲-پژوهشگر پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، کرج، ایران
۳-استادیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران.
مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی : a.fallah@areeo.ac.ir
(تاریخ دریافت: ۲۳شهریور ماه ۱۴۰۱ ، تاریخ پذیرش: ۲۵ آذرماه ۱۴۰۱)

چکیده

تغییر تراکم کاشت، نیاز به نیتروژن را در ارقام برنج تغییر می‌دهد. جهت تعیین تاثیر تراکم کاشت و کود نیتروژن بر رشد و عملکرد موتانت‌های امید بخش، آزمایش مزرعه‌ای در معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران (آمل) در سال‌های زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ اجرا شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید که سطوح کود اوره (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان پلات اصلی و ژنوتیپ‌ها (۱۱۱۷ و ۲۱۵) و تراکم کاشت (در سه سطح ۲۵×۲۵، ۳۰×۱۳ و ۳۰×۱۸) به‌عنوان پلات فرعی در قالب فاکتوریل اجرا گردیدند. نتایج آزمون همگنی واریانس، غیریکنواختی داده‌ها را در دو سال زراعی نشان داد. نتایج سال زراعی ۱۴۰۰ نشان داد که اثر متقابل سه جانبه (نیتروژن×تراکم کاشت×لاین) برای شش صفت ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد دانه پر، پوک و کل در خوشه، و عملکرد، معنی‌دار بود. با افزایش مصرف کود اوره طول خوشه افزایش یافت. وزن هزاردانه لاین ۱۱۱۷ معادل ۲۸/۹ گرم بود ولی لاین ۲۱۵ دارای وزن هزاردانه ۲۱/۲ گرم بود. بیشترین تعداد خوشه در کپه در ترکیب تیماری لاین ۱۱۱۷ و تراکم کاشت ۳۰×۱۳ (۶۷/۷۲±۱۷/۰) حاصل شد. بهترین ترکیب تیماری برای حصول حداکثر عملکرد، مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره در تراکم کاشت ۳۰×۱۳ برای لاین ۱۱۱۷ و معادل ۶۱۴۸/۸۳±۰/۱ کیلوگرم در هکتار بود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تراکم کاشت، عملکرد برنج، نیتروژن

مقدمه

علی‌رغم آن که استفاده از کودهای شیمیایی در سه دهه گذشته موفقیت‌های چشمگیری را در افزایش محصولات کشاورزی مخصوصاً برنج داشته ولی به دلیل عدم رعایت مصرف بهینه کود و نیز عدم توجه به مسائل زیست محیطی، تداوم مصرف نامتعادل کودها اثرات تخریبی بر جای گذاشته است (۲ و ۵). در بین عناصر غذایی، نیتروژن مهم‌ترین عنصر مورد نیاز برنج بوده و کمبود آن در تمامی نقاط دنیا مشاهده می‌شود. تحقیقاتی که در ژاپن صورت گرفته نشان داده است که واکنش برنج به نیتروژن بسیار بیشتر از پتاسیم و فسفر است (۱۸). کود نیتروژنه موجب سرعت رشد، افزایش ارتفاع و یا تعداد پنجه، افزایش در اندازه برگ‌ها و درصد خوشه‌چه‌های پر شده در خوشه، سهولت تنفس، شادابی رنگ بوته و بالا رفتن مقدار پروتئین دانه می‌گردد (۱). برای تولید موفق برنج، کاشت در زمان مناسب، مدیریت مطلوب در طول مرحله رویشی، تراکم مناسب نشاکاری برای پنجه‌زنی مطلوب و کنترل رشد برگ با مصرف بهینه آب، کود و نهاده‌های شیمیایی ضروری است (۱۲ و ۱۸). یکی از عوامل مهم در مدیریت کارآمد زراعی تعیین انتخاب بهترین تراکم کاشت گیاه برای هر ژنوتیپ در دست معرفی است (۲). توسعه ارقام جدید برنج نیازمند بررسی تاثیر اثر متقابل مصرف کود نیتروژنه و تراکم کاشت بر شاخص‌های رشد لاین امید بخش می‌باشد. نیتروژن مهمترین عنصر محدود کننده رشد برنج می‌باشد و عدم جذب این عنصر در هر مرحله از رشد گیاه باعث کاهش عملکرد خواهد شد. از دیگر عوامل ضروری در جهت افزایش عملکرد برنج طراحی الگویی مناسب از نظر فاصله کاشت می‌باشد که با توجه به شرایط رشد برنج می‌تواند تاثیر قابل‌توجهی در عملکرد برنج داشته باشد (۱۲ و۱۹).

ویلار و همکاران (۱۷) دریافتند که ارقام نسبت به سطوح مصرف کود نیتروژن عکس العمل متفاوت نشان می‌دهند. هفت ژنوتیپ برنج را تحت تیمار نیتروژن، ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار قرار گرفت و نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد و دانه‌بندی، در تیمار ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. زیا (۲۰) دریافت اثر متقابل تراکم و نیتروژن، همبستگی مثبتی بر عملکرد رقم IR6 نشان داد. بررسی سوورز و همکاران (۱۴) روی سه سطح کود نیتروژن ۱۰۵، ۱۳۵ و ۱۶۵ کیلوگرم در هکتار بر یک رقم برنج هیبرید زودرس نشان داد که کاربرد ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد شد. سلیم (۱۳) گزارش کرد که مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بر رشد گیاه برنج زودرس، به طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد شد (۱۳).

نتایج تحقیقاتی نشان داد که در فواصل مختلف کاشت، با افزایش فاصله کاشت، تعداد پنجه‌ها و برگ‌ها افزایش یافت و دوره رشد بیشتر شد و همچنین تفاوت معنی‌داری در تعداد پانیکول‌ها، دانه‌ها و شاخص سطح برگ ظاهر شد. بیشترین عملکرد در فواصل بوته ۲۰×۲۰ سانتی‌متر با ۷۷۴۴/۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (۱ و ۵). همچنین، افزایش صفاتی مانند وزن هزار دانه، تعداد پنجه، تعداد خوشه، عقیمی کمتر خوشه‌ها و سرعت پر شدن دانه را با افزایش مقادیر کود نیتروژن گزارش شد (۱ و ۵). نتایج آزمایشات محققان روی دو رقم برنج در شرایط خوزستان نشان داد که برای رقم چمپا با ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژنه و فاصله کاشت ۲۲×۲۲ سانتی‌متر و برای رقم چرام ۲ با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و فاصله نشاکاری ۱۵×۱۵ سانتی‌متر، بیشترین عملکرد را به‌همراه داشت (۱۵). تراکم مطلوب یکی از عوامل بسیار مهم در دستیابی به حداکثر عملکرد و کیفیت بهتر می‌باشد که رعایت آن در مورد کلیه محصولات کشاورزی الزامی است؛ بنابراین یکی از مسائل اصلی در رابطه با کشت گیاهان زراعی انتخاب مناسب‌ترین تراکم بوته در واحد سطح می‌باشد. محققان بر این باورند که یک رابطه جبرانی بین اجزای عملکرد و تراکم بوته برنج وجود دارد (۹). کاهش فواصل

ردیف کاشت باعث پوشاندن سریعتر سطح زمین توسط برگ‌ها و کاهش تبخیر از سطح خاک، بهبود جذب مواد غذایی از خاک و جلوگیری از رشد علف‌های هرز می شود؛ همچنین محققان گزارش کرده‌اند که هرچه فاصله بین ردیف‌ها بیشتر باشد به دلیل کاهش یکنواختی در توزیع بوته‌ها، رقابت بین بوته‌ها روی یک ردیف زودتر اتفاق خواهد افتاد و جذب تشعشعات خورشیدی به حداقل می‌رسد (۷). با توجه به جدید بودن موتانت‌های برنج، تعیین نیاز نیتروژن و تراکم کاشت و اثر متقابل این دو بر روی صفات زراعی از اهداف انجام این تحقیق بوده است.

مواد و روش‌ها

جهت تعیین تاثیر تراکم کاشت و کود نیتروژن بر رشد و عملکرد موتانت‌های امید بخش، آزمایش مزرعه‌ای در معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران (آمل) در سال‌های زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ اجرا شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید که سطوح کود اوره (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان پلات اصلی و دو ژنوتیپ (۱۱۱۷ و ۲۱۵) و تراکم کاشت در سه سطح (۲۵×۲۵، ۳۰×۱۳، ۳۰×۱۸) به‌عنوان پلات فرعی در قالب فاکتوریل انجام گرفت. خزانه‌گیری نیمه اول فروردین ماه انجام شد. طول دوره رشد نشاها در خزانه سی و پنج روز بود. کود فسفات از نوع ترپیل به میزان ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار و به‌صورت پایه داده شد. کود پتاس از نوع سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار و نصف به‌صورت پایه و نصف در زمان ظهور سنبله جوان مصرف گردید. اندازه کرت ۴×۳ متر مربع بود. برای مبارزه با علف‌هرز وجین دستی و مصرف علف‌کش بوتاکلر یک هفته بعد از نشاکاری صورت گرفت. برای مبارزه با ساقه‌خوار برنج، سم دیازینون ۱۰ درصد به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار در دو مرحله رویشی و زایشی استفاده شد. در مرحله رسیدن فیزیولوژیکی صفات ارتفاع بوته، تعداد خوشه در کپه با سنجش ۴ کپه بدست آمد. صفات تعداد دانه پر و پوک در خوشه، وزن هزار دانه و طول خوشه با انتخاب ۵ خوشه به‌طور تصادفی از هر کرت انجام گردید. برداشت به میزان۵ متر مربع از وسط کرت برای به‌دست آوردن محصول نهایی با رطوبت ۱۴ درصد در هکتار صورت گرفت (۱۱). پس از جمع آوری داده‌ها و آزمون یکنواختی داده‌ها (بارتلت) بر اساس طرح تجزیه واریانس مرکب انجام گردید و مقایسه میانگین بین تیمارها با نرم‌افزار MSTATC به روش دانکن در سطح ۵٪ انجام شد (۶).

نتایج و بحث

آزمون بارتلت: آزمون همگنی واریانس (جدول ۱) نشان داد که آماره کای اسکویر برای چهار صفت تعداد خوشه در کپه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد کل دانه در خوشه و وزن هزار دانه در سطح ۵ و ۱٪ معنی‌دار است یعنی فرض همگنی واریانس برای دو سال برقرار نیست و شرط لازم برای تجزیه مرکب برای این صفات وجود ندارد. لذا چون بیشترین اثر متقابل مربوط به سال زراعی ۱۴۰۰ بود نتایج آزمایش آن در مقاله ارایه شد.

جدول ۱- آزمون یکنواختی واریانس بارتلت

صفات	ارتفاع بوته	تعداد خوشه در کپه	طول خوشه	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد کل دانه در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد
درجه آزادی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
Chi-Square	۱/۰۷^{ns}	۱۳/۸**	۳/۸^{ns}	۵/۵*	۰/۶۲^{ns}	۴۰/۳**	۱۲/۰۶**	۲/۰۷^{ns}

*، ** و ns به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح ۵ درصد، معنی‌دار در سطح ۱ درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد.

جدول (۲) تجزیه واریانس جداگانه اسپلیت پلات فاکتوریل را برای صفات زراعی اندازه گیری شده در سال زراعی ۱۴۰۰ نشان می‌دهد. اثر بلوک بر همه صفات به‌جز وزن هزار دانه معنی‌دار نبود. اثر نیتروژن یا کود اوره بر تمامی صفات به‌جز تعداد دانه پر در خوشه و وزن هزار دانه در سطح ۵ یا ۱ درصد معنی‌دار بود. همینطور اثر تراکم کاشت فقط بر صفات تعداد خوشه در کپه، تعداد دانه پر در خوشه و عملکرد در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری داشت. اثر لاین فقط بر صفت تعداد خوشه در کپه معنی‌دار نبود. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل سه جانبه برای شش صفت ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد دانه پر، پوک و کل در خوشه، و عملکرد، مقایسه میانگین این اثرات یا ترکیب تیماری در جدول (۳) آمده است.

ارتفاع بوته

در بین اثر متقابل سه‌گانه نیتروژن×تراکم کاشت و لاین، بیشترین ارتفاع بوته برای سطح ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار با تراکم کاشت ۲۵×۲۵ و برای لاین ۲۱۵ حاصل شد (۲/۱±۱۵۹/۷) و کمترین ارتفاع بوته مربوط به ترکیب تیماری لاین ۱۱۱۷، در سطح اوره ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و تراکم کاشت ۳۰×۱۳ حاصل شد (۹/۷±۱۱۷/۱سانتی‌متر) (جدول۳). یعنی افزایش مصرف کود اوره تا سطح ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش ارتفاع بوته برنج شد. ارتفاع بوته یکی از صفات زراعی مهم درگیاه برنج می‌باشد. بلند بودن ارتفاع گیاه باعث حساسیت بوته به خوابیدگی وکاهش کودپذیری می‌شود. درحالی‌که ارتفاع مناسب برای معرفی ژنوتیپ انتخابی برنج۱۳۰-۱۰۰سانتی‌متراست، ارتفاع بوته رقم طارم محلی در زمان رسیدن یا برداشت محصول معادل ۱۶۰-۱۶۵ سانتی‌متر است (۴).

جدول (۲)- تجزیه واریانس صفات ارتفاع بوته، اجزای عملکرد و عملکرد برای سال زراعی ۱۴۰۰

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد خوشه در کپه	طول خوشه	تعداددانه پر در خوشه	تعداددانه پوک در خوشه	تعدادکل دانه در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد
بلوک	۲	۱۰۱/۱^{ns}	۳/۳۹^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۹/۹^{ns}	۰/۷۸^{ns}	۸/۹^{ns}	۲/۰۲*	۹۵۱۳^{ns}
نیتروژن	۲	۳۹۸۹/۰**	۹۵/۰۸**	۳۰/۵**	۴۵/۷^{ns}	۲۳۴۱/۷**	۳۰۴۱/۱**	۱/۱۰^{ns}	۱۴۱۷۵۷۳۰**
خطای اول	۴	۹۰/۹۶	۲/۳۷	۰/۴۲	۱۰۸/۴	۱۰/۷	۹۴/۵	۰/۲۳	۹۹۸۰۹
تراکم	۲	۲۹/۰۹^{ns}	۲۱/۵**	۰/۲۶^{ns}	۲۵۵/۵**	۹/۴۸^{ns}	۱۶۸/۴^{ns}	۰/۷۸^{ns}	۶۲۲۶۵۰۰**
لاین	۱	۵۴۳/۰۸**	۱/۸۵^{ns}	۲/۱۲**	۶۸۳/۳*	۸۸۵/۷**	۳۱۲۵/۱**	۸۱۹/۷**	۵۴۹۱۲۶۶**
تراکم×لاین	۲	۶۸/۴*	۶/۲۲^{ns}	۳/۰۴**	۶۹/۰۳^{ns}	۸۰۶/۳**	۸۶۸/۱**	۲/۰۵^{ns}	۳۲۲۷۷۸^{ns}
نیتروژن×تراکم	۴	۱۴۹/۶۵**	۰/۹۰^{ns}	۴/۲۷**	۲۰۴/۸**	۲۵۶/۶**	۴۴۹/۸**	۱/۴۴^{ns}	۲۵۹۱۲۱^{ns}
نیتروژن×لاین	۲	۵۲/۲۴^{ns}	۱۳/۷۱**	۰/۱۶^{ns}	۱۸/۲۳^{ns}	۹۸/۹^{ns}	۳۲/۲^{ns}	۱/۰۹^{ns}	۶۸۱۱۲۰**
نیتروژن×تراکم×لاین	۴	۵۹/۷*	۴/۵۴^{ns}	۲/۸۹**	۲۰۰/۵**	۲۹۵/۳۹**	۴۹۸/۹**	۱/۵۹^{ns}	۷۳۹۶۱۲**
خطای دوم	۳۰	۲۰/۶	۲/۱۰	۰/۲۱	۴۰/۹	۳۹/۱۲	۵۶/۹	۱/۰۳	۱۲۸۵۰۳
کل	۵۳								
CV (%)		۳/۲۱	۱۰/۸۱	۱/۷۷	۶/۵۳	۱۷/۱	۶/۳۶	۴/۰۵	۸/۷۸

*، ** و nsبه‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح ۵ درصد، معنی‌دار در سطح ۱ درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد.

طول خوشه

در بین اثر متقابل سه گانه نیتروژن× تراکم کاشت و لاین، بیشترین طول خوشه برای لاین ۱۱۱۷ در سطح ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار با تراکم کاشت ۲۵×۲۵ و ۳۰×۱۳ حاصل شد (۲/۳±۲۸/۰ و ۴/۱±۲۸/۰سانتی‌متر) و کمترین طول خوشه مربوط به ترکیب تیماری لاین ۱۱۱۷، در سطح اوره ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و تراکم کاشت ۳۰×۱۸ حاصل شد (۴/۲±۲۳/۰سانتی‌متر) (جدول۳). موتانت H-5 دارای طول خوشه ۳۳ سانتی‌متر بود. فلاح و همکاران (۴) نتیجه گرفتند طول خوشه موتانت‌ها بین ۳۱-۲۴ سانتی‌متر متغیر بود. طول خوشه مستقیماً در محاسبه عملکرد نقش ندارد ولی به عنوان یکی از صفات ارزیابی عملکرد مورد توجه می‌باشد معمولا ارقام با طول خوشه بلندتر دارای عملکرد بالاتری می‌باشند.

تعداد دانه پر در خوشه

در بین اثر متقابل سه‌گانه نیتروژن× تراکم کاشت و لاین، بیشترین تعداد دانه پر در خوشه برای ترکیب تیماری لاین ۲۱۵× تراکم کاشت ۳۰×۱۸ و در سطح ۲۰۰ کیلوگرم اوره (۳/۸±۱۱۲/۸) حاصل شد که با ترکیب تیماری لاین ۱۱۱۷× تراکم کاشت ۳۰×۱۸در سطح اوره ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و ترکیب تیماری ۲۱۱ یعنی سطح ۲۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۲۵×۲۵ برای لاین ۱۱۱۷ و ترکیب تیماری ۳۱۲ یعنی سطح ۳۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۲۵×۲۵ برای لاین ۲۱۵ در یک گروه آماری قرار دارد (جدول ۳). کمترین تعداد دانه پر در خوشه در ترکیب تیماری ۱۳۱ یعنی

سطح ۱۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۳۰×۱۸ (۸۳/۳±۰/۳) حاصل شد که با ترکیب تیماری۲۲۱، ۲۲۲ و ۳۱۱ در یک گروه آماری قرار دارد (جدول ۳).

جدول (۳)- مقایسه میانگین اثر متقابل سه جانبه نیتروژن، تراکم کاشت و لاین (NDL) برای شش صفت زراعی

NDL	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول خوشه (سانتی‌متر)	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد کل دانه در خوشه	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
۱۱۱	۱۳۱/۶±۵/۶^{ef}	۲۶/۵±۰/۴^{cde}	۹۹/۶±۵/۷^{bc}	۳/۵±۱/۲^{g}	۱۰۳/۱±۴/۸^{fg}	۲۸۵۴/۷±۲۹/۲^{kl}
۱۱۲	۱۳۱/۶±۴/۰^{ef}	۲۵/۳±۰/۴^{ghi}	۹۸/۳±۹/۷^{bcd}	۸/۶±۲/۱^{fg}	۱۰۶/۹±۱۱/۷^{efg}	۲۶۴۵/۳±۴۲/۲^{l}
۱۲۱	۱۲۳/۵±۲/۳^{fg}	۲۶/۲±۰/۱^{def}	۹۳/۹±۰/۳^{bcde}	۳/۶±۰/۳^{g}	۹۷/۵±۰/۱^{gh}	۴۲۱۴/۰±۲۲۹/۸^{efgh}
۱۲۲	۱۱۷/۵±۶/۱^{g}	۲۴/۵±۰/۲^{i}	۹۶/۷±۰/۹^{bcd}	۸/۴±۰/۹^{fg}	۱۰۵/۱±۰/۱^{fg}	۲۹۸۰/۷±۱۲۵/۹^{kl}
۱۳۱	۱۱۷/۹±۱/۷^{g}	۲۳/۴±۰/۲^{j}	۸۳/۳±۰/۳^{e}	۴/۷±۰/۳^{g}	۸۸/۰±۰/۴^{h}	۳۷۸۴/۰±۳۶۴/۹^{ghi}
۱۳۲	۱۳۱/۰±۰/۶۵^{ef}	۲۵/۷±۰/۱^{efgh}	۱۰۴/۷±۳/۹^{abc}	۱۵/۸±۴/۳^{ef}	۱۲۰/۵±۰/۴^{cde}	۲۷۶۸/۰±۱۳۱/۶^{kl}
۲۱۱	۱۳۵/۵±۱/۵۸^{e}	۲۵/۱±۰/۱^{hi}	۱۰۰/۱±۰/۹^{abc}	۳۹/۹±۱/۷^{ab}	۱۴۰/۰±۱/۳^{ab}	۴۰۴۲/۰±۲۲۵/۲^{fgh}
۲۱۲	۱۴۰/۰±۱/۱^{de}	۲۵/۷±۰/۲^{efgh}	۱۰۴/۵±۰/۹^{abc}	۱۲/۰±۰/۴^{fg}	۱۱۶/۵±۰/۷^{def}	۳۰۷۸/۰±۱۷/۳^{jkl}
۲۲۱	۱۳۷/۰±۳/۴^{e}	۲۶/۱±۰/۶^{defg}	۸۵/۱±۳/۹^{de}	۱۰/۳±۳/۰^{fg}	۹۵/۴±۳/۶^{gh}	۴۸۹۰/۰±۳۸/۱^{bcd}
۲۲۲	۱۴۷/۵±۴/۴^{bcd}	۲۵/۵±۰/۱^{fgh}	۹۲/۵±۴/۴^{cde}	۳۵/۹±۹/۹^{abc}	۱۲۸/۴±۵/۴^{bcd}	۴۳۸۶/۰±۶۵/۸^{defg}
۲۳۱	۱۴۱/۵±۰/۶^{cde}	۲۷/۸±۰/۳^{ab}	۹۸/۰±۱/۷^{bcd}	۲۳/۳±۵/۵^{de}	۱۲۱/۳±۳/۸^{cd}	۴۵۶۲/۰±۱/۲^{cdef}
۲۳۲	۱۵۲/۰±۰/۵^{abc}	۲۶/۸±۰/۱^{cd}	۱۱۲/۸±۳/۸^{a}	۳۷/۷±۱/۷^{ab}	۱۵۰/۵±۲/۱^{a}	۳۳۲۲/۰±۱۰۰/۵^{ijk}
۳۱۱	۱۴۷/۴±۱/۲^{bcd}	۲۸/۲±۰/۳^{a}	۸۵/۳±۱/۶^{de}	۲۹/۵±۱/۳^{bcd}	۱۱۴/۸±۲/۹^{def}	۴۶۹۰/۰±۲۱/۹^{cde}
۳۱۲	۱۵۹/۷±۲/۱^{a}	۲۷/۷±۰/۱^{ab}	۱۰۳/۷±۵/۰^{abc}	۳۰/۲±۰/۸^{bcd}	۱۳۳/۹±۵/۸^{bc}	۳۶۷۰/۰±۱۲۸/۲^{hij}
۳۲۱	۱۵۴/۵±۳/۳^{ab}	۲۸/۴±۰/۱^{a}	۱۰۷/۸±۰/۵^{bcd}	۳۳/۰±۲/۴^{cd}	۱۴۰/۷±۷/۹^{ab}	۶۱۴۸/۰±۸۳/۱^{a}
۳۲۲	۱۵۸/۵±۴/۹^{a}	۲۷/۱±۰/۴^{bc}	۹۷/۲±۳/۹^{bcd}	۴۳/۵±۴/۰^{a}	۱۲۳/۸±۲/۰^{cd}	۵۴۱۸/۰±۴۵۶/۱^{b}
۳۳۱	۱۵۱/۶±۱/۴^{abc}	۲۷/۸±۰/۵^{ab}	۱۰۶/۱±۴/۸^{ab}	۸/۰±۰/۷^{fg}	۱۱۴/۱±۴/۱^{def}	۵۱۲۴/۰±۱۵۷/۰^{bc}
۳۳۲	۱۵۹/۶±۴/۶^{a}	۲۷/۸±۰/۰^{ab}	۱۰۳/۰±۴/۲^{abc}	۲۹/۵±۳/۳^{bcd}	۱۳۲/۵±۰/۹^{bc}	۴۸۴۰/۷±۴۰۸/۸^{bcde}

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ به روش دانکن است.NDV یعنی:

N۱= ۱۰۰، N۲= ۲۰۰، N۳= ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار،

D1= تراکم ۲۵×۲۵، D۲= تراکم ۳۰×۱۳، D۳= تراکم ۳۰×۱۸

L1= ۱۱۱۷، L۲= ۲۱۵

تعداد دانه پوک در خوشه

در بین اثر متقابل سه‌گانه نیتروژن× تراکم کاشت × لاین، بیشترین تعداد دانه پوک در خوشه برای ترکیب تیماری ۳۲۲ یعنی در سطح ۳۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۳۰×۱۳ و لاین ۲۱۵ (۴/۰±۴۳/۵) حاصل شد که با ترکیب تیماری ۲۲۲ (سطح ۲۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۳۰×۱۳ و لاین ۲۱۵) و ۲۳۲ (سطح ۲۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۳۰×۱۸ و لاین ۲۱۵) در یک گروه آماری قرار دارد (جدول ۳). کمترین تعداد دانه پوک در خوشه برای ترکیب تیماری ۱۲۱ یعنی در سطح ۱۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۳۰×۱۳ و لاین ۱۱۱۷(۰/۳±۳/۶) حاصل شد که با ترکیب تیماری سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۳). محققان گزارش دادند با مصرف متعادل نیتروژن، تعداد دانه پوک یا درصد عقیمی کاهش می‌یابد (۵ و ۱۵).

تعداد کل دانه در خوشه

جدول (۳) نشان داد که بیشترین تعداد کل دانه در خوشه برای ترکیب تیماری ۲۳۲ یعنی در سطح ۲۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۳۰×۱۸ و لاین ۲۱۵ (۲/۱±۱۵۰/۵) حاصل شد که با ترکیب تیماری ۲۱۱ (سطح ۲۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۲۵×۲۵ و لاین ۱۱۱۷) و ۳۲۱ (سطح ۳۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۳۰×۱۳ و لاین ۱۱۱۷) در یک گروه آماری قرار دارد (جدول ۳). کمترین تعداد کل دانه در خوشه برای ترکیب تیماری ۱۳۱ یعنی در سطح ۱۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۳۰×۱۸ و لاین ۱۱۱۷ (۰/۴±۸۸/۰) حاصل شد که با ترکیب تیماری ۱۲۱ و ۲۲۱ در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۳). نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه در خوشه، درصد دانه‌های پر در هر خوشه و مقدار پروتئین دانه برنج می‌شود (۱۷ و ۱۸).

عملکرد

جدول (۳) نشان داد که بیشترین عملکرد در هکتار برای ترکیب تیماری ۳۲۱ یعنی در سطح ۳۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۳۰×۱۳ و لاین ۱۱۱۷ (۸۳/۱±۶۱۴۸/۰) حاصل شد. کمترین عملکرد برای ترکیب تیماری ۱۱۲ یعنی در سطح ۱۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۲۵×۲۵ و لاین ۲۱۵ (۴۲/۲±۲۶۴۵/۳) حاصل شد که با ترکیب تیماری ۱۲۱ و ۲۲۱ در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۳). نیتروژن به عنوان یک عامل محدودکننده در رشد و تولید برنج محسوب می‌شود و در مرحله رشد رویشی به خصوص پنجه‌زنی و افزایش سطح سبز در گیاه نقش دارد و در مرحله زایشی نیز از طریق افزایش شیره پرورده، افزایش فتوسنتز و پر شدن دانه نقش به‌سزایی در افزایش عملکرد دارد (۱۹). عملکرد شلتوک مشخصه‌ای پیچیده بوده که هریک از اجزای عملکرد می‌توانند روی آن تاثیرگذار باشند. گراویس و هلمز (۱۰) عملکرد را به صورت حاصل اجزای عملکرد تعریف کردند که کاهش در هر یک از اجزا می‌تواند به درجات مختلف با افزایش در سایر اجزای عملکرد جبران گردد. عملکرد دانه در گیاه برنج تا حد زیادی به تعداد پنجه یا خوشه در

گیاه بستگی دارد و بین تعداد خوشه و عملکرد همبستگی مثبت وجود دارد (۱۸). فاگریا و بالیگار (۸) نتیجه گرفتند مصرف بیشتر نیتروژن باعث افزایش جذب آن در لاین‌های اصلاحی شده و در نتیجه عملکرد محصول نهایی نیز افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری نهایی

نیتروژن مهمترین عنصر محدود کننده رشد برنج می‌باشد و عدم جذب این عنصر در هر مرحله از رشد گیاه باعث کاهش عملکرد خواهد شد. افزایش مصرف کود اوره تا سطح ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش ارتفاع بوته، طول خوشه برنج شد. معمولا ارقام با طول خوشه بلندتر دارای عملکرد بالاتری می‌باشند. بیشترین طول خوشه برای لاین ۱۱۱۷ در سطح ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار با تراکم کاشت ۲۵×۲۵ و ۳۰×۱۳ حاصل شد (۲/۳±۰/۲۸ و ۰/۱±۴/۲۸سانتی‌متر). بیشترین عملکرد در هکتار برای ترکیب تیماری ۳۲۱، یعنی در سطح ۳۰۰ کیلوگرم اوره در تراکم کاشت ۳۰×۱۳ و لاین ۱۱۱۷ (۸۳/۱±۰/۶۱۴۸) حاصل شد. نتایج نشان داد بین تراکم کاشت و ژنوتیپ با نیتروژن اثر متقابل وجود دارد.

منابع مورد استفاده

۱. **طاهائی رودسری، س.ه.، و عاشوری، م. ۱۳۹۸.** اثرتراکم بوته وکود نیتروژن برعملکرد،اجزای عملکرد و شاخص‌های رشد برنج رقم طارم هاشمی در رودسر. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی، دوره ۳۲، شماره ۰۱، پیاپند ۱۲۲. ص ۱۰۰-۸۱.

۲. **علیزاده، م. ع.، و عیسوند، ح.۱۳۸۵.** برنج در مصر. انتشارات دفتر برنج و حبوبات معاونت زراعت وزرات جهاد کشاورزی،۴۲۰ ص.

۳. **عزیزی، ح.، اعلمی، ع.، اصفهانی، م.، و عبادی، ع. ا. ۱۳۹۷.** ارزیابی تنوع بخشی از ذخایر ژنتیکی برنج ایرانی و خارجی بر اساس صفات مورفولوژیک. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی، دوره ۳۱، شماره۱، جلد ۱۱۸. ۱۸-۱ص.

۴. **فلاح،ا.، نبی‌پور،ع.، ورنجبر، ع. ۱۳۹۷.** برهمکنش تاریخ کاشت ورقم بر صفات زراعی و وقوع بیماری بلاست درکشت مجدد برنج (*Oryzasativa*L.). نشریه دوفصلنامه علوم بهزراعی گیاهی. ۹(۱):۱۴-۱.

۵. **نیک‌نژاد، ی.، زمانی، م. ح.، فلاح، ا.، و نصیری، م. ۱۳۹۵.** بررسی مقادیر کود نیتروژن و فاصله کاشت بر ویژگی‌های زراعی لاین ۸۶۱۵ برنج. نشریه زراعت (پژوهش سازندگی). شماره ۱۱۲، ص ۱۲-۱.

۶. **یزدی صمدی، ب.، رضایی، ع.، و ولی‌زاده، م. ۱۳۹۲.** طرح‌های آماری در علوم کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران. ۷۶۴ص.

7. **Andrade F.H. and Calvino P. 2002**. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. Agronomy Journal, 94:975-980
8. **Fageria, N. K. and Baligar, V. C. 2001.** Low land rice response to nitrogen fertilization. Communications in Soil Science and Plant Analysis 32(1-9): 1405-1429
9. **Gu, X., Z. Liang, L. Huang, H. Ma, M. Wang, H. Yang, M. Liu, H. Lv and B. Lv. 2012.** Effects of plastic film mulching and plant density on rice growth and yield in saline-sodic soil of northeast China. J. Food, Agric. Environ. 10(2): 560-564.
10. **Gravois, K.A., and Helms, R.S. 1992.** Path analysis of rice yield and yield components as affected by seedling rate. Agronomy Journal. 84: 1-4.
11. **IRRI. 2013**. Standard Evaluation System for Rice. International Rice Research Institute, Manila.65p.
12. **Mobasser, H.R., Noor mohamadi, G., Fallah, V.M., Darvish, F. and Majidi, S. 2005.** Effect of nitrogen rates and splitting on grain yield of rice (*Oryza sativa L*.) Var. Tarom Hashemi. Journal of Agricultural Sciences 11(3): 109-120.
13. **Salem, A.K.M., 2006.** Effect of Nitrogen Levels, Plant Spacing and Time of Farmyard Manure Application on the Productivity of Rice. Journal of Applied Sciences Research 2(11): 980-987.
14. **Sowers, K.E., Pan, W.L., Milker, B.C. and Smith, J.L., 1994.** Nitrogen application in soft white winter wheat. Agronomy Journal 86: 942-948.
15. **Taghizadeh, M., Esfahani, M., Davatgar, N. and Madani. H., 2008.** Effect of irrigation and different rates of nitrogen on yield and yield components of rice (var. Tarom Hashemi) in Rasht. Science-Research Quarterly Journal. 2(4): 353-364.
16. **Montepeque, R., Lopez, M.J.J. and Sanabria, C. 1991.**Contribution to the improvement of rice (*Oryza sativa* L.) by mutation induction with Gamma radiation. Plant Mutation Breeding for Crop Improvement. Vol.1. IAEA, Vienna, 335-340.
17. **Willauer, J. L., Valdez, R. R. and Cruz, R.T. 1995**. Nitrogen use efficiency and grain yield of lowland cultivars. Philippine Journal of Crop Science 20:32.
18. **Yoshida, S.1981.** Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute Los Banos, Philippines, pp. 269.
19. **Zayd. B.A., EL-refaee, I.S. Gorgy, R.N. and Abd EL-Rahman, A.A.M. 2005.** Effect sowing dates, plant spacing and nitrogen levels on growthing and yield of rice under saline soil. The 11 conference of Agronomy , Dept., Fac. Agric., Assiut univ., pp: 265-283
20. **Zia, M. S. 1987.** Effect of plant density and fertilization on rice yield and fertilizer efficiency. International Rice Research Newsletter. (The Philippines). 12: 56.

Bi-Quarterly Journal of Plant Production
Vol. 12, Issue 2, autumn and winter 2022

Evaluation of interaction of the planting density and nitrogen on the agronomic traits of rice mutants (Oryza sativa L.)

Allahyar Fallah[*1]Lila Bagheri[2], Kevan Mahdavi Mashki[3]

* Corresponding Author, Email: a.fallah@areeo.ac.ir

(Received: 14 September 2022; Accepted: 6 December 2022)

Abstract

Changing the planting density changes the nitrogen requirement in rice cultivars. To determine the effect of planting density and nitrogen fertilizer on the growth and yield of promising mutants, a field experiment was conducted in the deputy of the Rice Research Institute in Mazandaran (Amol) in the cropping years of 2020 and 2021. The experiment was performed as a factorial split plot in a randomized complete block design with three replications, that urea fertilizer levels (100, 200 and 300 kg/ha) as the main plot and two genotypes (1117 and 215) and planting density at three levels (25×25, 13×30, 18×30) as sub-plots Implemented in factorial format. The results of the homogeneity of variance test showed the non-uniformity of the data in two crop years. The results of 2021 crop year showed that the three-way effect (nitrogen×planting density×line) was significant for six traits of plant height, panicle length, number of filled, empty and total grains total seeds per panicle, and yield. The panicle length increased with the increase of urea fertilizer consumption. The weight of 1000- grains of line 1117 was equal to 28.9 grams, but line 215 had a weight of 21.2 grams per thousand seeds. The highest number of panicles per hill was obtained in the treatment combination of line 1117 and planting density of 13x30 (17.67±0.72). The best treatment combination to achieve maximum yield was the consumption of 300 kg of urea fertilizer at a planting density of 13 × 30 for line 1117 and equivalent to 6148.83 ± 0.1 kg per hectare.

Key words: Yield components, Plant density, Rice yield, Nitrogen