# برهم‌کنش کود نیتروژن و ریزوبیوم بر توانایی فتوسنتزی و زراعی لوبیا قرمز رقم صیاد در شهرستان ازنا

حسین پورهادیان[۱*]، نبی هداوند[۲] و حسن کاظم‌اصلانی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۶)

## چکیده

**به‌کارگیری کود نیتروژن در زراعت باعث افزایش توانایی فتوسنتزی و عملکرد محصول می‌شود. به‌همین منظور اثر کود شیمیایی نیتروژن و ریزوبیوم روی توانایی فتوسنتزی و زراعی لوبیا قرمز رقم صیاد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مرکز خدمات جهاد کشاورزی شهرک‌المهدی شهرستان ازنا با تیمارهای صفر (شاهد)، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم، ریزوبیوم+۳۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد اثر تیمارهای کودی روی شاخص سطح برگ، میزان، کارایی و سهم فتوسنتز جاری، میزان، کارایی و سهم انتقال مجدد، وزن خشک در مراحل قبل از گل‌دهی و رسیدگی و عملکرد دانه و اجزای آن معنی‌دار بود. مصرف کود شیمیایی و ریزوبیوم مقدار تمام صفات فوق به‌جز سهم فتوسنتز جاری را افزایش داد. بررسی ضرایب همبستگی نشان داد بین عملکرد دانه با میزان، کارایی و سهم فتوسنتز جاری و میزان، کارایی و سهم انتقال مجدد رابطه قوی وجود دارد. درنتیجه می‌توان با مصرف انواع کود نیتروژن علاوه بر افزایش توانایی فتوسنتزی گیاه به عملکرد مطلوب مورد نظر دست یافت.**

**واژه‌های کلیدی: انتقال مجدد، شاخص سطح برگ، عملکرد، فتوسنتز جاری و وزن خشک**

۱. استادیار گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، ایران
۲. کارشناس ارشد باغبانی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران
۳. کارشناس زراعت، سازمان جهاد کشاورزی، قم، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: hpoorhadian@yahoo.com

## مقدمه

حبوبات به‌ویژه لوبیا (*Phaseolous vulgaris*) با تأثیر مثبت بر تناوب زراعی و تأمین پروتئین گیاهی مورد نیاز انسان نقش ارزنده‌ای در زندگی بشر دارد (۱۴). به‌دلیل داشتن نقش کلیدی و پرنیاز بودن نیتروژن در رشد گیاه، حصول عملکرد مطلوب بستگی زیادی به آن دارد. بنابراین استفاده بی‌رویه از آن به‌صورت شیمیایی موجب زیان‌های اقتصادی و زیست‌محیطی می‌شود پس بایستی جایگزین مناسب‌تری برای این کود یافت. تثبیت نیتروژن مولکولی که یک روش بیولوژیک برای نیتروژن اتمسفری به فرم قابل استفاده گیاه است می‌تواند این نقش را ایفا کند (۶ و ۲۶) به‌همین دلیل امروزه در برنامه‌ریزی برای سیستم‌های کشاورزی پایدار، استفاده از همزیستی ریزوبیوم-لگومینوز ضرورتی است (۲۳).

گیاهان مواد ذخیره شده در دانه خود را از طریق فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی تأمین می‌کنند (۲۱). این منابع تأمین کننده مواد ذخیره‌ای، تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن (۲ و ۱۳) قرار می‌گیرند. چرا که نیتروژن مهم‌ترین ماده مغذی مؤثر بر تولید و توزیع مواد فتوسنتزی بوده و به‌طور مستقیم و غیرمستقیم ارتباط منبع و مخزن را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث توسعه سطح برگ، کمک به حفظ بازده مواد فتوسنتزی و تخصیص مواد خشک به اندام‌های زایشی می‌شود (۱). به‌کارگیری کود شیمیایی و ریزوبیوم نیتروژن باعث افزایش سطح برگ و وزن خشک در مراحل رویشی و زایشی در لوبیا قرمز (۲۰ و ۲۴) و دیگر شاخص‌های رشد در نخود (۹) شده و شرایط را برای تولید محصول بیشتر فراهم می‌سازد. گزارش شده (۲) سهم مواد فتوسنتزی قبل از گل‌دهی در عملکرد دانه بین ۶/۵ تا ۸۷/۹ درصد در ارقام مختلف تحت مقادیر نیتروژن است. مطالعه سطوح مختلف نیتروژن در ارقام قدیمی و مدرن گندم نشان داد وزن خشک در زمان گل‌دهی و رسیدگی با افزایش مصرف نیتروژن افزایش یافت و نیز عملکرد دانه در ارقام مدرن به‌دلیل بیشتر بودن راندمان جابه‌جایی ماده خشک و سهم انتقال مواد فتوسنتزی قبل گل‌دهی به دانه با استفاده از نیتروژن بهبود می‌یابد (۲).

پناهیان و جماعتی (۱۷) با مطالعه چهار سطح نیتروژن (۰، ۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار) روی گندم دریافتند با افزایش مصرف نیتروژن میزان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و سهم آن در عملکرد دانه کاهش و عملکرد دانه افزایش یافت. مجدم و همکاران (۱۳) دریافتند تأثیر مقادیر نیتروژن در گیاه ذرت بر میزان انتقال مجدد، کارایی انتقال مجدد و فتوسنتز جاری غیرمعنی‌دار بوده، اما باعث افزایش معنی‌دار میزان و سهم فتوسنتزی جاری و کاهش معنی‌دار سهم ذخایر بخش‌های رویشی گیاهان در تولید عملکرد دانه می‌شود. مجدم (۱۲) با مطالعه اثر چهار سطح ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در گیاه جو دریافت افزایش مقدار کود نیتروژن از ۶۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم موجب افزایش میزان انتقال مجدد و فتوسنتز جاری شد. بررسی‌ها (۳، ۷ و ۱۶) حاکی از تفاوت اثر مصرف کود نیتروژن بر انتقال مجدد مواد فتوسنتزی بود. افزایش مقدار مصرف نیتروژن منجر به تولید ماده خشک بیشتر در مرحله گرده‌افشانی شد (۳ و ۱۶)؛ بنابراین ذخیره لازم بیوماس قبل گل‌دهی را برای افزایش میزان (۳، ۵ و ۱۶) و سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به دانه را فراهم (۵) و سبب افزایش عملکرد شد (۳ و ۱۶). در مطالعه بحرانی و همکاران (۴) بیشترین انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در بین مقادیر صفر، ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، در ۸۰ کیلوگرم به‌دست آمد. اما در برخی موارد (۷) با افزایش مصرف کود نیتروژن میزان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی کاهش یافت و در اکثر موارد (۴ و ۷) کارایی انتقال مجدد با افزایش مصرف نیتروژن کاهش یافت که احتمالاً ناشی از کاهش فتوسنتز جاری در اثر کمبود مصرف نیتروژن و کاراتر شدن مکانیسم انتقال مجدد ماده خشک است (۳). بررسی اثر کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی در استفاده از ذخایر مرحله رویشی، انتقال مجدد آنها و سهم بخش‌های ذخیره‌ساز در پرکردن دانه (۲۵) حاکی از معنی‌دار بودن اثرات مصرف کودهای مختلف بر انتقال مجدد ساقه، برگ‌ها، ماده خشک و کارایی انتقال مجدد ماده خشک است. همچنین در مطالعه‌ای دیگر (۱) به‌کارگیری کود نیتروژنه

به‌صورت شیمیایی و زیستی در گندم موجب افزایش میزان، کارایی فتوسنتز جاری و کاهش سهم فتوسنتز جاری و افزایش میزان و سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی شد.

به‌کارگیری کود شیمیایی نیتروژن و ریزوبیوم برای تثبیت نیتروژن مورد نیاز گیاه به‌دلیل افزایش در رشد گیاه و سطح فتوسنتز کننده، باعث افزایش سطح برگ (۲۶) و به‌تبع آن افزایش وزن خشک برگ، ساقه (۲۰) و ماده خشک کل گیاه (۱۰ و ۱۱) می‌شود و درنتیجه صفات رویشی و زایشی افزایش می‌یابند (۱۹). به‌طوری که مصرف این کودها باعث افزایش تعداد شاخه فرعی و ارتفاع بوته (۸، ۱۹ و ۲۰)، تعداد گره در بوته (۱۹ و ۲۲)، دانه در غلاف و وزن صد دانه (۸، ۱۹ و ۲۲) دانه در بوته و در مترمربع و تعداد غلاف در بوته و در مترمربع (۱۹ و ۲۰) و عملکرد دانه (۱۰، ۱۵ و ۲۳) می‌شود. لازم به ذکر است بر اساس تعداد زیادی از مطالعه‌ها (۱۱، ۱۸ و ۱۹) افزایش در صفات مختلف در اثر به‌کارگیری ریزوبیوم، بیشتر یا هم‌راستا با مصرف کود شیمیایی نیتروژن است.

لوبیا قرمز یکی از محصولات مهم لرستان از جمله شهرستان ازنا است و تاکنون تحت شرایط اقلیمی آن منطقه اثر کود شیمیایی و زیستی (ریزوبیوم) نیتروژن از جنبه‌های مختلف مورد پژوهش قرار نگرفته است بنابراین این پژوهش با هدف بررسی برهم‌کنش کود نیتروژن و ریزوبیوم بر توانایی فتوسنتزی و زراعی لوبیا قرمز رقم صیاد در این منطقه اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار و ۶ تیمار در سال ۱۳۸۸ در مرکز خدمات جهاد کشاورزی شهرک‌المهدی شهرستان ازنا (طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۹ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۶ دقیقه و ۱۸۷۱ متر ارتفاع از سطح دریا) در اوایل تیرماه اجرا شد. به‌طوری که بذرهای لوبیا قرمز رقم صیاد در فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر روی پشته‌هایی به‌طول ۷ متر به فاصله ردیف ۱۰ سانتی‌متر در عمق ۵ سانتی‌متر در کرت‌هایی به‌طول ۹ و عرض ۴ متر کشت شد و تأمین عناصر غذایی بر اساس آزمایش خاک صورت گرفت (جدول ۱) و عملیات کاشت و داشت بر اساس توصیه‌های زراعی انجام شد. تیمارها شامل صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم تنها، ریزوبیوم+ ۳۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره (هر کیلوگرم بذر مصرفی با ۱۵ میلی‌لیتر از محلول ۲۰ درصد شکر مرطوب شده و سپس ۷ گرم از مایه تلقیح به آن اضافه شد و به‌خوبی به‌هم زده و پس از خشک شدن نسبی در سایه، بلافاصله اقدام به کشت شد) بودند. کود اوره در تیمار ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیمی به هنگام کاشت و نیمی دیگر به هنگام گل‌دهی مصرف شد. برای محاسبه وزن خشک اندام‌های رویشی، ۶ بوته با رعایت حاشیه در دو زمان ۵۰ درصد گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک از سطح زمین برداشت شد و اجزای بوته‌ها از هم تفکیک شد و سپس به‌مدت ۷۲ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و درنهایت با ترازوی آزمایشی با دقت ۰/۰۱ توزین شدند. همچنین برای محاسبه شاخص سطح برگ از همین بوته‌ها استفاده شد به‌طوری که با استفاده خط‌کش طول و عرض برگ آنها را اندازه گرفته و از فرمول

(عرض × طول) ۰/۵۸۳ + ۰/ ۶۲۴ = سطح برگ

برای تعیین شاخص سطح برگ استفاده شد (۲۱).

برای محاسبه میزان فتوسنتز جاری، سهم و کارایی آن و میزان، کارایی و سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از فرمول‌های زیر استفاده شد (۱۴):

=فتوسنتز جاری (گرم در مترمربع)

میزان انتقال مجدد ماده خشک به دانه – عملکرد دانه (گرم در مترمربع)

=کارایی فتوسنتز جاری (گرم در گرم)

اندام‌های رویشی در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی / میزان فتوسنتز جاری

= سهم فتوسنتز جاری در عملکرد (درصد)

۱۰۰ × عملکرد دانه / فتوسنتز جاری

= میزان انتقال مجدد (گرم در مترمربع)

– وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی

وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک

**جدول ۱. نتایج آزمون خاک محل آزمایش**

| ماده آلی | نیتروژن | پتاسیم | فسفر | آهن | روی | منگنز | مس | بر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (درصد) | | | | | ($mg\ kg^{-1}$) | | | |
| ۰/۴۵ | ۰/۰۴ | ۳۰۵ | ۶ | ۲/۰۲۵ | ۰/۹۲۵ | ۳ | ۰/۲ | ۰/۰۹ |

= کارایی انتقال مجدد (گرم در گرم)

وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی / میزان انتقال مجدد

= سهم انتقال مجدد (درصد)

۱۰۰ × عملکرد دانه / میزان انتقال مجدد

برای اندازه‌گیری تعداد شاخه فرعی، ارتفاع ساقه اصلی و تعداد گره آن، تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و بوته و در مترمربع و وزن صد دانه و عملکرد بوته، ۱۰ بوته از هر فاصله ردیف با رعایت حاشیه از هر کرت در مرحله رسیدگی کامل برداشت شد و اندازه‌گیری‌ها به‌عمل آمدند. برای محاسبه ارتفاع بوته، ۱۰ بوته در زمان رسیدگی فیزیولوژیک به‌طور تصادفی انتخاب و با خط‌کش از سطح زمین تا انتهای بوته اندازه‌گیری شد.

برای محاسبه عملکرد دانه در واحد سطح، ۲ مترمربع از هر کرت با رعایت حاشیه در مرحله رسیدگی کامل برداشت شد و پس از جداسازی دانه از کاه و کلش این صفت اندازه‌گیری شد. نتایج پس از تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS، در صورت معنی‌دار بودن میانگین‌های هر صفت، با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

## نتایج و بحث

### شاخص سطح برگ

اثر تیمارهای کودی بر شاخص سطح برگ در زمان گل‌دهی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با مصرف هر دو نوع کود مقدار این صفت افزایش یافت. به‌طوری که تیمار کودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین مقدار این صفت بود و به‌میزان ۷۲ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. البته تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای کودی ۲۰۰ و ریزوبیوم+ ۵۰ کیلوگرم در هکتار، بین ۱۰۰ و ریزوبیوم+ ۵۰ در کیلوگرم هکتار اوره و بین ریزوبیوم + ۳۰ کیلوگرم هکتار اوره و ریزوبیوم تنها وجود نداشت (۳). مصرف کودهای شیمیایی و ریزوبیوم به‌دلیل تأمین مواد غذایی شرایط مناسب را برای استفاده گیاه از سایر عوامل محیطی فراهم کرده که این امر موجب افزایش سطح برگ و تعداد برگ شده و افزایش شاخص سطح برگ را سبب شده است. مطالعات دیگر (۱۵ و ۲۰) نیز نشان داد مصرف کود نیتروژن باعث افزایش سطح برگ در گیاه شده و این موضوع افزایش شاخص سطح برگ را در پی دارد.

### فتوسنتز جاری

اثر تیمارهای مختلف کود نیتروژن روی فتوسنتز جاری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲) و با مصرف هر دو نوع کود شیمیایی و ریزوبیوم مقدار این صفت افزایش یافت. به‌طوری که بیشترین و کمترین فتوسنتز جاری به‌ترتیب در تیمارهای مصرف ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و شاهد (عدم مصرف کود) حاصل شد و مصرف مقدار ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم+۵۰ و ریزوبیوم+۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم تنها نسبت به شاهد به‌ترتیب باعث افزایش ۹۵، ۱۲۱، ۹۰، ۱۰۷ و ۴۱ درصد شد. اما تفاوت آماری بین تیمارهای ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و ریزوبیوم+ ۳۰ کیلوگرم اوره و بین تیمارهای ریزوبیوم+۵۰، ریزوبیوم + ۳۰ و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار مشاهده نشد (جدول ۳). بررسی ضرایب همبستگی نشان داد بین میزان فتوسنتز جاری و شاخص سطح برگ رابطه زیاد و مثبتی (**۰/۶۶) وجود داشت. مصرف کود شیمیایی (۱) و به‌کارگیری ریزوبیوم (۲۰) سبب افزایش شاخص سطح برگ و دوام آن شده و به‌تبع آن سبب افزایش فتوسنتز جاری در گیاه می‌شود. در پژوهش‌های دیگر نیز گزارش

**جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیولوژی لوبیا قرمز تحت اثر کود شیمیایی نیتروژن و ریزوبیوم**

| منابع تغییر | درجه آزادی. | شاخص سطح برگ در گل‌دهی | میزان فتوسنتز جاری | کارایی فتوسنتز جاری | سهم فتوسنتز جاری | میزان انتقال مجدد | کارایی انتقال مجدد | سهم انتقال مجدد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۳ | ۰/۲۱۸ | ۸۷/۹۷۱ | ۰/۰۰۲۸ | ۶/۹۶۸ | ۵۳/۸۹۸ | ۰/۰۰۰۲ | ۶/۹۶۸۹ |
| تیمار | ۵ | ۱/۵۶۳** | ۹۲۵۳/۶۸۰** | ۰/۰۳۷۰** | ۲۵۴/۸۳۰** | ۴۶۲۶/۶۴۰** | ۰/۰۱۶۵** | ۲۵۴/۸۳۰** |
| خطا | ۱۵ | ۰/۱۰۳ | ۱۵۲/۹۱۸ | ۰/۰۰۲۶ | ۱۲/۷۳۸ | ۸۸/۰۱۸ | ۰/۰۰۰۴ | ۱۲/۷۳۸ |

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین صفات فیزیولوژی لوبیا قرمز تحت اثر کود شیمیایی نیتروژن و ریزوبیوم**

| تیمارها | شاخص سطح برگ در گل‌دهی | میزان فتوسنتز جاری ($g\ m^{-2}$) | کارایی فتوسنتز جاری ($g\ g^{-1}$) | سهم فتوسنتز جاری در عملکرد دانه (٪) | میزان انتقال مجدد ($g\ m^{-2}$) | کارایی انتقال مجدد ($g\ g^{-1}$) | سهم انتقال مجدد (٪) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۰۰ کیلوگرم اوره | ۴/۱۰$^{a}$ | ۲۰۳/۸۹$^{b}$ | ۰/۴۵$^{b}$ | ۶۵/۴۴$^{d}$ | ۱۰۷/۵۶$^{a}$ | ۰/۲۳$^{a}$ | ۳۴/۵۶$^{a}$ |
| ۱۰۰ کیلوگرم اوره | ۳/۵۵$^{b}$ | ۲۳۱/۲۹$^{a}$ | ۰/۵۹$^{a}$ | ۷۶/۰۳$^{bc}$ | ۷۲/۸۶$^{b}$ | ۰/۱۹$^{b}$ | ۲۳/۹۷$^{bc}$ |
| ریزوبیوم+ ۵۰ کیلوگرم اوره | ۳/۸۰$^{ab}$ | ۱۹۹/۳۰$^{b}$ | ۰/۴۴$^{b}$ | ۶۵/۱۷$^{d}$ | ۱۰۶/۳۹$^{a}$ | ۰/۲۳$^{a}$ | ۳۴/۸۳$^{a}$ |
| ریزوبیوم+ ۳۰ کیلوگرم اوره | ۳/۰۴$^{c}$ | ۲۱۶/۶۸$^{ab}$ | ۰/۵۹$^{a}$ | ۷۸/۳۵$^{b}$ | ۵۹/۶۱$^{bc}$ | ۰/۱۶$^{b}$ | ۲۱/۶۵$^{c}$ |
| ریزوبیوم | ۲/۹۵$^{c}$ | ۱۴۷/۴۱$^{c}$ | ۰/۴۲$^{bc}$ | ۷۱/۹۲$^{c}$ | ۵۷/۶۹$^{c}$ | ۰/۱۶$^{b}$ | ۲۸/۰۹$^{b}$ |
| شاهد | ۲/۳۹$^{d}$ | ۱۰۴/۶۶$^{d}$ | ۰/۳۶$^{c}$ | ۸۵/۸۴$^{a}$ | ۱۷/۲۷$^{d}$ | ۰/۰۶$^{c}$ | ۱۴/۱۶$^{d}$ |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند در احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

شده افزایش مصرف کود نیتروژن در جو (۱۲)، ذرت (۱۳) و لوبیا (۱۸) موجب افزایش فتوسنتز جاری می‌شود.

**کارایی فتوسنتز جاری در عملکرد دانه**

اثر تیمارهای کودی بر کارایی فتوسنتز جاری در عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲) و مصرف کودهای شیمیایی و ریزوبیوم باعث افزایش این صفت نسبت شاهد شد. به‌طوری که تیمارهای ۱۰۰ و ریزوبیوم +۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار بیشترین و شاهد کمترین کارایی فتوسنتز جاری در عملکرد دانه را دارا بودند و تیمار ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم +۵۰ و ریزوبیوم+۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم تنها نسبت به شاهد به‌ترتیب باعث افزایش ۲۵، ۶۴، ۲۲، ۶۴ و ۱۷ درصد شد. اما تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای ۱۰۰ و ریزوبیوم + ۳۰ کیلوگرم اوره، بین تیمارهای ریزوبیوم+ ۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و بین ریزوبیوم و شاهد وجود نداشت (جدول ۳). ارزیابی ضرایب همبستگی حاکی از ارتباط بالا و مثبت بین کارایی فتوسنتز جاری با میزان فتوسنتز جاری (۰/۸۲**)، تعداد غلاف در بوته (۰/۶۱**) و دانه در بوته (۰/۴۷*) بود. این همبستگی‌ها نشان دادند که مصرف کود باعث شده که گیاه علاوه بر تولید فتوسنتز جاری بیشتر، غلاف و دانه در بوته بیشتری نیز در اثر به‌کارگیری انواع کود تولید کند و تا شرایط برای افزایش کارایی فتوسنتز جاری فراهم شود. پورهادیان و همکاران (۱۸) با بررسی اثر مصرف انواع کود نیتروژن و مقادیر مختلف آن بر کارایی فتوسنتز جاری دریافتند کاربرد و افزایش مصرف کود نیتروژن موجب افزایش این صفت می‌شود.

**سهم فتوسنتز جاری در عملکرد دانه**

با مصرف انواع کود نیتروژن سهم مشارکت فتوسنتز جاری در عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد به‌طور معنی‌داری تأثیر تحت قرار گرفت (جدول ۲). افزایش مصرف کود نیتروژن باعث کاهش این صفت شد. به‌طوری که تیمارهای شاهد و ریزوبیوم+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد مشارکت فتوسنتز جاری در عملکرد دانه بودند. اعمال تیمار ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم+۵۰ و ریزوبیوم+۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم تنها نسبت به شاهد به‌ترتیب باعث کاهش ۳۱، ۱۳، ۳۲، ۱۰ و ۱۹ درصدی سهم فتوسنتز جاری در عملکرد دانه شد. اما تفاوت معنی‌داری از نظر آماری بین تیمارهای ۲۰۰ کیلوگرم و ریزوبیوم+۵۰، بین ریزوبیوم+۳۰ و ۱۰۰ کیلوگرم اوره و بین ریزوبیوم تنها و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار وجود نداشت (جدول ۳). بررسی ضرایب همبستگی نشان داد بین سهم فتوسنتز جاری و تعداد دانه در بوته رابطه قوی و منفی (۰/۷۷**-) وجود داشت. به‌نظر می‌رسد در تیمار شاهد تولید دانه (مقصد) به‌اندازه‌ای نبوده تا به مواد ذخیره‌ای در اندام‌های رویشی به‌اندازه سایر تیمارها وابستگی پیدا کند و با کمک فتوسنتزی جاری، مواد لازم برای ذخیره در دانه تأمین شده است. مجدم و همکاران (۱۳) با بررسی سطوح مختلف نیتروژن بر سهم فتوسنتز جاری گیاه ذرت دریافتند با افزایش مقدار نیتروژن مقدار این صفت افزایش می‌یابد. آنها افزایش ماده خشک در اثر مصرف نیتروژن در طی پر شدن دانه‌ها را عامل افزایش سهم فتوسنتز جاری دانسته‌اند و این نتیجه مخالف یافته تحقیق حاضر بود. احتمالاً دلیل آن به تفاوت رشد رویشی ذرت و لوبیا مرتبط است؛ چرا که لوبیا رقم صیاد گیاهی دارای رشد نامحدود است و دانه بیشتری و در زمان طولانی‌تری نسبت به ذرت تولید می‌کند بنابراین فتوسنتزی جاری توانایی پرکردن کامل دانه‌های آن را ندارد. اما نتیجه این تحقیق با یافته‌های پورهادیان و همکاران (۱۸) هماهنگ بود.

**میزان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی**

مصرف کودهای نیتروژن شیمیایی و ریزوبیوم روی میزان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲) و باعث افزایش این صفت نسبت به شاهد شد. به‌طوری که تیمارهای ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و شاهد

به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان انتقال مجدد در مترمربع بودند. تیمار ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم+۵۰ و ریزوبیوم+۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم تنها نسبت به شاهد به‌ترتیب باعث افزایش ۵۲۳، ۳۲۲، ۵۱۶، ۲۴۵ و ۲۳۴ درصدی این صفت شد. اما تیمارهای ریزوبیوم+۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم، ریزوبیوم+۳۰ و ۱۰۰ کیلوگرم و ریزوبیوم تنها و ریزوبیوم+۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار تفاوت معنی‌دار آماری با هم نداشتند (جدول ۳). مصرف کود نیتروژن باعث مهیا شدن شرایط مناسب برای رشد بهتر گیاه و تولید بیشتر مواد فتوسنتزی برای ذخیره‌سازی در اندام‌های رویشی گیاه شده و همچنین تعداد مقصد (دانه) با به‌کارگیری کود نیتروژنه افزایش یافته است (۹، ۱۸ و ۲۰) و فتوسنتزی جاری کفاف تولید مواد به دانه را نکرده و این امر شرایط انتقال مجدد و بیشتر به دانه را فراهم کرده است. دلیل این موضوع همبستگی زیاد و مثبت میزان انتقال مجدد با وزن خشک اندام‌های رویشی تا زمان درصد گل‌دهی (**۰/۹۶)، شاخص سطح برگ (**۰/۶۷) و تعداد دانه (**۰/۹۰) است. در مطالعه مجدم (۱۲) و بحرانی و طهماسبی سروستانی (۳) نیز به مانند مطالعه حاضر، افزایش مصرف کود نیتروژن باعث افزایش سطح برگ‌ها قبل از گرده‌افشانی و به‌تبع آن ذخیره بیشتر مواد فتوسنتزی در ساقه شده و افزایش میزان انتقال مجدد را در پی داشت.

**کارایی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی**

اعمال تیمارهای کودی نیتروژن روی کارایی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌کارگیری انواع کود باعث افزایش این صفت شد و بیشترین مقدار کارایی انتقال مجدد در تیمارهای ریزوبیوم+۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و کمترین در شاهد حاصل شد. اعمال تیمار ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم+۵۰ و ریزوبیوم+۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم تنها نسبت به شاهد به‌ترتیب باعث افزایش ۲۸۳، ۲۱۷، ۲۸۳، ۱۶۷ و ۱۶۷ درصد شد. بین تیمارهای ریزوبیوم+۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و تیمارهای ریزوبیوم تنها، ریزوبیوم+۳۰ و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). مصرف کود نیتروژن باعث افزایش تولید ماده خشک در مترمربع بیشتر تا قبل از گل‌دهی و ایجاد مقصدهای فتوسنتزی زیادتر در اثر به‌وجود آمدن منبع بیشتر شد و شرایط را برای افزایش میزان انتقال مجدد به دانه‌ها فراهم کرد که افزایش کارایی انتقال مجدد را موجب شد. چرا که کارایی انتقال مجدد دارای همبستگی بالا و مثبتی با وزن خشک اندام‌های رویشی تا زمان گل‌دهی(**۰/۸۹)، میزان انتقال مجدد (**۰/۹۸) و تعداد دانه در بوته (**۰/۹۳) بود. پورهادیان و همکاران (۱۸) با مطالعه اثر کود شیمیایی نیتروژن و ریزوبیوم بیان داشتند به‌کارگیری این نوع کودها باعث افزایش کارایی انتقال مجدد می‌شود. ولی نتیجه این آزمایش با نتایج پژوهش‌های دیگر (۴ و ۷) تطابق نداشت.

**سهم انتقال مجدد فتوسنتزی**

با مصرف انواع کود نیتروژن سهم انتقال مجدد فتوسنتزی در سطح احتمال ۱ درصد به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین مقدار حاصل شده در ریزوبیوم+۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و کمترین در شاهد به‌دست آمد. تیمار ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم+۵۰ و ریزوبیوم+۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم تنها نسبت به شاهد به‌ترتیب باعث افزایش ۱۴۴، ۶۹، ۱۴۶، ۵۳ و ۹۸ درصد شد. اختلاف بین تیمارهای ریزوبیوم+۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم و تیمارهای ریزوبیوم+۳۰ و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و تیمارهای ریزوبیوم تنها و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره معنی‌دار نبود (جدول ۳). با افزایش مصرف کود نیتروژن و به‌کارگیری ریزوبیوم تعداد مقصد (دانه) بیشتری تولید شده و باعث شده تا ذخیره مواد غذایی در دانه با فتوسنتز جاری تکمیل نشده و وابستگی به مواد ناشی از انتقال مجدد بیشتر و سهم این مواد در ذخیره‌سازی افزایش یابد. همبستگی که بین سهم انتقال مجدد با وزن خشک اندام‌های هوایی تا زمان گل‌دهی (**۰/۸۸)، میزان

انتقال مجدد (**۰/۹۸)، سهم فتوسنتزی جاری (**۱-) و تعداد دانه در بوته (**۰/۹۰) وجود داشت مؤید افزایش سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه در اثر مصرف کود نیتروژن بود. این نتیجه با یافته‌های پورهادیان و همکاران (۱۸) انطباق داشت. اما مجدم و همکاران (۱۳) دریافتند با افزایش مصرف کود نیتروژن سهم انتقال مجدد فتوسنتزی کاهش می‌یابد.

**وزن خشک در مراحل رویشی و زایشی**

میزان وزن خشک اندام‌های هوایی لوبیا قرمز در مراحل رویشی و زایشی به مصرف کودهای شیمیایی و ریزوبیوم در سطح احتمال ۱ درصد واکنش معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). بیشترین مقدار این صفات با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و کمترین آنها در تیمار عدم مصرف کود (شاهد) به‌دست آمد و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار وزن خشک رویشی و زایشی را به‌ترتیب به میزان ۵۷ و ۲۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. اما بین تیمارهای ریزوبیوم+۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار، بین ریزوبیوم+۳۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و بین ریزوبیوم تنها و ریزوبیوم+۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره تفاوت معنی‌دار آماری وجود نداشت (جدول ۵). تأمین کود نیتروژن از طریق شیمیایی و ریزوبیوم باعث استفاده بهینه از شرایط محیطی از جمله نور، مواد غذایی و آب توسط گیاه شده و در پی آن شاخص سطح برگ (جدول ۳) و وزن خشک برگ و ساقه (۲۰) افزایش می‌یابد و نتیجه فوق را موجب شده است. گزارش شده کاربرد کود ریزوبیوم (۹) و نیتروژن و ریزوبیوم (۱۸) باعث افزایش اجزای رویشی و زایشی گیاه لوبیا شده و به‌همین دلیل افزایش وزن خشک ماده خشک کل گیاه را در مراحل مختلف در پی دارد.

**ارتفاع بوته**

اثر مصرف کودهای نیتروژن بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). ارتفاع بوته با مصرف انواع و مقدار کود افزایش یافت. به‌طوری که بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب تیمارهای ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و شاهد حاصل شد. به‌کارگیری تیمارهای ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم+۵۰ و ریزوبیوم+۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم تنها نسبت به شاهد به ترتیب باعث افزایش ۱۹، ۱۵، ۱۷، ۱۲ و ۲ درصدی ارتفاع بوته شد (جدول ۵). مهیا شدن مواد غذایی و به‌تبع آن انجام فتوسنتز مناسب و تولید شیره پرورده باعث می‌شود تا گیاه بتواند رشد مناسب از جمله افزایش ارتفاع بوته داشته باشد (۸، ۱۹ و ۲۰).

**شاخه فرعی در بوته و در مترمربع**

اثر کاربرد کودهای نیتروژن شیمیایی و ریزوبیوم بر تعداد شاخه فرعی در بوته و در مترمربع در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). با مصرف کود این صفات افزایش یافتند و بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی در بوته و در مترمربع به‌ترتیب در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و شاهد حاصل شد. اعمال تیمارهای ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم+۳۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم تنها نسبت به شاهد به‌ترتیب باعث افزایش ۶۱، ۳۵، ۳۵، ۳۱ و ۳ درصدی این صفات شد. ولی بین تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم همراه با ۳۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و بین ریزوبیوم تنها و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). فراهم شدن شرایط مناسب رشد به‌وسیله کود شیمیایی و ریزوبیومی دلیل این موضوع است. پژوهشگران دیگر (۸ و ۲۰) نیز دریافتند مصرف انواع کودهای نیتروژنی باعث فراهم شدن شرایط مناسب رشد و استفاده بهینه گیاه از این شرایط شده و زمینه برای افزایش شاخه فرعی فراهم می‌شود.

**تعداد دانه در غلاف، در بوته و در مترمربع**

اثر انواع کود نیتروژن بر تعداد دانه در غلاف، بوته و در مترمربع در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). با مصرف دو نوع کود شیمیایی و ریزوبیوم مقدار این صفات افزایش

**جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس برخی صفات لوبیا قرمز تحت اثر کود شیمیایی نیتروژن و ریزوبیوم**

| منابع تغییر | درجه آزادی | وزن خشک قسمت‌های رویشی مرحله گل‌دهی | وزن خشک قسمت‌های رویشی در مرحله رسیدگی | ارتفاع بوته | شاخه فرعی در بوته | شاخه فرعی در مترمربع |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۳ | ۳۲۷/۲۹۱ | ۲۸/۷۰۶ | ۸/۴۱۱ | ۰/۶۷۷ | ۲۷۰/۵۸۱ |
| تیمار | ۵ | ۱۶۱۰۹/۹۹۶** | ۳۵۳۸/۷۴۰** | ۲۵۳/۱۱۳** | ۶/۱۶۲** | ۲۴۶۴/۱۲۷** |
| خطا | ۱۵ | ۵۴۵/۴۰۵ | ۲۲۲۲/۴۷۸ | ۱۶/۷۹۹ | ۰/۵۶۲ | ۲۲۴/۸۲۰ |

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**جدول ۵. مقایسه برخی صفات لوبیا قرمز تحت اثر کود شیمیایی نیتروژن و ریزوبیوم**

| تیمارها | وزن خشک قسمت‌های رویشی مرحله گل‌دهی ($g\ m^{-2}$) | وزن خشک قسمت‌های رویشی در مرحله رسیدگی ($g\ m^{-2}$) | ارتفاع بوته (cm) | شاخه فرعی در بوته | شاخه فرعی در مترمربع |
|---|---|---|---|---|---|
| ۲۰۰ کیلوگرم اوره | ۴۶۱/۴۴$^{a}$ | ۳۵۳/۸۹$^{a}$ | ۱۲۴/۶۶$^{a}$ | ۸/۷۵$^{a}$ | ۱۷۴/۸۹$^{a}$ |
| ۱۰۰ کیلوگرم اوره | ۳۹۲/۱۵$^{b}$ | ۳۱۴/۲۹$^{b}$ | ۱۲۰/۶۰$^{ab}$ | ۷/۳۶$^{b}$ | ۱۴۷/۱۵$^{b}$ |
| ریزوبیوم+ ۵۰ کیلوگرم اوره | ۴۵۳/۹۵$^{a}$ | ۳۴۷/۵۶$^{a}$ | ۱۲۲/۷۱$^{ab}$ | ۷/۳۶$^{b}$ | ۱۴۷/۰۸$^{b}$ |
| ریزوبیوم+ ۳۰ کیلوگرم اوره | ۳۷۰/۷۹$^{bc}$ | ۳۱۱/۱۸$^{bc}$ | ۱۱۷/۹۴$^{b}$ | ۷/۱۳$^{b}$ | ۱۴۲/۵۰$^{b}$ |
| ریزوبیوم | ۳۵۳/۹۰$^{c}$ | ۲۹۶/۲۱$^{c}$ | ۱۰۷/۶۱$^{c}$ | ۵/۵۹$^{c}$ | ۱۱۱/۷۵$^{c}$ |
| شاهد | ۲۹۳/۵۶$^{d}$ | ۲۷۶/۳۰$^{d}$ | ۱۰۵/۰۹$^{c}$ | ۵/۴۵$^{c}$ | ۱۰۸/۹۰$^{c}$ |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند در احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

**جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس برخی صفات لوبیا قرمز تحت اثر کود شیمیایی نیتروژن و ریزوبیوم**

| منابع تغییر | درجه آزادی | دانه در غلاف | دانه در بوته | تعداد دانه در مترمربع | تعداد غلاف در بوته | تعداد غلاف در مترمربع | گره در بوته | وزن صد دانه | عملکرد تک بوته | عملکرد دانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۳ | ۰/۰۳۹ | ۲/۱۸۸ | ۸۷۵/۴۳۷ | ۱/۸۱۱ | ۷۲۴/۴۷۱ | ۰/۲۳۰ | ۳/۵۷۶ | ۲/۲۱۱ | ۳۹۰/۲۸۴ |
| تیمار | ۵ | ۰/۵۵۹** | ۶۴۵/۱۴۳** | ۲۵۸۰۵۷/۲۸۲** | ۱۷۴/۶۹۰** | ۶۹۸۷۱/۹۱۴** | ۳/۲۱۶** | ۱۳/۰۳۰** | ۵۷/۶۰۲** | ۱۹۶۳۲/۴۸۳** |
| خطا | ۱۵ | ۰/۰۲۴ | ۱/۵۶۱ | ۶۲۴/۴۱۱ | ۱/۵۲۴ | ۶۱۰/۲۲۸ | ۰/۱۰۵ | ۱/۸۴۵ | ۲/۷۵۹ | ۱۲۴۱۶/۶۵۹ |

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

یافت. بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار ریزوبیوم تنها و کمترین آن در ریزوبیوم+۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره حاصل شد. اما بیشترین و کمترین تعداد دانه در بوته و در مترمربع در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم اوره و شاهد به‌دست آمد. به‌طوری که تیمارهای ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم+۳۰ باعث کاهش ۴، ۱۰ و ۷ درصدی و ریزوبیوم+۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم تنها ۱ و ۳۳ درصدی میزان دانه در غلاف نسبت به شاهد شدند، اما اعمال این تیمارها به‌ترتیب ۱۱۶، ۹۲، ۹۲، ۱۱۲ و ۶۸ درصد میزان دانه را در مترمربع نسبت به شاهد افزایش داد. مصرف کود شیمیایی و زیستی باعث افزایش سطح برگ و در پی آن جذب بیشتر نور خورشید و افزایش ماده خشک شده و باعث شده که گیاه بتواند مواد غذایی لازم را برای افزایش اندام‌های زایشی در دسترس داشته باشد (۱۸ و ۱۹).

**تعداد نیام در بوته و در مترمربع**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر انواع و مقدار کود نیتروژن بر تعداد نیام در بوته و در مترمربع در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). با مصرف کود نیتروژن و تلقیح بذور به‌وسیله باکتری ریزوبیوم مقدار این صفات نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین تعداد نیام در بوته و مترمربع در تیمار کودی ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و کمترین در تیمار شاهد حاصل شد. در تیمارهای ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم+۵۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم تنها نسبت به شاهد به‌ترتیب ۱۲۵، ۱۱۴، ۱۱۱، ۱۰۶ و ۲۶ درصد این صفات افزایش پیدا کردند. اما بین تیمارهای ۲۰۰، ۱۰۰ و ریزوبیوم+۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و بین ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ریزوبیوم+۵۰ و ریزوبیوم+۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره تفاوت آماری در صفات تعداد دانه در بوته و در مترمربع مشاهده نشد (جدول ۷). به‌کارگیری کودهای شیمیایی و ریزوبیوم باعث افزایش شاخص سطح برگ، ماده خشک قبل از گلدهی و توانایی فتوسنتزی گیاه می‌شود، افزایش این صفات شرایط را برای تولید دانه بیشتر و پر شدن آن در گیاه فراهم می‌کند. پژوهشگران دیگر (۱۹ و ۲۰) نیز با به‌کارگیری انواع کود نیتروژن گزارش کردند مصرف کود نیتروژن باعث افزایش تعداد نیام در بوته و در مترمربع در لوبیا می‌شود.

**تعداد گره در بوته**

اثر انواع کود نیتروژن بر تعداد گره در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). با مصرف کود نیتروژن و تلقیح بذرها به‌وسیله باکتری ریزوبیوم این صفت نسبت به شاهد افزایش یافت. به‌طوری که تعداد گره در بوته در تیمارهای ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم+۳۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم تنها نسبت به شاهد به‌ترتیب ۱۴، ۶، ۱۵، ۴ و ۱ درصد گره افزایش یافت (جدول ۷). گزارش شده فراهم شدن نیتروژن به طریق شیمیایی یا زیستی باعث افزایش رشد رویشی می‌شود (۸). یافته‌های دیگران (۱۹ و ۲۲) نیز حاکی از افزایش تعداد گره در بوته در اثر مصرف نیتروژن در گیاهان مختلف است.

**وزن صد دانه**

واکنش وزن صد دانه به مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و ریزوبیوم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). با مصرف کود نیتروژن و تلقیح بذرها به‌وسیله باکتری ریزوبیوم مقدار این صفت نسبت به شاهد افزایش یافت. به‌طوری که تیمار ریزوبیوم تنها و شاهد به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار وزن صد دانه بودند و تفاوت آنها ۱۶ درصد بود (جدول ۷). چرا که استفاده از تیمارهای کودی نیتروژن و ریزوبیوم به‌همراه نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه بوته شده (جدول ۷) و سبب کاهش وزن ۱۰۰ دانه شده بود. چنین نتیجه‌ای در اثر مصرف کود شیمیایی نیتروژن و ریزوبیوم در لوبیا توسط پژوهشگران دیگر (۱۹) حاصل شده است.

**عملکرد دانه در بوته و در واحد سطح**

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تغییر نوع و مقدار کود نیتروژن

**جدول ۷. مقایسه برخی صفات لوبیا قرمز تحت تأثیر کود شیمیایی نیتروژن و ریزوبیوم**

| تیمارها | دانه در غلاف | دانه در بوته | تعداد دانه در مترمربع | تعداد غلاف در بوته | تعداد غلاف در مترمربع | گره در بوته | وزن صد دانه (g) | عملکرد بوته (g) | عملکرد دانه ($g\ m^{-2}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۰۰ کیلوگرم اوره | ۲/۲۹$^{bc}$ | ۶۴$^{a}$ | ۱۲۸۰$^{a}$ | ۲۷/۹۶$^{a}$ | ۵۵۹/۲۷$^{a}$ | ۱۵/۴۴$^{a}$ | ۳۱/۱۱$^{cd}$ | ۱۵/۵۷$^{a}$ | ۳۰۲/۱۱$^{a}$ |
| ۱۰۰ کیلوگرم اوره | ۲/۱۵$^{c}$ | ۵۷$^{b}$ | ۱۱۴۰$^{b}$ | ۲۶/۵۹$^{ab}$ | ۵۳۱/۸۶$^{ab}$ | ۱۴/۲۶$^{b}$ | ۳۳/۸۹$^{ab}$ | ۱۵/۲۱$^{a}$ | ۲۹۵/۰۳$^{ab}$ |
| ریزوبیوم+ ۵۰ کیلوگرم اوره | ۲/۴۱$^{b}$ | ۶۲/۹۲$^{a}$ | ۱۲۵۸/۳۵$^{a}$ | ۲۶/۱۸$^{ab}$ | ۵۲۳/۵۰$^{ab}$ | ۱۵/۵۶$^{a}$ | ۳۱/۶۹$^{cd}$ | ۱۵/۲۹$^{a}$ | ۲۹۵/۵۲$^{ab}$ |
| ریزوبیوم+ ۳۰ کیلوگرم اوره | ۲/۲۳$^{bc}$ | ۵۷$^{b}$ | ۱۱۴۰$^{b}$ | ۲۵/۵۷$^{b}$ | ۵۱۱/۵۰$^{b}$ | ۱۴/۰۳$^{bc}$ | ۳۲/۸۶$^{bc}$ | ۱۳/۸۲$^{a}$ | ۲۶۵/۵۰$^{b}$ |
| ریزوبیوم | ۳/۱۸$^{a}$ | ۴۹/۷۳$^{c}$ | ۹۹۴/۵۰$^{c}$ | ۱۵/۶۵$^{c}$ | ۳۱۳/۰۰$^{c}$ | ۱۳/۶۱$^{cd}$ | ۳۵/۱۱$^{a}$ | ۱۰/۲۶$^{b}$ | ۱۹۸/۹۵$^{c}$ |
| شاهد | ۲/۳۹$^{b}$ | ۲۹/۶۵$^{d}$ | ۵۹۳$^{d}$ | ۱۲/۴۰$^{d}$ | ۲۴۸/۰۸$^{d}$ | ۱۳/۵۰$^{d}$ | ۳۰/۳۰$^{d}$ | ۶/۱۰$^{c}$ | ۱۲۸/۲۷$^{d}$ |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند در احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

روی عملکرد دانه در بوته و در واحد سطح در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). بیشترین و کمترین مقدار این صفات به‌ترتیب در تیمارهای ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و شاهد (عدم استفاده از کود) به‌دست آمد. با به‌کارگیری ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و ریزوبیوم+۵۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ریزوبیوم تنها به‌ترتیب ۱۵۵، ۱۴۹، ۱۵۱، ۱۲۷ و ۶۸ درصد عملکرد دانه در بوته و ۱۳۶، ۱۳۰، ۱۳۰، ۱۰۷ و ۵۵ درصد عملکرد دانه در واحد سطح نسبت به شاهد افزایش یافت. اما بین تیمارهای ریزوبیوم+۳۰ و ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار تفاوت معنی‌داری در عملکرد بوته و بین تیمارهای ریزوبیوم+۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و بین ریزوبیوم+۳۰ و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در عملکرد در مترمربع از نظر آماری وجود نداشت (جدول ۷). بررسی ضرایب همبستگی نشان داد بین عملکرد دانه در واحد سطح با میزان فتوسنتز جاری (۰/۹۰**)، کارایی فتوسنتز جاری (۰/۵۶**)، سهم فتوسنتز جاری (۰/۶۴**-)، میزان انتقال مجدد (۰/۸۳**)، کارایی انتقال مجدد (۰/۸۶**) و سهم انتقال مجدد (۰/۶۴**) وجود داشت. این همبستگی حاکی از آن است که کاربرد کودهای شیمیایی و ریزوبیوم باعث می‌شود که رشد رویشی مناسب صورت گیرد و تعداد اندام زایشی افزایش یابد و همچنین شرایط برای انتقال مواد برای ذخیره در دانه ناشی از فتوسنتزی جاری و انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر فراهم شود (۱۸ و ۱۹) و این موضوع افزایش عملکرد دانه در بوته و در مترمربع را سبب شود. افزایش عملکرد دانه در اثر به‌کارگیری انواع کود نیتروژنه توسط دیگر پژوهشگران در لوبیا (۱۰ و ۱۵)، نخود (۸) و سویا (۲۶) نیز گزارش شده است.

## نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد خصوصیات فیزیولوژیکی و زراعی لوبیا قرمز تحت تأثیر کاربرد کود نیتروژن شیمیایی و ریزوبیوم قرار می‌گیرند. بنابراین می‌توان با مصرف کود نیتروژن عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه لوبیا و نقش شاخص سطح برگ، میزان و کارایی فتوسنتز جاری و میزان، کارایی و سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه را افزایش داد و به این طریق به عملکرد مطلوب رسید و از شرایط محیطی حداکثر بهره‌وری را به‌دست آورد.

## منابع مورد استفاده


1. Arduini, I., A. Masoni, L. Ercoli and M. Mariotti. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *European Journal of Agronomy* 25: 309-318.
2. Aynehband, A., A. A. Moezi and M. Sabet. 2010. Agronomic assessment of grain yield and nitrogen loss and gain of old and modern wheat cultivars under warm climate. *African Journal of Agricultural Research* 5(3): 222-229.
3. Bahrani, A. and Z. Tahmasebi Sarvestani. 2006. Effects of rate and time of nitrogen fertilizer on yield, yield component, and dry matter remobilization efficiency in two winter wheat cultivars. *Journal of Agricultural Sciences* 12(2): 369-377. (In Farsi).
4. Bahrani, A., H. Heideri Sharif Abad, Z. Tahmasebi Sarvestani, Gh. Moafporian and A. Ayenehband. 2009. Wheat (*Triticum astivum* L.) response to nitrogen and post-anthesis water deficit. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science* 6(2): 231-239.
5. Ercoli, L., L. Lulli, M. Mariotti, A. Masoni and I. Arduini. 2008. Post-anthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogen supply and soil water availability. *European Journal of Agronomy* 28: 138-147.
6. Hazrati Gejlar, N., J. Jalilian and A. Pirzad. 2019. Effect of rhizobium and mycorrhiza on some physiological traits, yield and qualitative characteristics of Pinto Beans in deficit irrigation condition. *Journal of Crop Production and Processing* 9(1): 93-109. (In Farsi).
7. Hokmalipour, S. and M. Hamele Darbandi. 2011. Investigation of nitrogen fertilizer levels on dry matter remobilization of some varieties of corn (*Zea mays* L). *World Applied Sciences Journal* 12(6): 862-870.
8. Kashfi, S. M. H., N. Majnoun Hosseini and H. Zeinali Khaneghah. 2010. Effect of plant density and starter nitrogen

fertilizer on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Kourosh) at Karaj conditions. *Iranian Journal of Pulses Research* 1(2): 11-20. (In Farsi).
9. Khandan Bejandi, T., R. Seyed Sharifi, M. Sedghi, R. Asgari Zakaria, A. Namvar and M. Jafari Moghaddam. 2010. Effect of plant density, rhizobia and microelements on yield and some of morph physiological characteristics of pea. *Journal of Crop Production* 3(1): 139-157. (In Farsi).
10. Khodashenas, M. A., M. Dadivar, A. Asadi Rahmani and M. Afshari. 2006. Evaluation of using rhizobium inoculantion in comparison with nitrogen fertilizer under bean cultivation at Markazi province. *Journal Agricultural Science Natural Resources* 13(2): 105-144. (In Farsi).
11. Khosravi, H. and M. R. Ramezanpour. 2004. Evaluation of efficacy rhizobium inoculation levels on growth of faba bean in Mazandaran. *Soil and Water Sciences* 18(2): 160-167. (In Farsi).
12. Majdam, M. 2009. Effect of nitrogen management and forage harvest time on forage, grain yield and remobilization of barley (cv. Southern). *Journal Crop Physiology* 1(4): 86-97. (In Farsi).
13. Majdam, M., A. Naderi, K. Nourmohammadi, S. A. Siadat and A. Adineband. 2009. Effect of water deficit stress and nitrogen management on grain yield, dry matter remobilization and current photosynthesis of corn in climate conditions of Khuzestan (Ramin). *Journal Crop Physiology* 1(1): 86-96. (In Farsi).
14. Majnoun Hosseini, N. 2008. Common bean (*Phaseolus valgaris* L.). PP. 155-178, Grain Legume Production. University Jihad of Tehran Branch, Tehran. (In Farsi).
15. Mohammadzadeh, A., N. Majnoun Hosseini, H. Moghaddam and M. Akbari. 2012. Effect of drought stress and nitrogen fertilizer levels on physiological characteristics of two red kidney bean genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences* 14(3): 294-307. (In Farsi).
16. Palta, J. A., T. Kobata, N. C. Turner and I. R. Andfilery. 1994. Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by post anthesis water deficits. *Crop Science* 34: 118-124.
17. Panahyan, M. and S. Jamaati. 2010. Response of phenology and dry matter remobilization of wheat to nitrogen and plant density. *World Applied Sciences Journal* 10(3): 304-310.
18. Pourhadian, H., H. Kazem Aslani and N. Hadavand. 2011. Effect of nitrogen fertilizer and rhizobium on some physiological traits and yield of red beans (var. Sayad) in Azna. National Conference on New Achievements in Agriculture. Shahr-e Qods, Iran. November 16-17. (In Farsi).
19. Pourhadian, H., N. Hadavand and H. Kazem Aslani. 2010. Effect of nitrogen fertilizer and rhizobium on some characteristics of red bean (var. Sayad). 3th Iranian Pulse Crops Symposium. Kermanshah. Iran. May 19-20. (In Farsi).
20. Pourhadian, H., N. Hadavand and H. Kazem Aslani. 2011. Effects of rhizobium and $N_2$ fertilizer on some traits of common bean (var. Sayad) in Azna. The first national conference on new discussions of Agriculture Symposium. Saveh. Iran. November 10-11. (In Farsi).
21. Sarmadnia, Gh. and A. Koujaki. 2013. Crop Physiology (Translated). University Jihad, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad. (In Farsi).
22. Soleimani, R. and A. Asgharzadeh. 2010. Effects of mesorhizobium inoculation and fertilizer application on yield and yield components of rainfed chickpea. *Iranian Journal of Pulses Research* 1(1): 1-8. (In Farsi).
23. Yadegari, M. and B. Barzegar. 2007. Organic Agriculture of Bean. Islamic Azad University of Shahrekord Branch, Shahrekord. (In Farsi).
24. Yadegari, M., K. Nourmohammadi and H. Asadi Rhamani. 2009. Evaluation of growth indices of red bean cultivars inoculated with rhizobium and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). *New Agricultural Science* 5(15): 164-153. (In Farsi).
25. Yazdani, M., H. A. Pirdashti, M. A. Esmaeili and M. A. Bahmanyar. 2008. Effect of organic, biological and chemical fertilizers on remobilization of pre-flowering in maize cv. SC604. 10th Iranian Crop Sciences Congress. Tehran, Iran. September 5-7. (In Farsi).
26. Zhang, H., T. C. Charles, B. T. Driscoll, B. Prithiviraj and D. L. Smith. 2002. Low temperature-tolerant *bradyrhizobium japonicum* strains allowing improved soybean yield in short-season. *Agronomy Journal* 94: 870-875.

**Journal of Crop Production and Processing**
**Vol. 11, No. 2, Summer 2021, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.**

# Interaction of Nitrogen and Rhizobium on Photosynthetic and Yield Components of Red Beans (Sayad Cultivar) in Azna

**H. Pourhadian[1*], N. Hadavand[2] and H. Kazem Aslani[3]**

(Received: July 11-2020; Accepted: October 27-2020)

## Abstract

Using of nitrogen fertilizers may increase the photosynthesis and yield of crop plants. Hence, we investigated the effect of chemical nitrogen and rhizobium fertilizers on the photosynthesis and yield components of red beans (Sayad cultivar) in an experiment as a randomized complete block design with 4 replications in Al-Mahdi town, Azna, Iran. The treatments included zero (control), 100 and 200 kg $ha^{-1}$ of urea and rhizobium, and rhizobium + 30 and 50 kg $ha^{-1}$ of urea. The results of this experiment showed that the effect of fertilizer treatments was significant on leaf area index, level, efficiency and contribution of current photosynthesis, level, efficiency and contribution of remobilization, dry weight in pre-flowering and maturing stages and grain yield and its components. The chemical fertilizer and rhizobium application increased the amount of all the above traits except for the contribution of current photosynthesis. There was a strong correlation between grain yield and the level, efficiency and contribution of current photosynthesis and the level, efficiency and contribution of current of remobilization. The examined wide range of nitrogen fertilizers were potent to increase the photoassimilates production and, hence, yield and yield components of red bean in this region.

**Keywords**: Remobilization, Leaf area index, Yield, Current photosynthesis, Dry weight

1. Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Iran.
2. Master of horticultural, Ministry of Agriculture- Jahad, Tehran, Iran.
3. bachelor of agricultural, Organization of Agriculture- Jahad, Qom, Iran.

*: Corresponding Author, Email: hpoorhadian@yahoo.com