مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۱۴، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱

مجله پژوهش‌های به‌زراعی

تأثیر مقادیر و تقسیط کود نیتروژن بر صفات زراعی و فیزیولوژیک برنج رقم طارم هاشمی

سید محمد جعفری کلاریجانی[۱]، داوود براری تاری[۲]*، یوسف نیک‌نژاد[۲]، هرمز فلاح[۲]، ابراهیم امیری[۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت، واحد آیت‌الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران
۲- استادیار گروه زراعت، واحد آیت‌الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران
۳- استاد گروه آبیاری و زهکشی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۵

چکیده

مدیریت مناسب کود نیتروژن یکی از چالش‌های عمده اراضی شالیزاری محسوب می‌گردد که در صورت مدیریت صحیح در مصرف، هیچ عنصر غذائی دیگر نمی‌تواند در رقابت با آن سودمندی بالاتری داشته باشد. از این‌رو، این مطالعه در اراضی شالیزاری در سه منطقه واقع در استان مازندران (منطقه بندپی و دشت بابل) و استان گیلان (منطقه لاهیجان) طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کود نیتروژن شامل مقادیر ۵۰، ۹۰ و ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل اول و تقسیط نیتروژن در سطح با مصرف در دو مرحله پایه و ظهور خوشه به عنوان عامل دوم بودند. نتایج نشان داد عملکرد شلتوک در منطقه بندپی و دشت بابل معادل ۷/۰۳ و ۵/۸۶ درصد بیشتر از منطقه لاهیجان بود. حداکثر عملکرد شلتوک (۶۹۹۵ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که در مقایسه با مصرف ۵۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۵۶۰۲ و ۶۳۱۴ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب برابر ۲۴/۸۷ و ۱۰/۷۹ درصد افزایش نشان داد که علت اصلی آن نیز افزایش تعداد و درصد خوشه‌چه پر در خوشه بود. بیشترین عملکرد شلتوک (۶۴۵۵ و ۶۶۱۹ کیلوگرم در هکتار) در سطوح دوم و سوم تقسیط نیتروژن حاصل شد. حداکثر جذب نیتروژن دانه، و شاخص برداشت نیتروژن (۴۳/۹۶ درصد) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. بیشترین کارایی جذب نیتروژن (۷/۷ کیلوگرم بر کیلوگرم) با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد که در مقایسه با مصرف ۹۰ و ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار معادل ۸/۱۵ و ۲۶/۰۲ درصد افزایش یافت. کارایی استفاده از نیتروژن در سطوح دوم و سوم تقسیط معادل ۱۱/۴۶ و ۱۱/۳۴ درصد بیشتر از سطح اول تقسیط نیتروژن بود. کارایی جذب نیتروژن در سطوح دوم و سوم تقسیط معادل ۱۷/۷۲ و ۳۲/۲۹ درصد بالاتر از سطح اول تقسیط بود. بنابراین، مصرف مقادیر بالاتر نیتروژن منجر به افزایش عملکرد کمی شده؛ ولی باعث تلفات بیشتر نیتروژن و همچنین کاهش کارایی استفاده و جذب نیتروژن گردید.

واژه‌های کلیدی: برنج، بوم نظام شالیزار، بهره‌وری، کارایی استفاده از نیتروژن

* نگارنده مسئول (davoodbarari@yahoo.com)

مقدمه

بر اساس نتایج مطالعات ده ساله، به‌طور متوسط ۹۶ درصد از کودهای مصرفی استان مازندران را کودهای نیتروژن‌دار تشکیل داده‌اند که نشان می‌دهد نسبت مصرف کودها نامتوازن است (امینی و جهانشاهی، ۱۳۹۰). در بین عناصر غذایی نیتروژن نقش بسیار مهمی را در نیروی تولید گیاهان زراعی برعهده دارد و کمبود آن یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی است و عدم جذب این عنصر در هر مرحله از رشد باعث کاهش عملکرد خواهد شد (Haefel *et al.*, 2006). نیتروژن مهم‌ترین عنصر محدود کننده رشد برنج بوده و عدم جذب این عنصر در هر مرحله از رشد باعث کاهش عملکرد خواهد شد (Haefel *et al.*, 2006). بلدر و همکاران (Belder *et al.*, 2005) در چین و فیلیپین، سطوح مختلف کود نیتروژنه را مورد بررسی و مقایسه قرار دادند و نتیجه تحقیق آن‌ها نشان داد میزان تولید دانه برنج با افزایش مقدار نیتروژن افزایش یافت.

یافته‌های محققان نشان داد با افزایش مصرف کود نیتروژن در برنج طول خوشه افزایش معنی‌داری نشان داد (Dastan *et al.*, 2012). احتمالاً نیتروژن با تداوم رشد رویشی و نیز فراهم نمودن مقادیر بیشتری از مواد فتوسنتزی، موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود. یدی و همکاران (Yadi *et al.*, 2012) بیان کردند بلندترین خوشه برای رقم پابلند و کمترین آن برای رقم پاکوتاه برنج حاصل گردید. عملکرد شلتوک نیز دارای همبستگی مثبت با تعداد پنجه در کپه، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد خوشه‌چه در خوشه، درصد خوشه‌چه پر، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت بود. علاوه بر این، عملکرد شلتوک دارای همبستگی منفی و بالایی با تعداد خوشه سفید در خوشه بود که نشان می‌دهد هرچه تعداد خوشه سفید افزایش یابد کاهش عملکرد شدیدتر است (دستان و همکاران، ۱۳۹۶). بررسی محققان نشان می‌دهد که کمبود نیتروژن رشد برگ‌ها را کاهش می‌دهد و باعث کم رنگ‌تر شدن برگ‌ها می‌شود زیرا میزان

کلروفیل در برگ‌ها کاهش می‌یابد، پیری برگ تسریع می‌گردد بنابراین مقدار دریافت تابش خورشیدی کاهش می‌یابد و در نهایت باعث کاهش تجمع ماده خشک در گیاهان می‌شود (Dastan & Ghanbari-Malidarreh, 2011). نیتروژن علاوه بر فراهم آوردن اسیمیلات‌ها برای پر شدن دانه‌ها نقش مهم و مستقیمی را در توسعه دانه‌ها، شاید از طریق افزایش سطح آنزیم‌ها و فعالیت آنزیمی بر عهده دارد که افزایش فعالیت این آنزیم‌ها انتقال و فرآوری ساکاروز وارده به دانه‌ها را افزایش می‌دهد (Belanger, 2008). غلات به مقادیر بالایی از عناصر غذایی نیاز دارند و کمبود نیتروژن به شدت عملکرد آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین مقدار کافی کود نیتروژن برای بدست آمدن عملکرد اقتصادی مطلوب، لازم و ضروری است (کاظمی پشت مساری و همکاران، ۱۳۸۶). مصطفوی‌راد و طهماسبی سروستانی (۱۳۸۲) با کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه لاین برنج گزارش دادند که تعداد خوشه‌چه در خوشه در برنج تحت تأثیر لاین و مقادیر مختلف نیتروژن قرار می‌گیرد. کاهش عملکرد ناشی از پایین بودن تعداد خوشه‌چه‌ها در واحد سطح را می‌توان با افزایش تعداد خوشه‌چه در هر خوشه جبران کرد. هر چند که افزایش عملکرد برنج ناشی از افزایش تعداد دانه در واحد سطح است.

کشاورزان معمولاً بخش عمده‌ای از کود نیتروژنه را قبل یا دو هفته بعد از نشاکاری برنج مصرف می‌کنند که معمولاً بیشتر از مقدار مورد نیاز برای گیاهچه جوان است که این می‌تواند منجر به رشد رویش بیش از حد گیاه برنج گردد و استعداد گیاه را به ورس، حمله حشرات و بیماری‌ها افزایش دهد. بنابراین به نظر می‌رسد مطالعه چگونگی مصرف کود اوره در اراضی شالیزاری ضروری است. بدیهی است مصرف کود اوره باعث افزایش وزن خشک گیاه می‌شود. چون نیتروژن جزء اصلی کلروفیل، آنزیم‌ها و هورمون‌ها بوده و فتوسنتز برگی و کنوپی گیاه بستگی به مقدار و میزان فعالیت آن دارد (فلاح، ۱۳۸۵). بنابراین، هدف از این مطالعه، بررسی اثر مقادیر و تقسیط کود نیتروژن بر

صفات زراعی و فیزیولوژیک برنج رقم طارم هاشمی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سه منطقه واقع در استان مازندران (منطقه بندپی و دشت بابل) و استان گیلان (منطقه لاهیجان) طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ انجام شد. موقعیت مکانی و مختصات جغرافیایی مزارع مورد مطالعه و نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش (۳۰-۰ سانتی‌متر) نیز در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- مختصات جغرافیایی و ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش قبل از کاشت

ویژگی خاک	واحد	منطقه دشت بابل	منطقه بندپی بابل	منطقه لاهیجان
عمق خاک	سانتی‌متر	۳۰-۰	۳۰-۰	۳۰-۰
هدایت الکتریکی (EC)	دسی‌زیمنس بر متر	۰/۹۲	۰/۹۶	۰/۹۸
اسیدیته خاک (pH)	-	۷/۲۵	۷/۵۸	۶/۶۰
ماده آلی	درصد	۲/۴۶	۲/۱۱	۲/۳۱
فسفر قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۱۲/۵۰	۸/۹۰	۱۹/۶۰
پتاسیم قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۱۸۵	۲۰۸	۲۰۵
بافت خاک	-	رسی - لومی	سیلت لومی	رسی
مختصات جغرافیایی	-	N"22.52'39°36 E"42.55'9°53	N"59.24'23°36 E"37.55'31°52	N"28.78'13°37 E"57.85'38°49

کود نیتروژن شامل مقادیر ۵۰، ۹۰ و ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل اول و تقسیط نیتروژن در سطح سطح با ترکیب زیر در سه سطح به عنوان عامل دوم در نظر گرفته شدند.

۱- مصرف ۵۰ درصد نیتروژن به صورت پایه + مصرف ۵۰ درصد در مرحله ظهور خوشه

۲- مصرف ۳۳/۳۳ درصد نیتروژن به صورت پایه + مصرف ۶۶/۶۶ درصد نیتروژن در مرحله ظهور خوشه

۳- مصرف ۶۶/۶۶ درصد نیتروژن به صورت پایه و مصرف ۳۳/۳۳ درصد نیتروژن در مرحله ظهور خوشه.

کودهای فسفر و پتاسیم با توجه به نتیجه آزمون خاک و توصیه مؤسسه تحقیقات برنج کشور به‌صورت یکنواخت به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم در هر کرت مصرف شد. ۶۰ درصد کود پتاسیم به‌صورت پایه و مقدار باقی‌مانده در دو تقسیط ۲۰ درصدی در مراحل پنجه‌زنی و ظهور خوشه آغازین به‌صورت سرک مصرف مشد. سایر عملیات زراعی طبق عرف منطقه انجام شد. در طی دوره نمو و رشد گیاه بعد از حذف اثر حاشیه‌ای در هر کرت به‌صورت تصادفی صفات زیر طبق استاندارد مؤسسه بین‌المللی تحقیقات برنج (SES) اندازه‌گیری شدند.

تعداد کل پنجه در کپه و تعداد پنجه بارور در کپه با شمارش و اندازه‌گیری از روی ۱۲ کپه در هر کرت اندازه‌گیری شد. تعداد کل خوشه‌چه و درصد خوشه‌چه پر در خوشه با شمارش از روی ۱۵ خوشه در هر کرت تعیین شد. عملکرد شلتوک، عملکرد کاه و عملکرد زیستی با برداشت کپه از چهار متر مربع از قسمت میانی هر کرت بر اساس رطوبت ۱۲ درصد اندازه‌گیری شده و از نسبت بین عملکرد شلتوک و عملکرد زیستی شاخص برداشت محاسبه و بر حسب درصد بیان شد.

برای تعیین ویژگی‌های کیفی وابسته به نیتروژن طبق دستورالعمل زیر انجام شد (Islam *et al.*, 2007). مقدار جذب عناصر نیتروژن از طریق حاصل‌ضرب غلظت عنصر در ماده خشک حاصل گردید. با تعیین مقدار نیتروژن جذب شده در شلتوک و شاخساره

گیاه، شاخص برداشت از طریق مقدار عنصر جذب شده توسط شلتوک به مقدار کل عنصر جذب شده توسط شاخساره محاسبه و به‌صورت درصد بیان شد. کارایی استفاده از نیتروژن از نسبت وزن شلتوک به مقدار عنصر جذب شده توسط گیاه به‌دست آمد و به‌صورت کیلوگرم بر کیلوگرم بیان شد. محتوای پروتئین دانه از حاصل‌ضرب غلظت نیتروژن در فاکتور پروتئینی محاسبه شد. از حاصل‌ضرب درصد پروتئین در عملکرد شلتوک نیز مقدار عملکرد پروتئین به‌دست آمد (Islam *et al.*, 2007).

پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری (تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین) از طریق نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش برش‌دهی متقابل با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

آزمون بارتلت

برای بررسی اثر سال بر صفات مورد بررسی تحت اثر تیمارهای مقادیر و تقسیط نیتروژن در سه منطقه، ابتدا داده‌های حاصل با استفاده از آزمون متجانس بودن واریانس‌ها به روش بارتلت سنجیده شدند. نتایج حاصل نشان داد صفات طول خوشه، وزن هزار دانه و کارایی جذب نیتروژن تحت اثر سال معنی‌دار شدند که برای این صفات تجزیه واریانس ساده انجام شد. صفات تعداد خوشه در کپه، تعداد کل خوشه‌چه در خوشه، درصد خوشه‌چه پر در خوشه، عملکرد دانه، محتوای نیتروژن دانه، محتوای نیتروژن ساقه + برگ، محتوای نیتروژن کل بوته، جذب نیتروژن دانه، محتوای پروتئین دانه، عملکرد پروتئین، شاخص برداشت نیتروژن و کارایی استفاده از نیتروژن در آزمون بارتلت معنی‌دار نشدند که برای این صفات تجزیه واریانس مرکب انجام شد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج آزمون بارتلت برای صفات مورد بررسی تحت اثر سال

صفات مورد بررسی	واحد	Pr>ChiSq	Chi-squares
تعداد کل خوشه‌چه در خوشه	عدد	۰/۴۹۸^{ns}	۰/۴۶
درصد خوشه‌چه پر در خوشه	عدد	۰/۴۶۶^{ns}	۰/۵۳۱
عملکرد شلتوک	کیلوگرم در هکتار	۰/۲۵۰^{ns}	۱/۳۳
جذب نیتروژن دانه	کیلوگرم در هکتار	۰/۳۱۳^{ns}	۱/۰۲
محتوای پروتئین دانه	درصد	۰/۶۰۵^{ns}	۰/۲۶۸
شاخص برداشت نیتروژن	درصد	۰/۹۹۴^{ns}	۰/۰۰۰۱
کارایی استفاده از نیتروژن	کیلوگرم بر کیلوگرم	۰/۹۱۵^{ns}	۰/۰۱۱
کارایی جذب نیتروژن	کیلوگرم بر کیلوگرم	۰/۰۳۷۷*	۴/۳۲

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

تعداد خوشه‌چه در خوشه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد صفت تعداد خوشه‌چه در خوشه از نظر آماری تحت اثر سال، منطقه، مقادیر نیتروژن، تقسیط نیتروژن و اثرمتقابل دوگانه مقادیر و تقسیط نیتروژن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر سال نشان داد تعداد خوشه‌چه در خوشه در سال اول (۱۵۵/۷۹ عدد) معادل ۳/۱۶ درصد بیشتر از سال دوم (۱۵۱/۰۲ عدد) بود. مقایسه میانگین اثر منطقه نشان داد تعداد خوشه‌چه در خوشه در منطقه بندپی بابل (۱۵۶ عدد) و دشت بابل (۱۵۴/۹۱ عدد) به ترتیب ۴/۴۹ و ۳/۷۶ درصد بیشتر از منطقه لاهیجان (۱۴۹/۳ عدد) بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر ساده مقادیر نیتروژن نشان داد حداکثر تعداد خوشه‌چه در خوشه (۱۶۵/۳۹ عدد) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد که در مقایسه با مصرف ۵۰ و ۹۰ کیلوگرک نیتروژن در هکتار (۱۴۶/۷ و ۱۴۸/۱۲ عدد) به ترتیب ۱۲/۷۴ و ۱۱/۶۶ درصد بالاتر بود. مقایسه میانگین اثر ساده تقسیط نیتروژن نشان داد بیشترین تعداد خوشه‌چه در خوشه (۱۵۴/۲۹ و ۱۵۵/۳۷

عدد) در سطح دوم و سوم تقسیط نیتروژن حاصل شد که در مقایسه با سطح اول تقسیط نیتروژن (۱۵۰/۵۵ عدد) به ترتیب ۲/۴۸ و ۳/۲۰ درصد بیشتر بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرمتقابل مقادیر در تقسیط نیتروژن نشان داد بیشترین تعداد خوشه‌چه در خوشه (۱۶۹/۹۳ عدد) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در سطح سوم تقسیط نیتروژن حاصل شد. کمترین تعداد خوشه‌چه در خوشه (۱۴۳/۲۹ عدد) تحت اثرمتقابل مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در سطح اول تقسیط به دست آمد (شکل ۱).

درصد خوشه‌چه پر در خوشه

یافته‌های جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد صفت درصد خوشه‌چه پر در خوشه از نظر آماری تنها از نظر آماری تحت اثر ساده تقسیط نیتروژن در سطح احتمال یک درصد تفاوت آماری معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر سال نشان داد این صفت در سال اول (۷۷/۶۲ درصد) برابر ۰/۹۱ درصد بیشتر از سال دوم (۷۶/۷۱ درصد) بود. مقایسه میانگین اثر منطقه نشان داد درصد خوشه‌چه پر در خوشه در منطقه بندپی بابل (۷۸/۰۳ درصد) بیشتر از منطقه دشت بابل

شکل ۱- اثرمتقابل مقادیر و تقسیط نیتروژن بر تعداد خوشه‌چه در خوشه

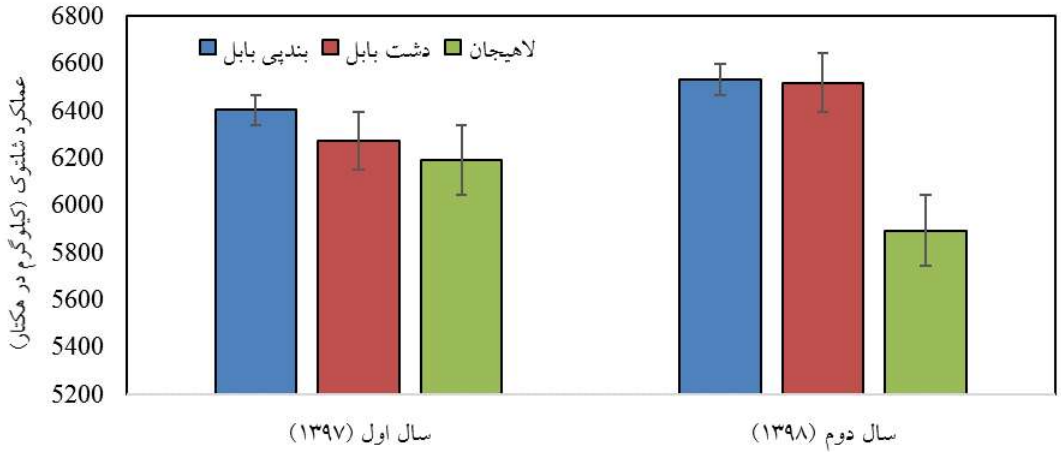
(۷۷/۷۹ درصد) و منطقه لاهیجان (۷۵/۷۵ درصد) بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر مقادیر نیتروژن نیز نشان داد درصد خوشه‌چه پر در خوشه با مصرف ۵۰، ۹۰ و ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب برابر ۷۵/۹۸، ۷۷/۹۶ و ۷۷/۶۲ درصد بود. مقایسه میانگین اثر ساده تقسیط نیتروژن نشان داد حداکثر درصد خوشه‌چه پر در خوشه (۷۹/۳۳ درصد) در سطح سوم تقسیط حاصل شد که در سطح دوم و اول تقسیط به ترتیب برابر ۷۷/۰۱ و ۷۵/۲۲ درصد بود (جدول ۴).

عملکرد شلتوک

عملکرد شلتوک از نظر آماری تحت اثر منطقه، مقادیر نیتروژن، تقسیط نیتروژن و اثرمتقابل دوگانه مقادیر در تقسیط نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و تحت اثرمتقابل سال در منطقه در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر سال نشان داد عملکرد دانه در سال اول (۶۳۱۶ کیلوگرم در هکتار) معادل ۰/۴ درصد بیشتر از سال دوم (۶۲۹۱ کیلوگرم در هکتار) بود که به دلیل بالاتر بودن وزن هزار دانه، طول خوشه، تعداد خوشه در کپه، تعداد خوشه‌چه در خوشه و درصد خوشه‌چه پر در خوشه بود. مقایسه میانگین اثر منطقه نشان داد عملکرد شلتوک در منطقه بندپی و دشت بابل (۶۴۶۹ و ۶۳۹۸ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب ۷/۰۳ و ۵/۸۶ درصد بیشتر از منطقه لاهیجان (۶۰۴۴ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد که به دلیل بالاتر بودن وزن هزار دانه، طول خوشه، تعداد خوشه در کپه، تعداد خوشه‌چه در خوشه و درصد خوشه‌چه پر در خوشه در این دو منطقه بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر ساده مقادیر نیتروژن نشان داد حداکثر عملکرد شلتوک (۶۹۹۵ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که در مقایسه با مصرف ۵۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۵۶۰۲ و ۶۳۱۴ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب برابر ۲۴/۸۷ و ۱۰/۷۹ درصد افزایش نشان داد که علت اصلی آن نیز افزایش طول خوشه، تعداد خوشه در کپه، تعداد خوشه‌چه در خوشه، درصد خوشه‌چه پر

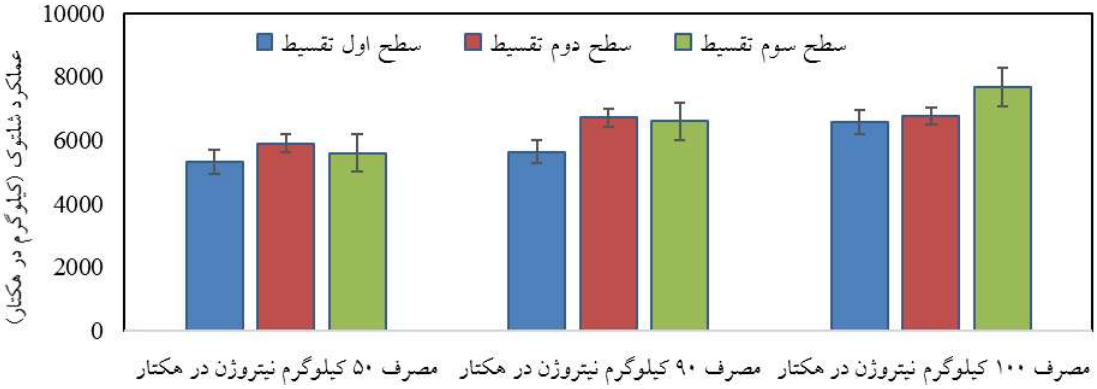
در خوشه و وزن هزار دانه بود. مقایسه میانگین اثر ساده تقسیط نیتروژن نشان داد بیشترین عملکرد شلتوک (۶۴۵۵ و ۶۶۱۹ کیلوگرم در هکتار) در سطوح دوم و سوم تقسیط نیتروژن حاصل شد که در مقایسه با سطح اول تقسیط نیتروژن (۵۸۳۷ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب برابر ۱۰/۵۹ و ۱۳/۴۰ درصد بیشتر بود که به دلیل افزایش طول خوشه، تعداد خوشه در کپه، تعداد خوشه‌چه در خوشه، درصد خوشه‌چه پر در خوشه و وزن هزار دانه حاصل شد (جدول ۵).

مقایسه میانگین اثر سال در منطقه به روش برش‌دهی متقابل نشان داد کمترین عملکرد شلتوک در هر دو سال (۶۱۹۲ و ۵۸۹۵ کیلوگرم در هکتار) در منطقه لاهیجان به دست آمد و بیشترین عملکرد شلتوک در سال اول در منطقه بندپی (۶۴۰۴ کیلوگرم در هکتار) و در سال دوم در هر دو منطقه (۶۵۳۳ و ۶۵۲۰ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر سال در منطقه بر عملکرد شلتوک به روش برش‌دهی متقابل

مقایسه میانگین اثرمتقابل مقادیر و تقسیط نیتروژن نشان داد حداکثر عملکرد شلتوک (۷۶۶۶ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سطح سوم تقسیط و کمترین عملکرد شلتوک (۵۳۱۰ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در سطح اول تقسیط نیتروژن حاصل شد (شکل ۳).



شکل ۳- اثرمتقابل مقادیر و تقسیط نیتروژن بر عملکرد شلتوک

جذب نیتروژن دانه

یافته‌های جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد صفت جذب نیتروژن دانه از نظر آماری تحت اثر منطقه، سال در منطقه، مقادیر نیتروژن و تقسیط نیتروژن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر منطقه نشان داد جذب نیتروژن دانه در منطقه بندپی و دشت بابل (به ترتیب ۶۳۷/۷۲ و ۶۲۸/۵۵ کیلوگرم در هکتار) معادل ۱۳/۱۱ و ۱۱/۶۶ درصد بیشتر از منطقه لاهیجان (۵۶۲/۹۳ کیلوگرم در هکتار) بود. مقایسه میانگین اثر ساده مقادیر نیتروژن نشان داد

حداکثر جذب نیتروژن دانه (۷۹۴/۲۲ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد که در مقایسه با مصرف ۹۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار (۶۴۰/۵۹ و ۳۹۳/۳۸ کیلوگرم در هکتار) معادل ۲۳/۹۸ و ۱۰۱/۹۰ درصد افزایش نشان داد. مقایسه میانگین اثر ساده تقسیط نیتروژن نشان داد بیشترین جذب نیتروژن دانه در سطح دوم تقسیط (۶۴۵/۲۳ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد که در مقایسه با سطوح اول و سوم (۵۵۶/۸۴ و ۶۲۶/۱۲ کیلوگرم در هکتار) معادل ۳/۰۵ و ۱۵/۸۷ درصد افزایش یافت (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر سال در منطقه به روش برش‌دهی متقابل نشان داد بیشترین جذب نیتروژن دانه در سال اول مربوط به منطقه بندپی بابل و لاهیجان (۶۱۴/۸۴ و ۶۱۴/۲۶ کیلوگرم در هکتار) و در سال دوم مربوط به منطقه بندپی و دشت بابل (۶۵۸/۵۹ و ۶۵۵/۸۴ کیلوگرم در هکتار) بود. کمترین جذب نیتروژن دانه در سال اول در منطقه دشت بابل (۶۰۱/۲۵ کیلوگرم در هکتار) و در سال دوم مربوط به منطقه لاهیجان (۵۱۱/۶ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۵).

محتوای پروتئین دانه

نیتروژن و اثرمتقابل چهارگانه تیمارها در سطح احتمال یک درصد و تحت اثرمتقابل دوگانه مقادیر در تقسیط نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر سال نشان داد غلظت پروتئین دانه در سال اول (۵/۹۶ درصد) بیشتر از سال دوم (۵/۸ درصد) بود. مقایسه میانگین اثر منطقه نشان داد غلظت پروتئین دانه در منطقه بندپی و دشت بابل (۶/۰۴ و ۶/۰۳ درصد) بیشتر از منطقه لاهیجان (۵/۶۹ درصد) به دست آمد. مقایسه میانگین اثر ساده مقادیر نیتروژن نشان داد بیشترین غلظت پروتئین دانه (۷/۰۷ درصد) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که از این نظر مصرف ۹۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با غلظت ۶/۳۳ و ۴/۳۶ درصد در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. مقایسه میانگین اثر ساده تقسیط نیتروژن نشان داد بیشترین غلظت پروتئین دانه

(۶/۱۷ درصد) در سطح دوم تقسیط حاصل شد و کمترین مقدار در سطوح اول و سوم (۵/۸۴ و ۵/۷۶ درصد) به دست آمد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر سال در منطقه به روش برش‌دهی متقابل نشان داد بیشترین غلظت پروتئین دانه در سال اول متعلق به منطقه لاهیجان (۶/۰۷ درصد) و در سال دوم متعلق به مناطق بندپی و دشت بابل (۶/۱۷ و ۶/۱۶ درصد) بود. کمترین غلظت پروتئین دانه در سال اول مربوط به مناطق بندپی و دشت بابل (۵/۹۱ درصد) و در سال دوم مربوط به منطقه لاهیجان (۵/۳۲ درصد) بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرمتقابل مقادیر در تقسیط نیتروژن نشان داد حداکثر غلظت پروتئین دانه (۷/۴۷ درصد) تحت اثرمتقابل مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سطح دوم تقسیط و کمترین غلظت پروتئین دانه (۴/۱۲ درصد) تحت اثرمتقابل مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن ر هکتار در سطح اول تقسیط حاصل شد (جدول ۷).

شاخص برداشت نیتروژن

یافته‌های جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد شاخص برداشت نیتروژن از نظر آماری تحت اثر ساده مقادیر و تقسیط نیتروژن، اثرمتقابل دوگانه مقادیر در تقسیط نیتروژن، اثرمتقابل سه گانه سال در مقادیر و تقسیط نیتروژن و اثرمتقابل چهارگانه تیمارها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر ساده مقادیر نیتروژن نشان داد بالاترین شاخص برداشت نیتروژن (۴۳/۹۶ درصد) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد که از این نظر مصرف ۹۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن با شاخص برداشت ۴۲/۲۹ و ۴۱/۵۲ درصد در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. مقایسه میانگین اثر ساده تقسیط نیتروژن نشان داد حداکثر شاخص برداشت نیتروژن در سطح دوم تقسیط (۴۴/۰۸ درصد) و کمترین شاخص برداشت (۴۱/۰۸ درصد) در سطح سوم تقسیط نیتروژن مشاهده شد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرمتقابل مقادیر در تقسیط نیتروژن نشان داد بالاترین شاخص برداشت

(۴۶/۴۷ درصد) تحت اثرمتقابل مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سطح دوم تقسیط و کمترین شاخص برداشت نیتروژن (۴۰/۸۶ درصد) تحت اثمتقابل مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سطح سوم تقسیط نیتروژن به دست آمد (جدول ۷).

کارایی استفاده از نیتروژن

طبق یافته‌های جدول تجزیه واریانس مرکب کارایی استفاده از نیتروژن از نظر آماری تحت اثر منطقه، مقادیر نیتروژن، تقسیط نیتروژن و اثرمتقابل دوگانه مقادیر در تقسیط نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و تحت اثرمتقابل دوگانه سال در منطقه در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر منطقه نشان داد بیشترین کارایی استفاده از نیتروژن در منطقه بندپی و دشت بابل (۸۰/۷۴ و ۷۹/۹۲ کیلوگرم بر کیلوگرم) به دست آمد که در مقایسه با منطقه لاهیجان (۷۵/۳۴ کیلوگرم بر کیلوگرم) معادل ۷/۱۷ و ۶/۰۸ درصد بیشتر بود. مقایسه میانگین اثر ساده مقادیر نیتروژن نشان داد بالاترین کارایی استفاده از نیتروژن (۱۱۲/۰۴ کیلوگرم بر کیلوگرم) با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. کمترین کارایی استفاده از نیتروژن (۷۰/۱۵ کیلوگرم بر کیلوگرم) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) حاصل شد. مقایسه میانگین اثر ساده تقسیط نیتروژن نشان داد کارایی استفاده از نیتروژن در سطوح دوم و سوم تقسیط (۸۱/۴۹ و ۸۱/۴۰ کیلوگرم بر کیلوگرم) معادل ۱۱/۴۶ و ۱۱/۳۴ درصد بیشتر از سطح اول تقسیط نیتروژن (۷۳/۱۱ کیلوگرم بر کیلوگرم) بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر سال در منطقه به روش برش‌دهی متقابل نشان داد حداکثر کارایی استفاده از نیتروژن در سال اول مربوط به منطقه بندپی (۸۰/۰۶ کیلوگرم بر کیلوگرم) و در سال دوم مربوط به مناطق بندپی و دشت بابل (۸۱/۴۲ و ۸۱/۲ کیلوگرم بر کیلوگرم) بود. حداقل کارایی استفاده از نیتروژن در هر دو سال متعلق به منطقه لاهیجان (۷۷/۲۶ و ۷۳/۴۱ کیلوگرم بر کیلوگرم) بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرمتقابل مقادیر در تقسیط

نیتروژن نشان داد بیشترین کارایی استفاده از نیتروژن (۱۱۷/۹۳ کیلوگرم بر کیلوگرم) تحت اثرمتقابل مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار در سطح اول تقسیط و کمترین کارایی استفاده از نیتروژن (۵۰/۴۹ و ۵۱/۹۶ کیلوگرم بر کیلوگرم) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سطوح اول و دوم تقسیط نیتروژن مشاهده شد (جدول ۷).

کارایی جذب نیتروژن

یافته‌های جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد کارایی جذب نیتروژن از نظر آماری تحت اثر منطقه، سال در منطقه، مقادیر نیتروژن، تقسیط نیتروژن و اثرمتقابل چهارگانه تیمارها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر منطقه نشان داد کارایی جذب نیتروژن در مناطق بندپی و دشت بابل (۷/۳۶ و ۷/۱۰ کیلوگرم بر کیلوگرم) معادل ۱۳/۷۶ و ۹/۷۴ درصد بیشتر از منطقه لاهیجان (۶/۴۷ کیلوگرم بر کیلوگرم) بود. مقایسه میانگین اثر ساده مقادیر نیتروژن نشان داد بیشترین کارایی جذب نیتروژن (۷/۷ کیلوگرم بر کیلوگرم) با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد که در مقایسه با مصرف ۹۰ و ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۷/۱۲ و ۶/۱۱ کیلوگرم بر کیلوگرم) معادل ۸/۱۵ و ۲۶/۰۲ درصد افزایش نشان داد. مقایسه میانگین اثر ساده تقسیط نیتروژن نشان داد کارایی جذب نیتروژن در سطوح دوم و سوم تقسیط (۷/۴۴ و ۷/۱۶ کیلوگرم بر کیلوگرم) معادل ۱۷/۷۲ و ۳۲/۲۹ درصد بالاتر از سطح اول تقسیط (۶/۳۲ کیلوگرم بر کیلوگرم) بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر سال در منطقه به روش برش‌دهی متقابل نشان داد بیشترین کارایی جذب نیتروژن در سال اول متعلق به مناطق بندپی بابل و لاهیجان (۷/۱۱ کیلوگرم بر کیلوگرم) و در سال دوم متعلق به مناطق بندپی و دشت بابل (۷/۶۱ و ۷/۵۷ کیلوگرم بر کیلوگرم بود. کمترین کارایی جذب نیتروژن در سال اول مربوط به منطقه دشت بابل (۶/۶۳ کیلوگرم بر کیلوگرم) و در سال دوم متعلق به منطقه لاهیجان (۵/۸۴ کیلوگرم بر کیلوگرم) بود (جدول ۵).

یافته‌های محققان نشان داد با افزایش مصرف کود نیتروژن در برنج طول خوشه افزایش معنی‌داری نشان داد (Dastan *et al.*, 2012). فاجریا و بلیگر (Fageria & Baligar, 2001) نتیجه گرفتند در میان اجزای عملکرد، طول خوشه و تعداد خوشه‌چه بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشته و متذکر شدند که کاربرد ۲۱۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌داری بر طول خوشه تأثیر می‌گذارد و رابطه بین این دو خطی است. دیگر محققان بیان کردند طول خوشه در برنج‌های نشاکاری شده و در کشت مستقیم برنج، به‌علت انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به سمت خوشه‌چه، بر عملکرد دانه مؤثر بود (Dobermann *et al.*, 2002). احتمالاً نیتروژن با تداوم رشد رویشی و نیز فراهم نمودن مقادیر بیشتری از مواد فتوسنتزی، موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود. یدی و همکاران (Yadi *et al.*, 2012) بیان کردند بلندترین خوشه برای رقم پابلند و کمترین آن برای رقم پاکوتاه برنج حاصل گردید. حداکثر طول خوشه تحت تیمار ترکیب کود زیستی و کمترین طول خوشه با مصرف کود شیمیایی NPK به دست آمد (Bagayoko, 2012). صالحی‌فر و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که به کار بردن ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار دارای اختلاف معنی‌داری از نظر درصد دانه‌های پر با سایر سطوح بوده و این در حالی است که به کار بردن ۶۵ و ۹۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار دارای اختلاف معنی‌داری با هم نیستند و با افزایش مقدار کود نیتروژن مورد استفاده میزان درصد دانه‌های پر ایجاد شده افزایش می‌یابد که این نیز می‌تواند به دلیل قابل دسترس بودن مواد غذایی برای گیاه باشد که سبب می‌شود تا دانه‌های بیشتری پر شوند.

چادوری و همکاران (Chaudhary *et al.*, 2009) حداکثرعملکرد دانه را درسطح کودی ۸۵ کیلوگرم در هکتار اعلام کردند، از ۸۵ تا ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار تغییرات معنی‌داری در عملکرد دانه مشاهده نگردید و از ۱۱۵ کیلوگرم به بالاتر باعث کاهش محسوس عملکرد دانه شد که این کاهش عملکرد همراه با افزایش سطح کودی مصرفی به

خاطر افزایش شیوع بیماری بود. مک‌دونالد و همکاران (McDonald *et al.*, 2006) عملکرد محصول را در کشت مستقیم برنج تحت مقادیر مختلف کود نیتروژن مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در مقدار ۱۲۰ کیلوگرم این کود در هکتار عملکرد به طور چشمگیری کاهش یافت و این امر به دلیل رشد فراوان و چشمگیر علف‌های هرز مزرعه بوده است اما در این آزمایش با افزایش ۳۰ کیلوگرم مقدار این کود و رساندن آن به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نتایج تغییر یافت و عملکرد به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای عملکرد برنج تحت اثر مقادیر و تقسیط نیتروژن در سه منطقه

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد کل خوشه‌چه در خوشه	درصد خوشه‌چه پر در خوشه	عملکرد شلتوک	جذب نیتروژن دانه	محتوای پروتئین دانه	شاخص برداشت نیتروژن	کارایی استفاده از نیتروژن	کارایی جذب نیتروژن
سال (Y)	۱	۹۲۰/۹۷**	۳۶/۴۲^{ns}	۲۶۲۷/۴۱^{ns}	۸۴/۱۸^{ns}	۰/۲۸^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۱۲^{ns}
منطقه (L)	۲	۶۹۷/۴۸**	۸۴/۴۴^{ns}	۲۷۹۵۰۳۸**	۸۸۳۵۳**	۲/۱۱**	۱۱/۲۹^{ns}	۴۵۸/۴۶**	۱۱/۱۳**
Y×L	۲	۸/۸۷^{ns}	۱۰/۷۱^{ns}	۱۰۹۸۴۵۰*	۱۰۴۱۳۱**	۴/۶۴**	۱۸/۳۸^{ns}	۱۵۶/۱۵*	۱۸/۴۸**
R (Y × L)	۱۲	۸۹/۴۷	۱۴/۸۵	۲۵۱۲۷۳	۱۸۱۹۸	۰/۶۳	۱۶/۸۷	۴۱/۱۶	۱/۹۷
نیتروژن (N)	۲	۵۸۴۸/۰۸**	۶۰/۷۱^{ns}	۲۶۱۹۶۷۷۵**	۲۲۰۸۵۷۳**	۱۰۵/۷۷**	۸۳/۹۲**	۴۸۷۱۳/۸۹**	۳۵/۱۴**
تقسیط (T)	۲	۳۴۵/۲۱**	۲۲۹/۳۱**	۹۱۸۳۲۸۶**	۱۱۶۷۹۶**	۲/۵۲**	۱۲۱/۷۳**	۱۲۵۱/۰۱**	۱۸/۴۳**
Y×N	۲	۶۴/۰۶^{ns}	۵/۵۰^{ns}	۱۰۶۸۲۸^{ns}	۱۱۹۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۷۰^{ns}	۲۳/۳۶^{ns}	۰/۰۱^{ns}
Y×T	۲	۵۴/۱۱^{ns}	۲/۸۶^{ns}	۸۴۲۰۹^{ns}	۲۲۸۷^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۲/۱۵^{ns}	۱۷/۰۶^{ns}	۱/۰۱^{ns}
L×N	۴	۱۳/۵۳^{ns}	۰/۸۰^{ns}	۴۵۲۱۳^{ns}	۱۷۳۶^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۹۵^{ns}	۴۲/۹۸^{ns}	۰/۴۳^{ns}
L×T	۴	۱۱/۶۷^{ns}	۰/۷۶^{ns}	۵۸۶۱۸^{ns}	۵۳۴/۳۱^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۶/۲۶^{ns}	۰/۰۵^{ns}
N×T	۴	۱۱۱/۸۱**	۱۴/۹۲^{ns}	۲۴۳۰۲۴۳**	۹۰۶۰/۹۱^{ns}	۰/۹۸*	۳۷/۷۸**	۲۵۴/۴۴**	۱/۷۰^{ns}
Y×L×N	۴	۲۷/۶۹^{ns}	۰/۸۶^{ns}	۴۲۵۹۵^{ns}	۸۲۷۱/۸۲^{ns}	۰/۶۳^{ns}	۳۰/۶۰**	۶/۰۰^{ns}	۲/۱۹^{ns}
Y×L×T	۴	۲۵/۴۳^{ns}	۰/۵۶^{ns}	۷۱۰۰۷^{ns}	۳۵۶۳/۵۳^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۷/۲۵^{ns}	۹/۷۵^{ns}	۱/۵۲^{ns}
Y×N×T	۴	۳۳/۱۸^{ns}	۱/۷۳^{ns}	۴۴۳۹۶^{ns}	۳۷۵۳/۷۲^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۱۰/۳۹^{ns}	۸/۷۸^{ns}	۱/۴۷^{ns}
L×N×T	۸	۱۳/۸۷^{ns}	۰/۷۹^{ns}	۴۷۴۰۴^{ns}	۴۵۱/۱۳^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۴/۷۵^{ns}	۰/۱۴^{ns}
Y×L×N×T	۸	۷/۹۱^{ns}	۰/۴۳^{ns}	۲۸۶۲۳^{ns}	۱۲۷۹۴^{ns}	۱/۳۱**	۳۵/۱۰**	۴/۳۸^{ns}	۳/۱۵**
خطا	۹۶	۲۴/۸۸	۳۰/۴۳	۲۵۷۴۶۴	۸۹۳۵/۶۰	۰/۳۲	۶/۶۶	۴۸/۵۷	۰/۹۷
ضریب تغییرات (٪)	-	۳/۲۵	۷/۱۵	۸/۰۵	۱۵/۵۱	۹/۵۹	۶/۰۶	۸/۸۶	۱۴/۰۸

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر مقادیر و تقسیط نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در سه منطقه تحت اثر سال

تیمار	سطوح تیمار	تعداد خوشه‌چه در خوشه	درصد خوشه‌چه پر در خوشه	عملکرد شلتوک (کیلوگرم در هکتار)	جذب نیتروژن دانه (کیلوگرم در هکتار)	محتوای پروتئین دانه (٪)	شاخص برداشت نیتروژن (٪)	کارایی استفاده از نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی جذب نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)
سال	سال اول (۱۳۹۷)	۱۵۵/۷۹a	۷۷/۶۲a	۶۳۱۶a	۶۱۰/۱۲a	۵/۹۶a	۴۲/۵۶a	۷۸/۶۵a	۶/۹۵a
	سال دوم (۱۳۹۸)	۱۵۱/۰۲b	۷۶/۷۱a	۶۲۹۱a	۶۰۸/۶۸a	۵/۸۸a	۴۲/۶۲a	۷۸/۶۸a	۷/۰۰a
	LSD 0.05	۱/۵۶	۱/۷۲	۱۵۸/۲۷	۲۹/۴۸	۰/۱۸	۰/۸۰	۲/۱۷	۰/۳۱
منطقه	بندپی بابل	۱۵۶a	۷۸/۰۳a	۶۴۶۹a	۶۳۶/۷۲a	۶/۰۴a	۴۲/۶۸a	۸۰/۷۴a	۷/۳۶a
	دشت بابل	۱۵۴/۹۱a	۷۷/۷۹ab	۶۳۹۸a	۶۲۸/۵۵a	۶/۰۳a	۴۲/۹۹a	۷۹/۹۲a	۷/۱۰a
	لاهیجان	۱۴۹/۳۰b	۷۵/۷۵b	۶۰۴۴b	۵۶۲/۹۳ b	۵/۶۹b	۴۲/۰۹a	۷۵/۳۴b	۶/۴۷b
	LSD 0.05	۱/۹۱	۲/۱۱	۱۹۳/۸۴	۳۶/۱۱	۰/۲۲	۰/۹۹	۲/۶۶	۰/۳۸
مقادیر نیتروژن	۵۰ کیلوگرم در هکتار	۱۴۶/۷۰b	۷۵/۹۸a	۵۶۰۲c	۳۹۳/۳۸c	۴/۳۶c	۴۱/۵۲b	۱۱۲/۰۴a	۷/۷۰a
	۹۰ کیلوگرم در هکتار	۱۴۸/۱۲b	۷۷/۹۶a	۶۳۱۴b	۶۴۰/۵۹b	۶/۳۳b	۴۲/۲۹b	۷۰/۱۵b	۷/۱۲b
	۱۳۰ کیلوگرم در هکتار	۱۶۵/۳۹a	۷۷/۶۲a	۶۹۹۵a	۷۹۴/۲۲a	۷/۰۷a	۴۳/۹۶a	۵۳/۸۱c	۶/۱۱c
	LSD 0.05	۱/۹۱	۲/۱۱	۱۹۳/۸۴	۳۶/۱۱	۰/۲۲	۰/۹۹	۲/۶۶	۰/۳۸
تقسیط نیتروژن	S_1	۱۵۰/۵۵b	۷۵/۲۲b	۵۸۳۷b	۵۵۶/۸۴b	۵/۸۴b	۴۲/۶۰b	۷۳/۱۱b	۶/۳۲b
	S_2	۱۵۴/۲۹a	۷۷/۰۱b	۶۴۵۵a	۶۴۵/۲۳a	۶/۱۷a	۴۴/۰۸a	۸۱/۴۹a	۷/۴۴a
	S_3	۱۵۵/۳۷a	۷۹/۳۳a	۶۶۱۹a	۶۲۶/۱۲ab	۵/۷۶b	۴۱/۰۸c	۸۱/۴۰a	۷/۱۶a
	LSD 0.05	۱/۹۱	۲/۱۱	۱۹۳/۸۴	۳۶/۱۱	۰/۲۲	۰/۹۹	۲/۶۶	۰/۳۸

*: حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD است.

S_1: مصرف ۵۰ درصد نیتروژن به صورت پایه + مصرف ۵۰ درصد در مرحله ظهور خوشه

S_2: مصرف ۳۳/۳۳ درصد نیتروژن به صورت پایه + مصرف ۶۶/۶۶ درصد نیتروژن در مرحله ظهور خوشه

S_3: مصرف ۶۶/۶۶ درصد نیتروژن به صورت پایه و مصرف ۳۳/۳۳ درصد نیتروژن در مرحله ظهور خوشه

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر سال در منطقه به روش برش‌دهی متقابل بر مؤلفه‌های کیفی وابسته به نیتروژن در برنج

منطقه	جذب نیتروژن دانه (کیلوگرم در هکتار)	
	سال اول (۱۳۹۷)	سال دوم (۱۳۹۸)
بندپی بابل	۶۱۴/۸۴ a	۶۵۸/۵۹a
دشت بابل	۶۰۱/۲۵b	۶۵۵/۸۴a
لاهیجان	۶۱۴/۲۶a	۵۱۱/۶۰b

*: حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD است.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر سال در منطقه به روش برش‌دهی متقابل بر مؤلفه‌های کیفی وابسته به نیتروژن در برنج

منطقه	محتوای پروتئین دانه (درصد)		کارایی استفاده از نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)		کارایی جذب نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	
	سال اول (۱۳۹۷)	سال دوم (۱۳۹۸)	سال اول (۱۳۹۷)	سال دوم (۱۳۹۸)	سال اول (۱۳۹۷)	سال دوم (۱۳۹۸)
بندپی بابل	۵/۹۱b	۶/۱۷a	۸۰/۰۶a	۸۱/۴۲a	۷/۱۱a	۷/۶۱a
دشت بابل	۵/۹۱b	۶/۱۶a	۷۸/۶۴b	۸۱/۲۰a	۶/۶۳b	۷/۵۷a
لاهیجان	۶/۰۷a	۵/۳۲b	۷۷/۲۶b	۷۳/۴۱b	۷/۱۱a	۵/۸۴b

*: حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD است.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرمتقابل مقادیر و تقسیط نیتروژن بر مؤلفه‌های کیفی وابسته به نیتروژن در برنج

اثرمتقابل	محتوای پروتئین دانه (٪)	شاخص برداشت نیتروژن (٪)	کارایی استفاده از نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)
N_1S_1	۴/۱۲d	۴۱/۵۹bc	۱۰۶/۲۱ab
N_1S_2	۴/۶۰c	۴۲/۱۰abc	۱۱۷/۹۳a
N_1S_3	۴/۳۷cd	۴۰/۸۶c	۱۱۱/۹۸ab
N_2S_1	۶/۲۵bc	۴۱/۴۳bc	۶۲/۶۳bc
N_2S_2	۶/۴۳bc	۴۳/۶۷b	۷۴/۵۸b
N_2S_3	۶/۳۰bc	۴۱/۷۷bc	۷۳/۲۴b
N_3S_1	۷/۱۴ab	۴۴/۷۹ab	۵۰/۴۹d
N_3S_2	۷/۴۷a	۴۶/۴۷a	۵۱/۹۶d
N_3S_3	۶/۶۲b	۴۰/۶۱c	۵۸/۹۷c

*: حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD است.

N_1، N_2 و N_3: به ترتیب مقادیر ۵۰، ۹۰ و ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار.

S_1: مصرف ۵۰ درصد نیتروژن به صورت پایه + مصرف ۵۰ درصد در مرحله ظهور خوشه.

S_2: مصرف ۳۳/۳۳ درصد نیتروژن به صورت پایه + مصرف ۶۶/۶۶ درصد نیتروژن در مرحله ظهور خوشه.

S_3: مصرف ۶۶/۶۶ درصد نیتروژن به صورت پایه و مصرف ۳۳/۳۳ درصد نیتروژن در مرحله ظهور خوشه.

نتیجه‌گیری

یافته‌های مربوط به اثر تیمار مقادیر و تقسیط نیتروژن نشان داد حداکثر عملکرد شلتوک (۶۹۹۵ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که در مقایسه با مصرف ۵۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۵۶۰۲ و ۶۳۱۴ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب برابر ۲۴/۸۷ و ۱۰/۷۹ درصد افزایش نشان داد که علت اصلی آن نیز افزایش تعداد و درصد خوشه‌چه پر در خوشه بود. بیشترین عملکرد شلتوک (۶۴۵۵ و ۶۶۱۹ کیلوگرم در هکتار) در سطوح دوم و سوم تقسیط نیتروژن حاصل شد که در مقایسه با سطح اول تقسیط نیتروژن (۵۸۳۷ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب برابر ۱۰/۵۹ و ۱۳/۴۰ درصد بیشتر بود که به دلیل افزایش تعداد و درصد خوشه‌چه پر در خوشه و وزن هزار دانه بود. حداکثر جذب نیتروژن دانه با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد که در مقایسه با مصرف ۹۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار معادل ۲۳/۹۸ و ۱۰۱/۹۰ درصد افزایش نشان داد. بالاترین شاخص برداشت نیتروژن (۴۳/۹۶ درصد) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد که از این نظر مصرف ۹۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. بیشترین کارایی جذب نیتروژن (۷/۷ کیلوگرم بر کیلوگرم) با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد که در مقایسه با مصرف ۹۰ و ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار معادل ۸/۱۵ و ۲۶/۰۲ درصد افزایش یافت. بیشترین جذب نیتروژن دانه در سطح دوم تقسیط حاصل شد که در مقایسه با سطوح اول و سوم معادل ۳/۰۵ و ۱۵/۸۷ درصد افزایش یافت. کارایی استفاده از نیتروژن در سطوح دوم و سوم تقسیط معادل ۱۱/۴۶ و ۱۱/۳۴ درصد بیشتر از سطح اول تقسیط نیتروژن بود. کارایی جذب نیتروژن در سطوح دوم و سوم تقسیط معادل ۱۷/۷۲ و ۳۲/۲۹ درصد بالاتر از سطح اول تقسیط بود. بالاترین شاخص برداشت (۴۶/۴۷ درصد) با مصرف ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سطح دوم تقسیط به دست آمد. بیشترین کارایی استفاده از نیتروژن (۱۱۷/۹۳ کیلوگرم بر

کیلوگرم) با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار در سطح اول تقسیط مشاهده شد. بنابراین، مصرف مقادیر بالاتر نیتروژن منجر به افزایش عملکرد کمی شده؛ ولی باعث تلفات بیشتر نیتروژن و همچنین کاهش کارایی استفاده و جذب نیتروژن گردید.

منابع

اصفهانی م.، م. صدرزاده، م. کاووسی، و ع. دباغ محمدی نسب. ۱۳۸۴. اثرات مقادیر مختلف کود نیتروژن و پتاسیم بر رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد دانه برنج رقم طارم. مجله علوم زراعی ایران. ۷ (۳): ۲۲۶-۲۴۰.

امینی، م.، و م. جهانشاهی. ۱۳۹۰. شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌های زیست‌فناوری استان مازندران. گزیده‌ای از گزارش پژوهشی دفتر آموزش و پژوهش معاونت توسعه مدیریت و منابع انسانی استانداری مازندران. ۳۳ ص.

دستان، س.، ق. نورمحمدی، ح. مدنی، م. ابراهیمی، و ا. یساری. ۱۳۹۶. بررسی رشد و فنولوژی محصول اصلی و راتون ارقام برنج در سامانه‌های زراعی مختلف. دوفصلنامه فناوری تولیدات گیاهی. ۱۶ (۱): ۸۱-۱۰۱.

صالحی فر، م.، ج. اصغری، س.ح. پیمان، ح. سمیع زاده، و ح. دوستی. ۱۳۹۰. اثرات فاصله کشت، کودهای نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج هیبرید (بهار ۱). مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۴ (۲): ۱۵۵-۱۶۸.

فلاح ا. ۱۳۸۵. بررسی اثرات متقابل ازت و رژیم آبیاری برروی رشد و نمو و عملکرد برنج. نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران ـ کرج.

کاظمی پشت مساوی، ح.، ه. پیردشتی، م.ع. بهمنیار، و م. نصیری. ۱۳۸۶. مطالعه تأثیر مقادیر و تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد

و اجزای عملکرد ارقام مختلف برنج. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۵: ۷۷-۶۵.

مصطفوی راد، م.، و ر. طهماسبی سروستانی. ۱۳۸۲. ارزیابی اثرات کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و انتقال مجدد ماده خشک در سه لاین برنج. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۰ (۲): ۳۱-۲۱.

Bagayoko, M. 2012. Effects of plant density, organic matter and nitrogen Rates on rice yields in the system of rice intensification (SRI) in the "office du Niger" in Mali. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. 7(8): 620-632.

Belanger, R.R. 2008. Understanding the benefits of silicon feeding in plants through transcriptomic analyses. Silicon in Agriculture Conference. Wild Coast Sun, South Africa**.** 26-31 October

.

Belder, P., J.H.J. Spiertz, BAM. Bouman, and T.P. Toung. 2005. Nitrogen economy and water productivity of lowland rice under water irrigation. Field Crop Research. 93: 169-185.

Chaudhary, S.M., H. Muzzammil, J. Iqbal, and M.A. Anjum. 2009. Effect of nitrogen doses on incidence of bacterial leaf blight in rice. Journal of Agricultural Research. 47(3): 253-258.

Dastan, S., and A. Ghanbari-Malidarreh. 2011. Nitrogen and silicon interactions on agronomical indices, lodging and chemical traits in rice (*Oryza sativa*). The 5th International Conference on Silicon in Agriculture. Beijing, China, September 13-18.

Dastan, S., M. Siavoshi, D. Zakavi, A. Ghanbari Malidarreh, R. Yadi, E. Ghorbannia, and A. Nasiri. 2012. Application of nitrogen and silicon rates on morphological and chemical lodging related characteristics in rice (*Oryza sativa*) at the north of Iran. Journal of Agriculture Science. 4(6): 12-18.

Dobermann, A.C., D. Witt, S. Dawe, H.C. Adulrachman, R. Gines, S. agarajan, T.T. Satawa Thananont, P.S. Son, G.H. Tan, N.V. Wang, V.T.K. Chien, C.V. Thoa, P. Phung, P. Stalin, V. Muthukrishnan, M. Rani, S. Babu, L. Chatuorn, Q. Sook Thongsa, R. Sun, G. Fu, C. Simbahun, and M.A.A. Adviento. 2002. Site-specific nutrient management for intensive rice cropping system in Asia. Field Crops Research. 74: 37- 66.

Fageria, N.K., and V.C. Baligar. 2001. Lowland rice response to nitrogen fertilization. Communications in Soil

Science and Plant Analysis. 32 (9-10): 1405-1429.

Haefel, S.M., K. Naklang, D. Harnpichitvitaya, S. Jearakongman, E. Skulkhu, P. Romyen, S. Tabtim, and D. Suriya-Arunrorjas. 2006. Factor effecting rice yield and fertilizer response in rainfed low lands of northeast Thailand. Field crop Research. 8: 39-51.

Islam, M.S., M. Hasanzaman, and M. Rokouzzaman. 2008. Ratoon rice response to different fertilizer doses in irrigated conditions. Agriculturae Conspectus Scientificus. 73(4): 197-202.

Islam, M.S., S. Peng, R.M. Visperas, and N. Ereful. 2007. Lodging- related morphological traits of hybrid rice in a tropical irrigated ecosystem. Field Crops Research. 101: 240-248.

McDonald, A.J., P.R. Hobbs, and S.J. Riha. 2006. Does the system of rice intensification outperform conventional best management? A synopsis of the empirical record. Field Crops Research. 96: 31-36.

Yadi, R., M. Siavoshi, H.R. Mobasser, S. Dastan, and R. Nasiri. 2012. Effect of Plant Density on Morphologic Characteristics Related to Lodging and Yield Components in Different Rice Varieties (*Oryza Sativa* L.). Journal of Agricultural Science. 4(1): 31-38.

Effect of nitrogen amount and splitting on agronomic and physiological traits of rice (Oryza sativa L.) var. Tarom Hashemi

S.M. Jafari Kelarijani[1], D. Barari[2*], Y.Niknejad[2], H. Fallah[2] and E. Amiri[3]

1- Ph.D. student, Department of Agronomy, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
2- Assist. Prof, Department of Agronomy, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
3- Prof of Department of Irrigation, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.

Abstract

The experiment was conducted to investigate the response of rice crop plant to nitrogen management in in different geographical regions in northern Iran as factorial based on a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications in Mazandaran province (Band pay Babol and Babol Plain) and Guilan province (Lahijan region) during 2019 and 2020. Three levels of nitrogen fertilizer including 50, 90 and 130 kg N ha^{-1} from urea sources were used as main plots and three levels of nitrogen splitting in basal applied, initial heading stage and full heading stage were used as sub plots. The findings revealed that grain yield in Lahijan region (6044 kg ha^{-1}) was 6.57% and 5.53% lower than Band pay region and Babul Plain. With increase of 90 and 130 kg N ha-1 compared to 50 kg N ha-1, panicle length, number of panicle per hill, number of spikelet per panicle, filled spikelet percentage, grain nitrogen uptake, protein yield and nitrogen harvest index (0.77% and 2.44%, respectively) were significantly enhanced which resulted in enhance of grain yield (24.87% and 12.71%, respectively). GY with application of 50, 90 and 130 kg N ha-1 was 5602, 6314 and 6995 kg ha-1, respectively. In contrast, nitrogen utilization efficiency (108.21% and 30.37%, respectively) and nitrogen uptake efficiency (26.02% and 16.53%, respectively) were significantly decreased. Therefore, nitrogen management in the paddy field could be an effective approach to enhance performance of rice and nitrogen utilization efficiency is a major objective of future.

Keywords: Nitrogen utilization efficiency, Paddy field ecosystem, Productivity, Rice

*Corresponding author (davoodbarari@yahoo.com)