تأثیر مدیریت کوددهی نیتروژن بر عملکرد برنج (رقم خزر) و اجزای آن در یک خاک شالیزاری استان گیلان

حمیدرضا علی عباسی[۱]، مسعود اصفهانی[۱]، بابک ربیعی[۱] و مسعود کاوسی[۲]

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مقادیر و نوبت‌بندی کود نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد برنج(*Oryza sativa* L.) رقم خزر، آزمایشی در سال ۱۳۸۲ در یک خاک شالیزاری با بافت سبک در استان گیلان، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش شش تیمار شامل: شاهد(بدون استفاده از کود نیتروژن)، تیمار دوم(۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در زمان نشاکاری)، تیمار سوم (۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در زمان نشاکاری و پنجه‌زنی)، تیمار چهارم(۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در زمان نشاکاری، پنجه‌زنی و آغاز رشد زایشی)، تیمار پنجم(۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در زمان نشاکاری و پنجه‌زنی) و تیمار ششم(۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در زمان نشاکاری، پنجه‌زنی و آغاز رشد زایشی) مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بالاترین تعداد پنجه‌های بارور در تیمارهای پنجم و ششم با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در دو و سه نوبت(به ترتیب ۲۳۶ و ۲۴۸ عدد در متر مربع) به‌دست آمد. بالاترین درصد دانه‌های پر (۸۴/۸ درصد)، وزن هزار دانه(۲۶/۱ گرم) و عملکرد دانه(۴/۸۳ تن در هکتار) به تیمار ششم تعلق داشت، ولی از نظر عملکرد و وزن هزار دانه، تیمارهای چهارم و ششم با سه نوبت کوددهی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. این موضوع می‌تواند از تأثیر مصرف نوبت سوم کود نیتروژن در آغاز رشد زایشی و افزایش غلظت نیتروژن برگ پرچم(۳۳/۶ و ۳۱/۲ گرم نیتروژن برکیلوگرم وزن خشک برگ)، درجه سبزینگی(۳۹/۹ و ۳۹/۴) و مساحت بالاتر برگ پرچم(۴۵/۵ و ۴۴/۸ سانتی‌متر مربع) در طی دوره پرشدن دانه در این تیمارها ناشی شده باشد. تجزیه رگرسیونی نیز نشان داد که سبزینگی برگ پرچم در ۵ روز بعد از گل‌دهی و مساحت برگ پرچم به ترتیب حدود ۷۵ و ۷۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. در نتیجه، در این مناطق مصرف سه نوبت ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای رقم برنج خزر پیشنهاد می‌شود، زیرا با این روش می‌توان به عملکرد مشابهی با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار دست یافت.

واژه‌های کلیدی: برنج، نوبت‌بندی کود نیتروژن، عملکرد، اجزای عملکرد

مقدمه

ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان، اغلب تحت تأثیر میزان دسترسی آنها به منابع کودی به ویژه کود نیتروژن می‌باشد(۸). مصرف نیتروژن نه تنها موجب افزایش سطح

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲. استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]

فتوسنتز کننده (افزایش تعداد پنجه و توسعه سطح برگ) می‌شود، بلکه فعالیت آنزیم ریبولوز-۱و۵- بی‌فسفات کربوکسیلاز را افزایش می‌دهد. این آنزیم به‌تنهایی بیش از ۵۰ درصد پروتئین‌های محلول برگ را تشکیل می‌دهد، بنابراین انتظار می‌رود که هم‌بستگی بالایی بین مقدار جذب و ساخت دی اکسید کربن و غلظت نیتروژن یا پروتئین برگ وجود داشته باشد(۲). به علاوه، مصرف نیتروژن با تأثیرگذاری بر افزایش آنزیم‌های فتوسنتزی و غلظت کلروفیل در مراکز واکنش فتوسنتزی (Photosynthetic Reaction Centers) اثر مستقیمی بر مقدار فتوسنتز در واحد سطح برگ، رشد و عملکرد گیاه دارد(۸). پنگ و همکاران(۱۶) گزارش کردند که در گیاه برنج بین مقدار فتوسنتز در واحد سطح برگ و غلظت نیتروژن برحسب واحد سطح برگ ارتباط خطی وجود دارد. بر اساس تحقیقات انجام شده توسط ایشیمارو و همکاران(۱۲) نیز مشخص شد که غلظت نیتروژن برگ هم‌بستگی مثبتی را با مقدار آنزیم روبیسکوی (Rubisco) برگ دارد، به طوری که کاهش غلظت نیتروژن گیاه موجب کاهش فتوسنتز و مقدار آنزیم روبیسکو می‌شود. بنابراین، به نظر می‌رسد که بیلان نیتروژن در گیاه به طور مستقیم با بیلان دی اکسید کربن در ارتباط است.

یانگ و همکاران(۲۶) گزارش کردند که مصرف نیتروژن بعد از مرحلهٔ گرده افشانی در برنج موجب تحریک رشد ریشه، افزایش ساخت سیتوکنین‌ها (به طور عمده زآتین) در ریشه‌ها، تأخیر ظهور اسیدآبسسیک در برگ‌ها و افزایش نسبت زآتین به اسیدآبسسیک می‌شود که در نهایت این موضوع به افزایش ساخت پروتئین، جذب و ساخت کربن و انتقال آن به دانه در مرحلهٔ پر شدن دانه منجر می‌شود. بنابراین، مصرف نیتروژن در مرحلهٔ رشد رویشی و اوایل مرحلهٔ زایشی با تأثیر گذاری بر تولید شیره پرورده، سطح برگ و حفظ شدت فتوسنتز در مرحلهٔ پر شدن دانه‌ها، بر عملکرد دانه برنج تأثیر می‌گذارد(۴).

تن برگ و همکاران(۲۱) گزارش کردند که در دو برنج هیبرید Shanyou63 و Xieyou10 مصرف نیتروژن در سه یا چهار نوبت در فاصله زمانی بین مرحلهٔ نشاکاری تا ۵۰ روز بعد، موجب افزایش عملکرد، تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد خوشه‌چه در هر خوشه و تعداد دانه‌های پر شد. تالاکدر و همکاران(۲۰) نتیجه‌گیری کردند که بالاترین عملکرد برنج با مصرف سه نوبت نیتروژن (یک سوم در ۱۵ روز بعد از نشاکاری، یک سوم در ۳۰ روز بعد از نشاکاری و یک سوم در مرحلهٔ ظهور خوشه) به‌دست می‌آید، ولی کاستیلو و همکاران(۷) گزارش کردند که مصرف نیتروژن طی دو مرحله (نیمی در مرحلهٔ نشاکاری و نیمی در ۳۷ روز بعد از نشاکاری) در مقایسه با اعمال تیمارهای با تأخیر (نیمی در ۱۱ و نیمی در ۶۵ روز بعد از نشاکاری)، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد خوشه و تعداد پنجه را به طور معنی‌دار افزایش داد. آنها علت افزایش عملکرد را رشد رویشی بالاتر و غلظت بالاتر نیتروژن در دانه اعلام کردند. آسیف و همکاران(۶) با بررسی آثار مقادیر و نوبت‌بندی کود NPK بر عملکرد و پر شدن دانه گزارش کردند که نوبت‌بندی کود نیتروژن در سه مرحله، عملکرد و اجزای عملکرد دانه را به طور معنی‌داری افزایش و درصد خوشه‌چه‌های عقیم، خوشه‌چه‌های پوک و نرمی مغز دانه را در مقایسه با تیمارهایی که تمامی کود نیتروژن را در مرحلهٔ نشاکاری دریافت کرده بودند، کاهش داد.

با توجه به تلفات بالای ناشی از آبشویی کود نیتروژن در خاک‌های سبک و اهمیت بررسی زمان و مقدار مناسب مصرف کود سرک برای دست‌یابی به عملکرد بالاتر برنج، تحقیق حاضر به منظور بهبود مدیریت نیتروژن در شالیزارهای برخوردار از خاک‌های سبک شمال ایران و هم‌چنین افزایش عملکرد برنج رقم خزر انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۲ در یک مزرعهٔ شالیزاری شخصی با خاکی شنی(جدول۱) در آبکنار از توابع شهرستان بندر انزلی با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۲۰/۳ متر پایین‌تر از

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]

جدول۱. مشخصات خاک محل آزمایش

مشخصات نمونه	درصد اشباع بازی	هدایت الکتریکی $ds.m^{-1}$	اسیدیته کل	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذب $mg.kg^{-1}$	پتاسیم قابل جذب $mg.kg^{-1}$	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس
بلوک ۱	۴۳	۰/۶۸	۶/۴	۰/۶۵	۰/۰۷۰	۴۱/۷	۸۶	۸۸	۸	۴
بلوک ۲	۴۴	۰/۶۶	۶/۴	۰/۶۱	۰/۰۶۵	۲۲/۹	۹۵	۸۸	۸	۴
بلوک ۳	۴۹	۰/۶۳	۶/۵	۰/۷۲	۰/۰۷۷	۳۶/۹	۸۶	۸۸	۸	۴

سطح دریای آزاد اجرا شد. سه ماه قبل از اجرای آزمایش شخم اول انجام و بقایای گیاهی کشت قبلی به خاک برگردانده شد. خزانه‌گیری از بذرهای در ابتدای اردیبهشت ماه انجام و در نیمه دوم اردیبهشت ماه شخم دوم، مرزبندی، کانال‌کشی، ماله‌کشی و تسطیح به عمل آمد. نشاها تا مرحلهٔ ۴ تا ۳ برگی در خزانه نگه‌داری شدند و در ۲۹ اردیبهشت ماه به زمین اصلی انتقال یافتند، سپس نشاها با فاصله ۲۰×۲۰ سانتی‌متر به تعداد ۴ بوته در هر کپه در کرت‌هایی ابعاد ۵/۶×۵/۸ متر نشاکاری شدند.

در این آزمایش آبیاری در طی فصل رشد تا ده روز قبل از برداشت برنج به روش غرقابی انجام شد. برای مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز، علف‌کش بوتاکلر به غلظت ۳/۵ لیتر در هکتار در چهار روز قبل از نشاکاری مصرف شد. کرت‌ها به مدت سه روز با آب حاوی علف‌کش غرقاب نگه‌داشته شدند، سپس آب کرت‌ها تخلیه و دوباره آبگیری شد. مبارزه دستی با علف هرز (وجین)، طی دو نوبت در ۲۵ و ۵۰ روز بعد نشاکاری انجام شد. برای مبارزه شیمیایی با آفت کرم ساقه خوار برنج از سم دیازینون (گرانول) ۱۰ درصد به میزان ۱۵ کیلوگرم در سه نوبت (در مرحلهٔ پنجه‌زنی، ظهور خوشه و خمیری شدن دانه) استفاده و برای مبارزه با بیماری بلاست از قارچ‌کش هینوزان (دو در هزار) در مرحلهٔ ظهور خوشه استفاده شد.

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با شش تیمار انجام شد. در یک روز قبل از نشاکاری مقادیر صفر، ۴۰، ۴۰، ۴۰، ۶۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره (۴۶ درصد) به ترتیب برای تیمارهای اول تا ششم به خاک اضافه شدند. برای تمام تیمارها مقدار ۴۵ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به صورت مخلوط با خاک سطحی به زمین اصلی اضافه شد. در اواسط مرحلهٔ پنجه‌زنی (۳۴ روز بعد از نشاکاری) به ترتیب ۴۰، ۲۰، ۶۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار به تیمارهای سوم، چهارم، پنجم و ششم و در مرحلهٔ آغاز رشد زایشی، یعنی به هنگام تغییر شکل مریستم خوشه از شکل گنبدی به شکل ستونی (۵۳ روز بعد از نشاکاری) به ترتیب۲۰ و ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به تیمارهای چهارم و ششم به صورت پخش سطحی اضافه شد(جدول۲).

درجه سبزینگی بالاترین برگ بوته در اوایل و اواسط مرحلهٔ پنجه زنی، آغاز رشد زایشی (Panicle initiation) (به ترتیب ۲۹، ۳۹، و ۵۹ روز بعد از نشاکاری) و بعد از پنجاه درصد گل‌دهی (۷۴ روز بعد از نشاکاری) به ترتیب در ۷۹ و ۸۹ روز بعد از نشاکاری با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD-502, Minolta Co. Japan) اندازه‌گیری شد. برای این منظور در هر کرت تعداد ۳۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و بالاترین برگی که به تازه‌گی به حداکثر اندازه خود رسیده بود نمونه‌برداری شد. برای هر برگ در یک سوی رگبرگ اصلی و در سه نقطه از پهنک برگ (نوک، وسط و پایین) قرائت انجام گرفت، سپس مساحت برگ‌های نمونه‌برداری شده به روش وزنی (رسم تصاویر برگ‌ها بر کاغذ A4) تعیین شد. نمونه‌های برگی برداشت شده پس از شستشو (با آب مقطر) در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در خشک کن قرار داده شدند، سپس وزن خشک نمونه‌های برگی برای هر کرت به طور جداگانه تعیین شدند. غلظت کل نیتروژن در واحد وزن خشک برگ به روش

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]

جدول۲. تیمارهای کود نیتروژن

تیمار		نیتروژن مصرفی(کیلوگرم در هکتار)		
		پایه	اواسط پنجه‌زنی	ابتدای رشد زایشی
شاهد	T_1	–	–	–
تیمار۲	T_2	۴۰	–	–
تیمار۳	T_3	۴۰	۴۰	–
تیمار۴	T_4	۴۰	۲۰	۲۰
تیمار۵	T_5	۶۰	۶۰	–
تیمار۶	T_6	۶۰	۳۰	۳۰

کجلدال و هضم مادهٔ خشک گیاهی (۰/۳ گرم) با استفاده از اسید سولفوریک، اسید سالیسیک و آب اکسیژنه(۹) در آزمایشگاه بخش خاک و آب موسسهٔ تحقیقات برنج کشور در رشت تعیین شد. با استفاده از نسبت بین وزن و مساحت برگ غلظت نیتروژن برحسب واحد سطح برگ نیز محاسبه شد.

برای محاسبه تعداد پنجه در واحد سطح، در زمان رسیدگی، در هر کرت سه ناحیه با مساحت یک متر مربع به طور تصادفی انتخاب و تعداد پنجه‌های بارور و غیر بارور در هر ناحیه به طور جداگانه شمارش شدند. پس از محاسبه تعداد کل پنجه در واحد سطح از تناسب بین تعداد پنجه‌های بارور و تعداد کل پنجه‌ها، درصد پنجه‌های بارور برآورد شد. به منظور تعیین تعداد خوشه‌چه در واحد سطح، تعداد ۱۰ خوشه به طور تصادفی از هر کرت انتخاب شدند. سپس خوشه‌ها از ناحیه گردن جدا و تعداد کل خوشه‌چه و دانه پر برای هر خوشه به طور جداگانه شمارش شد. از نسبت دانه‌های پر به کل خوشه‌چه در هر خوشه درصد دانه‌های پر به دست آمد. هم‌چنین وزن هزار دانه، در خوشه‌های نمونه‌برداری شده تعیین شدند. برای تعیین عملکرد دانه، پس از کف بر کردن بوته‌های موجود در مساحت ۵ متر مربع در هر کرت، خرمن کوبی و جدا کردن دانه‌ها از اندام هوایی، دانه‌ها در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در خشک کنی خشک شدند و بعد از توزین، عملکرد دانه در واحد سطح بر اساس رطوبت ۱۴ درصد دانه محاسبه شد.

برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها از نرم افزار SAS، برای محاسبهٔ ضرایب هم‌بستگی و روابط رگرسیونی از نرم افزار SPSS، برای رسم کردار از نرم‌افزار EXCEL و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن و آزمون مقایسه‌های گروهی (مستقل) در سطح احتمال پنج درصد در صورت معنی‌داری بودن اثر عامل آزمایشی استفاده شد.

نتایج و بحث

رنگ، غلظت نیتروژن و مساحت برگ در ابتدای مرحلهٔ زایشی

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که در ۵۹ روز بعد از نشاکاری مصرف دو و سه نوبت ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با تیمار شاهد موجب افزایش معنی‌دار(در سطح احتمال یک درصد) سبزینگی رنگ برگ (مقادیر کلروفیل‌متر)، مساحت بالاترین برگ بوته، غلظت نیتروژن بر حسب سطح و وزن برگ شد(جدول۳). مقایسه‌های گروهی (مستقل) نشان داد که مساحت بالاترین برگ و غلظت نیتروژن بر حسب وزن برگ در تیمارهای سوم و پنجم بالاتر از تیمارهای چهارم و ششم بود(جدول۴). با توجه به این که در اواسط مرحلهٔ پنجه‌زنی (۲۵ روز قبل از این مرحله) تیمارهای سوم و پنجم در مقایسه با تیمارهای چهارم و ششم مقادیر

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]

جدول۳. تجزیه واریانس و مقایسه‌های گروهی مساحت برگ و مقادیر کلروفیل‌متر(SPAD)، غلظت نیتروژن برحسب سطح (Na) و وزن (Ndw) بالاترین برگ بوته در ۵۹ و برای برگ پرچم در ۷۹ روز بعد از نشاکاری در تیمارهای کود نیتروژن

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		مساحت برگ پرچم	SPAD 59	Na 59	Ndw 59	SPAD 79	Na 79	Ndw 79	مساحت برگ پرچم
بلوک	۲	۰/۲۵۳^{ns}	۰/۴۵۵^{ns}	۷/۳۲×۱۰$^{-۴ns}$	۱/۴۶۸^{ns}	۰/۳۵۶^{ns}	۸/۳۴×۱۰$^{-۲ns}$	۹/۳۳۶^{ns}	۰/۳۹۹^{ns}
تیمار	۵	۱۱۴/۸۶**	۴/۶۶**	۲/۲۸×۱۰$^{-۲**}$	۱۵/۱۳**	۲۶/۵۴**	۰/۶۰۸**	۱۵۶/۰۶۸**	۲۱۰/۲۳۳**
۱ T_3T_4 vs. T_5T_6	۱	۰/۹۵۹^{ns}	۰/۲۲۲^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۲/۵۶۷^{ns}	۰/۲۸۰^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۲۲/۲۹^{ns}	۲۰/۷۷**
۲ T_3T_5 vs. T_4T_6	۱	۱/۴۲۴$^{\times}$	۰/۲۸۰^{ns}	۰/۰۰۰۸^{ns}	۷/۶۳۲*	۶۴/۸۷**	۱/۳۳۶**	۳۷۷/۹۶**	۳۰۷/۰**
۳ T_3 vs. T_5	۱	۷/۳۷۱**	۰/۱۱۶^{ns}	۰/۰۰۰۴^{ns}	۲/۴۲۸^{ns}	۰/۰۱۹^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۱۴/۷۲^{ns}	۲۹/۹۵**
۴ T_4 vs. T_6	۱	۱/۰۵۵^{ns}	۰/۱۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۰۳^{ns}	۰/۵۰۱^{ns}	۰/۳۷۵^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۸/۰۷^{ns}	۰/۹۳۲^{ns}
۵ T_3T_6 vs. T_4T_5	۱	۱/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۳۶۲^{ns}	۰/۱۱۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۵۰^{ns}	۰/۵۸۳^{ns}
خطا	۱۰	۰/۲۵۹	۰/۴۴۱	۶/۰۲×۱۰$^{-۴}$	۱/۲۲	۰/۳۰۵	۱/۳۸×۱۰$^{-۳}$	۱۱/۹۸	۰/۲۱۳
cv.%		۵/۶۲	۶/۹۱	۴/۲۳	۵/۴۹	۵/۵۴	۸/۲۲	۱۴/۶۶	۱/۲۹۴

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

۱. مقایسهٔ تیمارهای ۸۰ و ۱۲۰ N kg/ha
۲. مقایسهٔ تیمارهای دو و سه نوبت مصرف نیتروژن
۳. مقایسهٔ تیمارهای دو نوبت کوددهی با هم
۴. مقایسهٔ تیمارهای سه نوبت کوددهی با هم
۵. مقایسهٔ اثر متقابل مصرف نیتروژن در دو و سه نوبت با مصرف ۸۰ و ۱۲۰ N kg/ha

جدول۴. مقایسه میانگین مساحت برگ و مقادیر کلروفیل‌متر(SPAD)، غلظت نیتروژن برحسب سطح (Na) و وزن (Ndw) بالاترین برگ بوته در ۵۹ و برای برگ پرچم در ۷۹ روز بعد از نشاکاری در تیمارهای کود نیتروژن

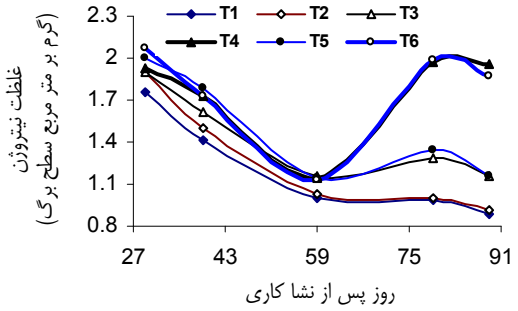
تیمار	مساحت برگ ۵۹ (Cm^2)	SPAD 59 (بدون واحد)	Na 59 (g/m^2)	Ndw 59 (g/kg)	SPAD 79 (بدون واحد)	Na 79 (g/m^2)	Ndw 79 (g/kg)	مساحت برگ پرچم (Cm^2)
شاهد	۲۲/۴۳^{d}	۳۳/۱^{b}	۱/۰۱^{b}	۱۷/۵۰^{c}	۳۳/۱^{c}	۰/۹۹^{c}	۱۶/۶۶^{b}	۲۶/۲۳^{e}
دو	۲۴/۶۷^{c}	۳۳/۶^{b}	۱/۰۳^{b}	۱۷/۳۳^{c}	۳۳/۴^{c}	۱/۰۰^{c}	۱۷/۵۶^{b}	۲۷/۳۳^{d}
سه	۳۴/۶۵^{b}	۳۶/۰^{a}	۱/۱۳^{a}	۲۲/۸۸^{a}	۳۴/۹^{b}	۱/۲۹^{b}	۱۹/۶۶^{b}	۳۲/۸۳^{c}
چهار	۳۵/۵۰^{b}	۳۵/۷^{a}	۱/۱۴^{a}	۲۰/۹۵^{ab}	۳۹/۴^{a}	۱/۹۷^{a}	۳۱/۲۹^{a}	۴۴/۸^{a}
پنج	۳۶/۷۶^{a}	۳۵/۷^{a}	۱/۱۶^{a}	۲۱/۶۱^{ab}	۳۵/۱^{b}	۱/۳۴^{b}	۲۲/۷۹^{b}	۳۷/۳^{b}
شش	۳۴/۵۶^{b}	۳۵/۴^{a}	۱/۱۴^{a}	۲۰/۳۷^{b}	۳۹/۹^{a}	۱/۹۸^{a}	۳۳/۶۱^{a}	۴۵/۵۶^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

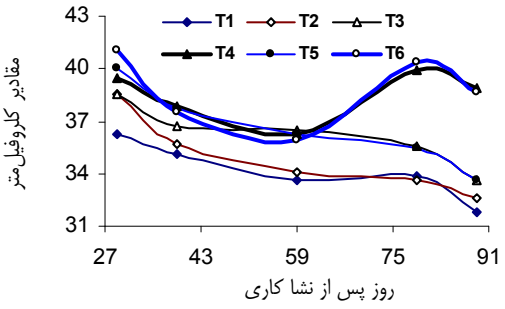
بالاتری از کود نیتروژن را دریافت کرده بودند (۴۰ و ۶۰ در مقابل ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار)، به نظر می‌رسد که مساحت و غلظت نیتروژن بر حسب وزن برگ در این مرحلهٔ زیر تأثیر مصرف کود سرک اول قرار گرفته است. به طوری که حتی مصرف مقادیر بالاتر کود نیتروژن در تیمار پنجم در مقایسهٔ با تیمار سوم موجب افزایش مساحت بالاترین برگ بوته شد(جدول۴). اما بعد از مصرف کود سرک اول به احتمال زیاد به علت سبک بودن بافت خاک مزرعه به تدریج نیتروژن از دسترس گیاه خارج شد که این موضوع موجب عدم اختلاف معنی‌داری غلظت نیتروژن بر حسب سطح برگ(شکل۱) و سبزینگی رنگ برگ (شکل۲) و اختلاف کم مساحت و غلظت نیتروژن بر حسب وزن برگ بین تیمارهای سوم تا ششم شد(جدول۴).

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]



شکل۱. تغییرات غلظت نیتروژن برگ برحسب سطح برگ پس از نشاکاری در تیمارهای کود نیتروژن



شکل۲. تغییرات مقادیر کلروفیل‌متر پس از نشاکاری در تیمارهای کود نیتروژن

رنگ، غلظت نیتروژن برگ و مساحت برگ پرچم در ۵ روز بعد از مرحلهٔ گل‌دهی

بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که نوبت بندی مصرف کود نیتروژن در هکتار در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری را بر سبزینگی رنگ برگ، غلظت نیتروژن بر حسب سطح و وزن برگ در ۷۹ روز بعد از نشاکاری داشت (جدول۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سبزینگی رنگ برگ، غلظت نیتروژن بر حسب وزن و سطح برگ در تیمارهای چهارم و ششم با سه نوبت مصرف کود نیتروژن بالاتر از تیمارهای سوم و پنجم با دو نوبت کوددهی بود(جدول‌های ۳ و ۴) که به احتمال زیاد این موضوع به علت مصرف کود سرک دوم در تیمارهای چهارم و ششم می‌باشد.

مقایسه گروهی میانگین‌ها نشان داد که نوبت‌بندی کود نیتروژن در سه مرحله و افزایش مصرف آن مساحت برگ پرچم را به طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد افزایش داد (جدول۳). با این که مساحت برگ پرچم در تیمارهای ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن بیشتر از تیمارهای ۸۰ کیلوگرم بود، ولی بالاترین مساحت برگ پرچم در تیمار ششم و چهارم با سه نوبت مصرف نیتروژن مشاهده شد که به طور معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) بالاتر از تیمارهای سوم و پنجم با دو نوبت کوددهی و تیمارهای شاهد و دوم بود(جدول۳). پایین‌ترین مساحت برگ پرچم نیز در تیمار شاهد مشاهده شد(جدول۴).

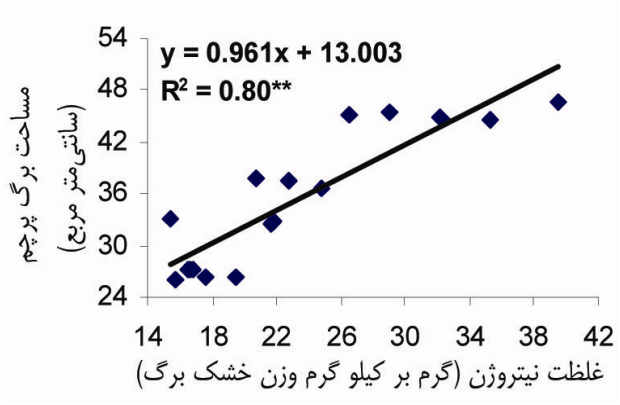
یانگ و همکاران(۲۶) گزارش کردند که مصرف مقادیر بالاتر نیتروژن و جذب بیشتر آن و هم‌چنین افزایش متابولیسم، جذب و ساخت کربن و نیتروژن در برنج موجب افزایش و توسعه سطح برگ شد. اوهنشی و همکاران(۱۷) نیز نشان دادند که شاخص سطح برگ زیر تأثیر تغییرات میزان جذب نیتروژن (ناشی از نوبت بندی نیتروژن) قرار می‌گیرد و ارتباط نزدیکی بین این دو متغیر وجود دارد. صدرزاده(۱) گزارش کرد که در برنج رقم خزر مصرف کود نیتروژن در مرحلهٔ نشاکاری موجب افزایش مساحت برگ پرچم می‌شود. وی بیان کرد که بالاترین مساحت برگ پرچم در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۳۴/۲ سانتی‌متر مربع) و پایین‌ترین آن در تیمار شاهد (۲۴/۴ سانتی‌متر مربع) مشاهده شد. بنابراین، با توجه به رابطه خطی معنی‌دار بین مساحت و غلظت نیتروژن برگ(شکل۳) و تأثیرگذاری مقدار نیتروژن مصرفی بر مساحت برگ می‌توان بیان کرد که مقادیر بالاتر کود نیتروژن و مصرف آن در ابتدای مرحلهٔ زایشی، در تیمارهای با سه نوبت کوددهی، به افزایش غلظت نیتروژن(شکل۱) و مساحت برگ پرچم منجر شده است(جدول‌های ۳ و ۴).

تعداد پنجه‌های بارور در واحد سطح

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که افزایش مصرف کود نیتروژن از ۸۰ به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در سطح احتمال یک درصد موجب افزایش معنی‌داری تعداد

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]



شکل۳. رابطه رگرسیونی بین مساحت و غلظت نیتروژن برگ پرچم در ۵ روز بعد از گل‌دهی

پنجه بارور در واحد سطح شد(جدول۶). مقایسه گروهی میانگین‌ها نشان داد با این که مصرف سه نوبت کود نیتروژن در مقایسه با مصرف دو نوبت آن در سطح احتمال پنج درصد تعداد پنجه بارور را افزایش داد، ولی بیشترین تعداد پنجه بارور در تیمارهای ششم و پنجم با مصرف مقادیر بالاتر نیتروژن (۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در دو و سه نوبت) دیده شد(جدول۶). مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در دو و سه نوبت (تیمارهای سوم و چهارم) نیز موجب افزایش معنی‌دار تعداد پنجه بارور در واحد سطح در مقایسه با تیمار شاهد شد(جدول۷). کاستیلو و همکاران(۷) کوبایاسی(۱۴) و سینگ و همکاران(۱۹)گزارش کردند که بارزترین اثر مصرف کود نیتروژن بر عملکرد برنج از طریق افزایش تعداد پنجه (حفظ و تحریک تولید آن) تظاهر می‌کند.

نتایج این آزمایش نشان داد که درجه سبزینگی برگ، مساحت بالاترین برگ در بوته و غلظت نیتروژن بر حسب سطح و وزن برگ در اوایل و اواسط مرحلهٔ پنجه‌زنی هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) با تعداد پنجه‌های بارور داشت. با توجه به این که ضرایب هم‌بستگی محاسبه شده در اواسط پنجه‌زنی، در مقایسه با اوایل پنجه‌زنی پایین‌تر بود (جدول۵)، به نظر می‌رسد که مصرف مقادیر بیشتر نیتروژن (به ویژه در مرحلهٔ نشاکاری) موجب افزایش تعداد پنجه‌های بارور در تیمارهای پنجم و ششم در مقایسه با تیمارهای سوم و چهارم شده است. در این خصوص کاستیلو و همکاران(۷) گزارش کردند که تأخیر در مصرف نیتروژن در مرحلهٔ نشاکاری موجب کاهش تعداد پنجه و تعداد خوشه در واحد سطح و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود. صدرزاده(۱) گزارش کرد که مصرف مقادیر صفر،۳۰،۶۰،۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در مرحلهٔ نشاکاری موجب افزایش معنی‌دار تعداد خوشه در واحد سطح برنج رقم خزر شد (به ترتیب ۱۹۰، ۲۱۱، ۲۴۰، ۲۴۸، ۲۸۱ عدد خوشه)، با توجه به نتایج این آزمایش نیز می‌توان، به اهمیت و تأثیر مقدار کود نیتروژن مصرفی بر تشکیل پنجهٔ اولیه که منشا پنجه‌های بارور می‌باشند(۲۶) در مرحلهٔ نشاکاری پی برد.

تعداد پنجه‌های نابارور و درصد پنجه‌های بارور

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نوبت‌بندی کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری را (در سطح احتمال یک درصد) بر تعداد پنجه‌های نابارور در واحد سطح و درصد پنجه‌های بارور دارد. بالاترین تعداد پنجه‌های نابارور در واحد سطح در تیمار سوم و پنجم با دو نوبت مصرف نیتروژن دیده شد که به طوری معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارهای بود (جدول۶). هم‌چنین مصرف سه نوبت نیتروژن در تیمارهای چهارم و ششم موجب افزایش معنی‌داری درصد پنجه‌های بارور نسبت به تیمارهای پنجم و سوم با دو نوبت کوددهی شد(جدول۶)، ولی اختلاف معنی‌داری را با تیمارهای اول و دوم نشان نداد. پایین‌ترین درصد پنجه‌های بارور در تیمار سوم مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با تیمار پنجم نداشت(جدول۷).

کاهش درصد پنجه‌های بارور در تیمارهای با دو نوبت مصرف نیتروژن می‌تواند به علت مصرف کود سرک اول در اواسط مرحلهٔ پنجه زنی باشد، زیرا مصرف کود نیتروژن (به ویژه در صورت مصرف زیاد آن) در این مرحله علاوه بر تأثیر گذاری بر تعداد پنجه‌های بارور، می‌تواند موجب تشکیل

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]

جدول۵. هم‌بستگی پنجه‌های بارور با مساحت بالاترین برگ در بوته (La)، مقادیر کلروفیل‌متر (SPAD)، غلظت نیتروژن برگ پرچم برحسب وزن (Ndw) و سطح برگ (Na) به ترتیب در ۲۹ و ۳۹ روز بعد از نشاکاری

		La (Cm^2)	SPAD	Na (g/m^2)	Ndw (g/kg)
تعداد پنجه‌های بارور	۲۹ روز بعد از نشا کاری	۰/۹۰۲**	۰/۹۱۲**	۰/۹۰۲**	۰/۷۹۶**
	۳۹ روز بعد از نشا کاری	۰/۷۶۸**	۰/۷۹۷**	۰/۷۷۹**	۰/۷۹۰**

جدول۶. تجزیه واریانس و مقایسه‌های گروهی تعداد پنجه‌های بارور، تعداد پنجه‌های نابارور، درصد پنجه‌های بارور، تعداد کل خوشه‌چه، تعداد دانه پر، درصد دانه پر، وزن هزار دانه و عملکرد دانه

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		پنجه‌های بارور	پنجه‌های نابارور	درصد پنجه بارور	تعداد کل خوشه‌چه	تعداد دانه پر	درصد دانه‌های پر	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
بلوک	۲	۳۵/۷۴۲ ns	۷۷/۱۶ ns	۶/۷۸۴ ns	۶۷۷۳۷۲۶/۲ns	۴۹۷۶۷۸۵/۰۷*	۱/۷۴۲ ns	۰/۱۸ ns	۰/۲۴۷*
تیمار	۵	۲۴۶۱/۴۲ **	۸۰۱/۷۳ **	۶۱/۵۷۴*	۱۰۴۵۱۸۴۰/۳**	۱۲۸۵۹۹۸۹/۹**	۴۳/۲۹۳**	۸/۸۲۶ **	۱/۴۶۶**
۱ T_3T_4 vs. T_5T_6	۱	۲۰۲۸/۰××	۵۶/۳۳ ns	۰/۰۳۱ ns	۵۳۹/۸۸۶ ns	۱۰۵۲۶۲/۶ ns	۱/۶۸ ns	۱/۶۱ **	۰/۰۸۷ ns
۲ T_3T_5 vs. T_4T_6	۱	۴۸۱/۳۲ *	۲۳۵۲ **	۲۴۷/۴**	۹۷۸۱۴۰/۱ns	۴۲۰۵۵۹۱/۷ ns	۱۲۱/۶**	۴/۳۲ **	۰/۶۶۶**
۳ T_3 vs. T_5	۱	۱۰۶۶/۶ **	۲۸/۱۶ ns	۱۶/۴۲ ns	۳۸۹۲۵/۰ns	۱۸۶۱۴/۹۴ ns	۱/۳۳ ns	۲/۰۴ **	۰/۰۴۷ ns
۴ T_4 vs. T_6	۱	۹۴۲/۶۶ ××	۲۵۳/۵ ns	۱۰/۶۳ ns	۲۷۰۳۸/۶ ns	۳۵۴۳۴۲/۶ ns	۸/۹۳*	۰/۱۳۵ ns	۰/۰۴۰ ns
۵ T_3T_6 vs. T_4T_5	۱	۱/۳۳۳ ns	۲۲۵/۳ ns	۲۷/۸۳ ns	۶۵۴۲۳/۷ns	۲۶۷۶۹۴/۹ ns	۴/۵۸ ns	۰/۵۶۳ ns	۰/۰۰۰۱ns
خطا	۱۰	۷۰/۶۵	۸۹/۹	۱۲/۶۴۷	۲۰۳۰۵۲۱/۱۵	۹۶۷۹۲۹/۴۳	۱/۳۵۸	۰/۱۴۸	۰/۰۳۵۹
cv.%		۳/۹۵	۲۰/۰۳	۴/۳۳	۵/۸۱	۵/۰۷	۱/۴۸	۱/۵۸	۴/۶۳

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

۱. مقایسهٔ تیمارهای ۸۰ و ۱۲۰ N kg/ha
۲. مقایسهٔ تیمارهای دو و سه نوبت مصرف نیتروژن
۳. مقایسهٔ تیمارهای دو نوبت کوددهی با هم
۴. مقایسهٔ تیمارهای سه نوبت کوددهی با هم
۵. مقایسهٔ اثر متقابل مصرف نیتروژن در دو و سه نوبت با مصرف ۸۰ و ۱۲۰ N kg/ha

جدول۷. مقایسه میانگین تعداد پنجه‌های بارور، تعداد پنجه‌های نابارور، درصد پنجه‌های بارور، تعداد کل خوشه‌چه، تعداد دانه پر، درصد دانه پر، وزن هزار دانه و عملکرد دانه

تیمار	پنجه‌های بارور(m^{-2})	پنجه‌های نابارور(m^{-2})	درصد پنجه‌های بارور	تعداد کل خوشه‌چه(m^{-2})	تعداد دانه پر(m^{-2})	درصد دانه‌های پر	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه(t/ha)
شاهد	۱۷۳/۰^{d}	۳۰/۷^{b}	۸۴/۹^{ab}	۲۱۴۵۲^{c}	۱۶۱۱۴^{b}	۷۵/۱^{d}	۲۲/۱^{d}	۳/۰۶^{e}
دو	۱۷۸/۶^{d}	۴۰/۷^{b}	۸۲/۵^{ab}	۲۳۰۱۹^{cb}	۱۷۶۹۶^{b}	۷۶/۹^{cd}	۲۲/۶^{d}	۳/۴۵^{d}
سه	۲۰۹/۳^{c}	۶۹/۳^{a}	۷۵/۱^{c}	۲۵۸۸^{a}	۲۰۱۰۹^{a}	۷۷/۷^{c}	۲۴/۲^{c}	۴/۱۹^{c}
چهار	۲۲۲/۶^{bc}	۳۲/۷^{b}	۸۷/۱^{a}	۲۵۴۶۴^{ab}	۲۰۹۹۴^{a}	۸۲/۴^{b}	۲۵/۸^{ab}	۴/۶۷^{ab}
پنج	۲۳۶/۰^{ab}	۶۵/۰^{a}	۷۸/۴^{bc}	۲۶۰۴۹^{a}	۱۹۹۹۸^{a}	۷۶/۸^{cd}	۲۵/۴^{b}	۴/۳۷^{bc}
شش	۲۴۸/۰^{a}	۴۵/۶^{b}	۸۴/۵^{ab}	۲۵۳۳۰^{ab}	۲۱۴۸۰^{a}	۸۴/۸^{a}	۲۶/۱^{a}	۴/۸۳^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]

پنجه‌های دیر گاهی و نا بارور شود(جدول۶). در این مورد آسیف و همکاران (۶) و فرجی و میرلوحی(۳) گزارش کردند که سطوح بالا و مصرف زیاد کود سرک نیتروژن در مرحله پنجه‌زنی، رشد رویشی و تعداد پنجه در واحد سطح را افزایش می‌دهد، ولی در زمان تشکیل آغازه‌های خوشه به علت ناکافی بودن تشعشعات خورشیدی و مواد غذایی در پنجه‌های دیر گاهی تعداد خوشه و درصد پنجه‌های بارور به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. در حالی که مصرف کود سرک نیتروژن در اوایل رشد زایشی می تواند به حفظ درصد بالاتری از پنجه‌های بارور منجر شود(۲۱).

تعداد کل خوشه‌چه در واحد سطح

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، مقدار نیتروژن مصرفی تأثیر معنی‌داری را (در سطح احتمال یک درصد) بر تعداد کل خوشه‌چه در واحد سطح دارد(جدول۶). مقایسه میانگین‌ها(جدول۷) نشان داد با این که مصرف ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تیمارهای سوم تا ششم به طور معنی‌داری تعداد کل خوشه‌چه در واحد سطح را در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار دوم افزایش داد، ولی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای سوم، چهارم، پنجم و ششم دیده نشد(جدول۶).

از آنجایی که رابطه خطی و مثبتی بین غلظت نیتروژن، کلروفیل، مساحت و میزان فتوسنتز برگ وجود دارد(۲۸). اختلاف غیر معنی‌دار غلظت نیتروژن بر حسب سطح برگ (شکل۱) و سبزینگی رنگ برگ (شکل۲) و هم‌چنین اختلاف کم مساحت برگ و غلظت نیتروژن بر حسب وزن برگ در تیمارهای سوم تا ششم در ابتدای مرحلهٔ رشد زایشی(جدول‌های۳ و ۴)، می‌تواند موجب دسترسی به مقادیر تقریباً یکسانی از فرآورده‌های فتوسنتزی در مرحلهٔ تمایز خوشه‌چه‌ها و اختلاف غیر معنی‌دار تشکیل تعداد خوشه‌چه در این تیمارها شده باشد. در این مورد کیسرس(۱۳) گزارش کرد که مصرف کود سرک دوم نیتروژن کمی قبل از شروع رشد زایشی به تشکیل حداکثر تعداد خوشه‌چه منجر می‌شود. صدر زاده(۱) در برنج رقم خزر هم‌بستگی رنگ برگ و مساحت برگ پرچم را با تعداد خوشه‌چه مثبت و معنی‌دار(۰/۶۴ و r=۰/۸۴) گزارش کرد. اکیتا(۵) گزارش کرد که هم‌بستگی بالایی بین غلظت نیتروژن برگ در مرحلهٔ زایشی و تعداد خوشه‌چه در واحد سطح وجود دارد و تشکیل خوشه‌چه‌ها زیر تأثیر جذب نیتروژن و دسترسی به کربوهیدرات‌ها در طول مرحلهٔ زایشی می‌باشد به طوری که غلظت بالاتر نیتروژن در بافت‌های گیاهی موجب تمایز بهتر خوشه‌چه‌ها و عرضه بهتر مواد فتوسنتزی مورد نیاز آنها می‌شود. بنابراین، می‌توان بیان کرد که غلظت نیتروژن در ابتدای دوره زایشی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تعیین کننده در تشکیل تعداد خوشه‌چه است(۹).

تعداد و درصد دانه‌های پر در واحد سطح

مقایسه میانگین ها نشان داد که مصرف ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار طی دو و سه نوبت موجب افزایش معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) تعداد دانه‌های پر در واحد سطح در مقایسه با تیمار شاهد شد. ولی مصرف ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تأثیر معنی‌داری را بر افزایش تعداد دانه‌های پر در واحد سطح نسبت به تیمار شاهد نداشت(جدول۶). برخلاف تعداد دانه‌های پر، نوبت‌بندی کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری را بر درصد دانه پر در واحد سطح داشت به طوری که بالاترین درصد دانه پر در تیمارهای ششم و چهارم (با سه نوبت مصرف نیتروژن) مشاهده شد که به طور معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) بالاتر از تیمارهای با دو نوبت کوددهی بود(جدول۶). پایین‌ترین درصد دانه پر نیز مربوط به تیمار شاهد بود، اگر چه اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمار دوم و پنجم وجود نداشت(جدول۷).

در این آزمایش درصد دانه‌های پر در تیمارهایی با سه نوبت کوددهی نیتروژن در محدوده بین ۸۰ تا ۸۵ درصد بود، به نظر می‌رسد که در این تیمارها بین مخزن و منبع تناسب خوبی وجود دارد(۲۷). دلیل این توازن مناسب به احتمال زیاد دریافت کود سرک دوم در ابتدای رشد زایشی و فراهم بودن کود

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]

نیتروژن به مقدار مناسب در طول دوره پر شدن دانه بوده که موجب افزایش غلظت نیتروژن (شکل۱)، کلروفیل (شکل۲) و مساحت برگ پرچم(جدول‌های ۳ و ۴) و هم‌چنین افزایش فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی شده است و در پی آن ظرفیت فتوسنتز بالاتر گیاه موجب افزایش درصد دانه‌های پر شده است(۲۶). با توجه به این که در سایر تیمارها درصد دانه پرشده پایین‌تر از ۸۰ درصد است به نظر می‌رسد که در این تیمار ها منبع عامل محدود کننده بوده است(۲۷).

لیانگ و همکاران(۱۶) گزارش کردند که با کاهش فرآورده‌های فتوسنتزی، تعداد دانه‌های پر کاهش و فرایند پرشدن دانه به تأخیر می‌افتد. آنها معتقد بودند که ظرفیت منبع عامل محدود کننده در پر شدن دانه است. ون کاتسوارلو(۲۳) نیز با استفاده از کاهش تعداد خوشه‌چه‌های یک رقم برنج گزارش کرد، با این که ظرفیت مخزن یک عامل مهم در تعیین عملکرد برنج به شمار می‌آید، ولی محدودیت منبع در برنج از اهمیت بیشتری در تعیین عملکرد برنج برخوردار است. بنابراین، می‌توان بیان کرد که درصد دانه‌های پر بستگی زیادی به شرایط تغذیه‌ای و فتوسنتز گیاه پس از مرحلهٔ گل‌دهی دارد(۲۳).

وزن هزار دانه

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس نشان داد که مقادیر بالاتر کود نیتروژن و نوبت‌بندی آن در سه نوبت بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول۶). با توجه به این که افزایش مصرف نیتروژن از ۸۰ به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد)وزن هزار دانه شد، ولی بیشترین وزن هزار دانه در تیمارهای چهارم و ششم (مصرف ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار طی سه نوبت) مشاهده شد، وزن هزار دانه در این تیمارها به طور معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) بالاتر از تیمارهای پنجم و سوم با دو نوبت کوددهی بود(جدول۶). کمترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار شاهد مربوط بود، که اختلاف معنی‌داری را با وزن هزار دانه تیمار دوم نشان نداد، ولی به طور معنی‌داری پایین‌تر از سایر تیمارها بود(جدول۷).

تالاکدر و همکاران(۲۰) با مصرف ۳۵، ۷۰ و۱۰۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سه نوبت (یک سوم ۱۵ روز بعد از نشاکاری، یک سوم ۳۰ روز بعد از نشاکاری و یک سوم در مرحلهٔ ظهور خوشه) نتیجه‌گیری کردند که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی وزن هزار دانه افزایش یافت. آسیف و همکاران(۶) نیز گزارش کردند که مصرف کود نیتروژن در سه مرحله موجب کاهش دانه‌های پوک و نرمی مغز دانه و افزایش وزن دانه نسبت به تیماری که تمامی کود نیتروژن را در مرحلهٔ نشاکاری دریافت کرده بودند، شد.

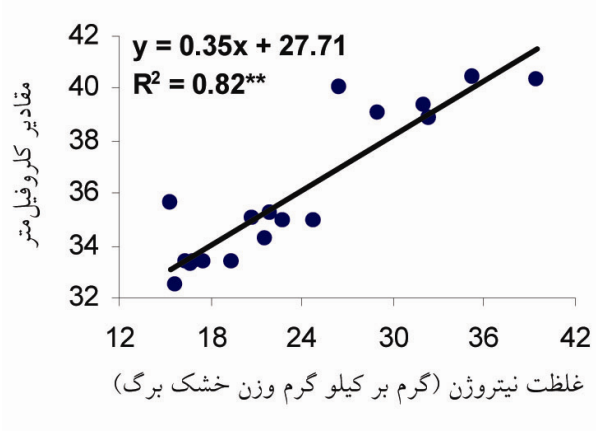
از آنجایی که ذخایر هیدرات کربن طی ۱۰ روز ابتدایی دوره پر شدن دانه در برنج، تعداد سلول‌های آندوسپرم، حجم مواد انتقال یافته به آندوسپرم و اندازه دانه‌ها را زیر تأثیر قرار می‌دهد(۱۱ و ۲۵) و هم‌بستگی بالایی نیز بین افزایش وزن دانه و افزایش غلظت نیتروژن برگ در طی دوره پر شدن دانه وجود دارد، بنابراین افزایش میزان غلظت نیتروژن(شکل۱)، کلروفیل (شکل۲) و مساحت برگ پرچم(جدول۶) ناشی از مصرف کود سرک دوم در تیمارهای چهارم و ششم می‌تواند موجب افزایش فتوسنتز، سرعت پر شدن دانه و افزایش وزن دانه شود(۲۴).

عملکرد دانه

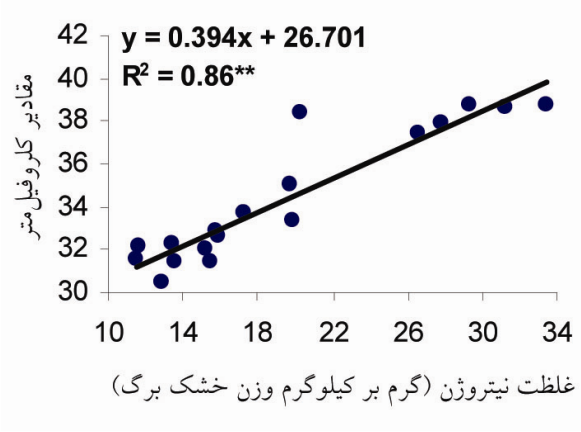
نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد دانه نشان داد که نوبت‌بندی کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری را بر عملکرد داشت (جدول۶). بیشترین عملکرد دانه در تیمار ششم (مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار طی سه نوبت) به‌دست آمد، که اختلاف معنی‌داری را تیمار چهارم (مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار طی سه نوبت) نشان نداد، ولی به طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها قرار گرفت. بین عملکرد دانه در تیمارهای سوم و پنجم با دو نوبت کوددهی نیز اختلاف معنی‌داری دیده نشد، ولی عملکرد این دو تیمار به طور معنی‌داری پایین‌تر از

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]



شکل۴. رابطه رگرسیونی بین مقادیر کلروفیل‌متر و غلظت نیتروژن برگ پرچم در ۵ روز بعد از گل‌دهی



شکل۵. رابطه رگرسیونی بین مقادیر کلروفیل‌متر و غلظت نیتروژن برگ پرچم در۱۵ روز بعد از گل دهی

تیمارهای چهارم و ششم با سه نوبت مصرف نیتروژن بود(جدول۶). کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد مشاهده شد(جدول۷).

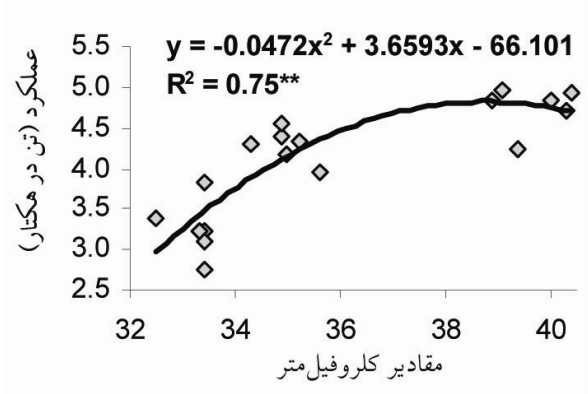
آسیف و همکاران(۶) گزارش کردند که مصرف کود نیتروژن در سه نوبت (یک سوم در مرحلهٔ نشاکاری، یک سوم در ابتدای پنجه‌زنی و یک سوم باقی مانده در مرحلهٔ تشکیل خوشه) موجب بهبود عملکرد دانه و اجزای آن (تعداد خوشه در متر مربع و وزن هزار دانه) شد. هم‌چنین نوبت‌بندی کود نیتروژن در سه مرحله عملکرد دانه، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد خوشه‌چه در خوشه، تعداد پنجه‌ها در واحد سطح، درصد دانه‌های پر و وزن هراز دانه را به طور معنی‌داری افزایش داد، در حالی که درصد خوشه‌چه عقیم، خوشه‌چه پوک و نرمی مغز دانه را نسبت به تیماری که تمامی نیتروژن را در مرحلهٔ نشاکاری دریافت کرده بودند کاهش داد. این پژوهشگران علت افزایش عملکرد دانه را در دسترس بودن نیتروژن در طی مرحلهٔ رویشی و زایشی به ویژه در مرحلهٔ پر شدن و رسیدگی دانه و کاهش عقیمی، ریزش گلچه‌ها و شیشه‌ای شدن دانه‌ها گزارش کردند.

تجزیه و تحلیل روابط رگرسیونی در این آزمایش نشان داد که بین غلظت نیتروژن برگ پرچم و مقادیر کلروفیل‌متر (که به طور غیر مستقیم میزان کلروفیل و سبزینگی برگ را نشان می‌دهد) در ۵ (شکل۴) و ۱۵ (شکل۵) روز بعد از گل‌دهی رابطه معنی‌دار و خطی وجود داشت، به طوری که به ترتیب حدود ۸۲ و ۸۶ درصد از تغییرات سبزینگی برگ پرچم ناشی از تغییرات غلظت نیتروژن برگ است. هم‌چنین مقادیر کلروفیل‌متر یا سبزینگی برگ پرچم، در ۵ (شکل۶) و ۱۵ (شکل۷) روز بعد از گل‌دهی به ترتیب رابطه درجه دوم و خطی را با عملکرد دانه داشت، به طوری که سبزینگی برگ پرچم در ۵ و ۱۵ روز بعد از گل‌دهی به ترتیب حدود ۷۵ و ۶۰ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد. مساحت برگ پرچم نیز رابطه خطی با میزان عملکرد دانه داشت، به طوری که حدود ۷۸ درصد تغییرات عملکرد دانه را موجب شد(شکل۸) این در حالی بود که مساحت برگ پرچم به شدت زیر تأثیر تغییرات غلظت نیتروژن برگ پرچم در ۵ روز بعد از گل‌دهی قرار گرفت(شکل۳).

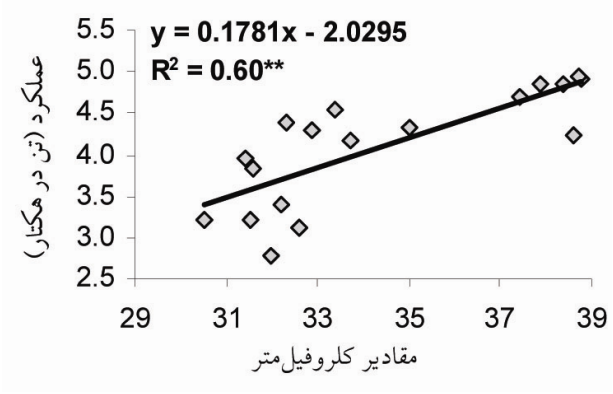
کواتروباس و تانوس(۱۵) بیان کردند که افزایش غلظت نیتروژن در اندام‌های هوایی در مرحلهٔ گرده‌افشانی بر فرایندهای تأثیرگذار بر تولید دانه مثل فتوسنتز مؤثر است، به‌طوری‌که با افزایش غلظت نیتروژن برگ، میزان جذب و ساخت دی‌اکسیدکربن به طور خطی افزایش می‌یابد. زهو و همکاران(۲۹) گزارش کردند که مصرف نیتروژن در مراحل آبستنی و پر شدن دانه‌ها، موجب بالا نگه داشتن میزان کلروفیل برگ پرچم و تأخیر در پیری برگ می‌شود، در نتیجه مقدار مواد

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

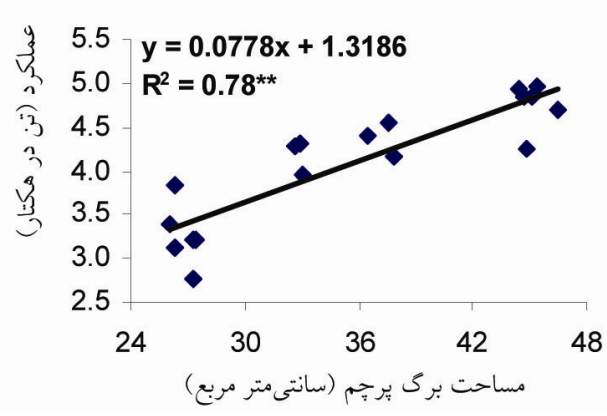
[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]



شکل۶. رابطه رگرسیونی بین مقادیر کلروفیل‌متر در ۵ روز بعد از گل دهی و عملکرد دانه



شکل۷. رابطه رگرسیونی بین مقادیر کلروفیل‌متر در ۱۵ روز بعد از گل دهی و عملکرد دانه



شکل۸ . رابطه رگرسیونی بین مساحت برگ پرچم و عملکرد دانه

فتوسنتزی و سرعت فتوسنتز در اندام‌های فتوسنتز کننده و عملکرد دانه را در رقم هیبرید ژاپنی به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. صدرزاده(۱) هم‌بستگی معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد بین عمکرد دانه با مساحت برگ پرچم(r=۰/۶۵) و مقادیر کلروفیل متر قرائت شده از برگ پرچم(r=۰/۷۲) در مرحلهٔ گل‌دهی گزارش کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که علاوه بر ارتباط معنی‌دار غلظت نیتروژن برگ با سبزینگی و مساحت برگ پرچم، ارتباط معنی‌داری نیز بین عملکرد دانه و غلظت نیتروژن، مساحت و سبزینگی برگ پرچم وجود دارد(شکل‌های ۱ تا ۶).

بنابراین، به نظر می‌رسد که در تیمارهای چهارم و ششم مصرف سه نوبت کود نیتروژن موجب فراهم شدن نیتروژن کافی در طول دوره رشد و افزایش غلظت نیتروژن، مساحت و کلروفیل یا سبزینگی برگ به ویژه در برگ پرچم در طی مرحلهٔ رشد زایشی شده است(جدول۷) که این موضوع به احتمال زیاد موجب افزایش میزان فتوسنتز جاری و حجم مواد انتقال یافته به دانه و افزایش وزن هزار دانه و درصد دانه‌های پر و در نهایت عملکرد بالاتر دانه در این تیمارها شده است. در نتیجه با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار برای رقم برنج خزر پیشنهاد می‌شود زیرا با مصرف این مقدار در سه نوبت می‌توان به عملکردی مشابه با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار دست یافت.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]

سپاسگزاری

از کلیه کارکنان موسسهٔ تحقیقات برنج رشت بخصوص کارکنان آزمایشگاه بخش خاک و آب که امکان تعیین میزان غلظت نیتروژن برگ برنج را فراهم کردند و همچنین از مهندسان اباذر علی عباسی، بهرام زارعی، حسین راسخ، مهدی حاج حسینی و حسین تحسیری به پاس کمک‌هایشان در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. صدرزاده، س.م. ۱۳۸۱. بررسی اثر کود ازت و پتاسیم بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص رشد برنج رقم خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

۲. صدیق، م. و م. بنایان. ۱۳۷۳. *مدلسازی فتوسنتز گیاهان زراعی* (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۳. فرجی، الف. و الف. میر لوحی. ۱۳۷۷. اثر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در اصفهان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۲ (۳): ۲۵ – ۳۳.

۴. مؤدب شبستری، م. و م. مجتهدی. ۱۳۶۹. *فیزیولوژی گیاهان زراعی* (ترجمه). انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

5. Akita, S. 1989. Progress in Irrigated Rice Research. International Rice Research Institute. 3th ed., Los Banos, Philippines.
6. Asif, M., F.M. Chaudhary and M. Saeed. 1999. Influence of NPK levels and split N application on grain filling and yield of fine rice. Int. Rice Res. Notes 25: 30-31.
7. Castillo, E.G., R.J. Buresh and K.T. Ingram. 1992. Lowland rice yield as affected by timing of water deficit and nitrogen fertilization. Agron. J. 84: 152-159.
8. Cechin, I. 1997. Comparison of growth and gas exchange in two hybrids of sorghum in relation to nitrogen supply. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal 9: 151-156.
9. Chapman, H.P. and P.F. Pratt. 1961. Methods of Analysis for Soils, plant and Water. University of California. Div. Agric. Sci., USA.
10. Hasegawa, T., Y. Koroda, N.G. Seligman and T. Horie. 1994. Response of spikelet number to plant nitrogen concentration and dry weight in paddy rice. Agron. J. 86: 673-676.
11. Horie, T., M. Ohnish, J.F. Angus, L.G. Lwein, T. Tsukaguchi and T. Matano. 1997. Physiological characteristics of high yielding rice inferred from cross-location experiments. Field Crops Res. 52: 55-67.
12. Ishimaru, K., N. Kobayashi, K. Ono, M. Yano and R. Ohsugi. 2001. Are content of Rubisco, soluble protein and nitrogen in flag leaves of rice controlled by the same genetics? J. Exp. Bot. 52:1827-1833.
13. Keisers, J.T. 1987. Effect of timing of nitrogen top-dressing on yield and yield components of direct-seeded wetland rice. De Surinaamse Landbouw Surinam Agriculture 35: 3-13.
14. Kobayasi, K. 2000. The analysis of the process in spikelet number determination with special reference to nitrogen nutrition in rice. Bull. of the Faculty of Life and Environ. Sci. Univ. 5: 13-17.
15. Koutroubasa, S.D. and D.A. Ntanos. 2003. Genotypic differences for grain yield and nitrogen utilization in Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. Field Crops Res. 83: 251-260.
16. Liang, J.S., J.H. Zhang and X.Z. Cao. 2001. Grain sink strength may be related to the poor grain filling of indicia Japonica rice hybrids. Phyologia Plantarum 112: 470-477.
17. Ohnishi, M., T. Horrio, K. Homma, N. Supapoj, H. Takano and S. Yamamoto. 1999. Nitrogen management and cultivars effects on rice yield and nitrogen efficiency in northeast Thailand. Field Crops Res. 64: 109-120.
18. Peng, S., K.G. Cassman and M.J. Kropff. 1995. Relationship between leaf photosynthesis and nitrogen content of field-grown rice in the tropics. Crop Sci. 35: 1627-1630.
19. Singh, S. and M.C. Jain. 2000. Growth and response of traditional tall and improved semi tall rice cultivars to moderate and high nitrogen, phosphorus and potassium levels. Indian J. Agric. Res. 33: 9-15.
20. Talcukdar, A.S.M.H.M., M.A. Sufian, C.A. Meisner, J.M. Duxbury, J.G. Lauren and A.B.S. Hossain. 2002. Rice, wheat, and mungbean yield in response to N levels and management under a bed planting system. World Congress of Soil Sciences, Thailand, PP. 1256-1267.
21. Ten Berge, H.F.M., Q. Shi, Z. Zheng, K.S. Rao, J.J. M. Riethovenh and X. Zhong. 1997. Numerical optimization of

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]

nitrogen application to rice. Part II. Field evaluations. Field Crops Res. 51: 43-54.
22. Tsuno, Y., T. Yamaguchi and J. Nakano. 1994. Analysis of the grain filling process of rice plant from the viewpoint of source-sink relationships and the role of root respiration in its relationship. Bull. of the faculty of Agric., Tottori Univ. 47: 1-10.
23. Venkateswarlu, B. 1976. Source-sink interrelationships in lowland rice. Plant Soil 44: 575-586.
24. Yamaguchi, T., Y. Tsuno, J. Nakano and K. Miki. 1995. Influence of nitrogen content on grain weight at the early ripening stage and relationship between root respiration and leaf area per spikelet of rice plants. Japanese J. of Crops Sci. 33: 12-23.
25. Yang, J.C., B.L. Su, S.B. Peng, Q.S. Zhu and S.L. Gu. 1999. Grain filling pattern of new plant type of rice. Chinese Rice Res. Newsletter 7: 10-11.
26. Yang, X., J. Zhang and W. Ni. 1999. Characteristics of nitrogen nutrition in hybrid rice. Int. Rice Res. Notes 25: 5-8.
27. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
28. Yoshida, S. and V. Coronel. 1976. Nitrogen nutrition, leaf resistance and leaf photosynthetic rate of the rice plant. Soil Sci. and Plant Nutr. 22: 207-211.
29. Zhou, R.B., L.P. Gu and J.H. Zhou. 1992. Study on improvement of rice fruiting and its nutrition's quality by intensifying the late nitrogen nutrition. Plant Physiol. 28: 171-176.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.4.22.3]