

تأثیر تیمارهای زیستی بر خصوصیات ظاهری رشد و گره‌زایی در دو رقم لوبیا

محمود محمدی

استادیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تیمارهای زیستی فسفاتی (P)، نیتروژنی (N) و روی (Zn) بر خصوصیات ظاهری رشد و گره‌زایی در دو رقم لوبیا آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل دو رقم لوبیا چیتی (تلاش و صدری)، چهار سطح فسفر (P₀: شاهد، P₁: مصرف سوپرفسفات تریپل براساس آزمون خاک، P₂: مصرف کود زیستی فسفاتی و سوپر فسفات تریپل به میزان ۵۰ درصد توصیه بر اساس آزمون خاک و P₃: کود زیستی فسفاتی)، سه سطح نیتروژن (N₀: شاهد، N₁: مصرف کود اوره و N₂: مصرف مایه تلقیح ریزوبیومی) و سه سطح روی (Zn₀: شاهد، Zn₁: مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و Zn₂: کود زیستی روی) بود. نتایج نشان داد اثر رقم، فسفر، نیتروژن و روی بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار شد. بیشترین میزان این صفات از رقم صدری، تیمارهای P₂ و N₂ حاصل شد. در بین اثرات متقابل سه گانه برهمکنش فسفر در نیتروژن در روی بر وزن تر گیاه و تعداد گره معنی‌دار شد. بیشترین مقدار وزن تر گیاه (۴۵/۳ گرم) از تیمار ترکیبی P₂N₂Zn₁ و حداکثر تعداد گره (۲۸ عدد) از تیمار P₃N₂Zn₂ حاصل شد. جهت افزایش خصوصیات ظاهری رشد و گره‌زایی مصرف تیمارهای زیستی فسفاتی، نیتروژنی و روی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: میکوریزا، سرعت رشد، تعداد گره، وزن خشک

مقدمه

عوارض و پیامدهای زیست محیطی ناشی از مصرف بی رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی بالاخص کودهای فسفوری منجر به ترغیب تولید و مصرف کودهای زیستی شده است (رجالی، ۱۳۸۴). کود زیستی عبارت است از مواد نگهدارنده‌ای متشکل از انبوه یک یا چند ارگانیزم مفید خاکزی و یا فرآورده متابولیک آن‌ها که از طریق ایجاد رابطه با گیاه باعث افزایش و بهبود جذب مواد غذایی و رشد گیاه می‌شود (Vessey, 2003). تعدادی از ریز جانداران در خاک وجود دارند که قادرند در تغذیه و جذب عناصر غذایی به طرق مختلف به گیاهان کمک کنند. در این میان همزیستی قارچ با گیاه می‌تواند یکی از مهمترین پدیده‌های جالب و قابل توجه به شمار آید (رجالی، ۱۳۸۴؛ Kaya et al., 2009). نتایج مطالعه Wasule و همکاران، ۲۰۰۲ در خصوص تأثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفات (*Pseudomonas striata*) و باکتری همزیست (*Bradyrhizobium japonicum*) در سویا نشان داد که تلقیح همزمان این دو باکتری سبب افزایش معنی‌دار صفاتی مانند گره‌زایی، وزن خشک گره‌ها، وزن خشک گیاه و عملکرد آن می‌گردد. Gull و همکاران، ۲۰۰۴، گزارش نمودند استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات و باکتری‌های ریزوبیومی باعث افزایش ۱/۵ تا ۲ برابری تعداد گره در نخود شد. تحقیقات Rudresh و همکاران، ۲۰۰۵ نشان می‌دهد، استفاده از ریز جانداران حل‌کننده فسفات باعث افزایش جوانه‌زنی بذور، جذب عناصر، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه، گره بندی و عملکرد گیاه نخود نسبت به شاهد شده است. تحقیق Geneva و همکاران، ۲۰۰۶ نشان می‌دهد مصرف میکوریزا و ریزوبیوم در محیط کشت نخود سبب افزایش وزن خشک گیاه، سرعت فتوسنتز، تولید غده‌های همزیست در ریشه و افزایش فعالیت تثبیت نیتروژن می‌شود. Son و همکاران، ۲۰۰۶ در بررسی اثر *Bradyrhizobium japonicum* و *Pseudomonas spp* بر رشد سویا گزارش نمودند استفاده از این دو گونه موجب افزایش تعداد گره، وزن گره، عملکرد دانه و جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر شده است. مطالعه Wang و همکاران، ۲۰۱۱ در خصوص تلقیح همزمان *Arbuscular mycorrhizal fungi* و *Rhizobia* بر رشد، غلظت عناصر غذایی، گره‌زایی و کلونیزاسیون ریشه در ارتباط با ساختمان ریشه‌ای سویا نشان داد، تلقیح همزمان باعث افزایش وزن خشک ریشه و افزایش معنی‌دار رشد سویا در شرایط فسفر و نیتروژن کم در خاک می‌گردد. Tajini و همکاران، ۲۰۱۱ گزارش نمودند، تلقیح همزمان قارچ AM و *Rhizobia* باعث افزایش گره‌زایی، جذب بیشتر نیتروژن و فسفر در اندام‌هوایی، بهبود

کارآیی مصرف فسفر، افزایش تثبیت زیستی نیتروژن و افزایش کلونیزاسیون ریشه لوبیا بالاخص در شرایط کمبود فسفر می‌گردد. ناظری و همکاران، ۱۳۹۱ گزارش نمودند کاربرد کود زیستی فسفاتی حاوی روی در لوبیا باعث افزایش وزن خشک گیاه، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی گیاه و سرعت جذب خالص در این گیاه شد. Zaidi و همکاران، ۲۰۰۳ در آزمایشی اثر PSF، PSB و AM را بر گره‌زایی ریزوبیوم در نخود مطالعه کرده و گزارش نمودند تعداد گره ریزوبیوم در تلقیح دوگانه ریزوبیوم و AM نسبت به تلقیح جداگانه آن‌ها بیشتر بود (دو برابر نسبت به ریزوبیوم تنها). همچنین تلقیح سه‌گانه ریزوبیوم، AM و PSM باعث افزایش تعداد گره (سه برابر نسبت به ریزوبیوم تنها) نسبت به تلقیح دوگانه شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد اجرا شد. تیمارهای این آزمایش عبارت بودند از فاکتور اول ارقام لوبیا چیتی شامل C1: تلاش و C2: صدری، فاکتور دوم مصرف فسفر در چهار سطح (P0: شاهد، P1: مصرف سوپر فسفات تریپل بر اساس آزمون خاک، P2: مصرف کود زیستی فسفاتی و سوپر فسفات تریپل به میزان ۵۰ درصد توصیه بر اساس آزمون خاک و P3: مصرف کود زیستی فسفاتی)، فاکتور سوم کاربرد نیتروژن در سه سطح (N0: شاهد، N1: مصرف کود اوره و N2: مصرف مایه تلقیح ریزوبیومی) و فاکتور چهارم روی در سه سطح (Zn0: شاهد، Zn1: مصرف سولفات روی مطابق نتایج آزمون خاک و Zn2: مصرف کود زیستی حاوی باکتری‌های حل‌کننده روی) بود. تیمار کود زیستی فسفاتی مورد استفاده شامل مایه تلقیح حاوی باکتری حل‌کننده فسفات از جنس *Azotobacter chroococcum* strain 5 و قارچ‌های میکوریزی از جنس *Golumus mosseae* و *Golumus intraradices*، *etunicatum Golumus* بود. مایه تلقیح ریزوبیومی استفاده شده، مایه تلقیح *Rhizobium leguminosarium* bv. phaseoli strain 133-136-111 بود که از سوش‌های سازگار با مناطق سرد و معتدل کشور می‌باشد. کود زیستی روی حاوی مایه تلقیح حاوی باکتری‌هایی از جنس *Pseudomonas aeurogenosa* strain MPFM و *Pseudomonas fluorescens* strain 187 بود. خاک مورد آزمایش از اراضی لوبیا کاری منطقه کیار استان چهارمحال و بختیاری انتخاب و به گلخانه انتقال داده شد و پس از عبور از الک، با تراکم مناسب در گلدان‌های پنج کیلوگرمی (گلدان ۲۱۶ = تکرار ۳ × تیمار ۷۲ = ۳ × ۴ × ۲) ریخته شد. میزان کود فسفاتی نیتروژنی و روی برای هر گلدان بر مبنای آزمون خاک محاسبه و قبل از کشت با خاک گلدان‌ها مخلوط شد. به ازاء هر بذور مقدار دو گرم از کود زیستی فسفاتی در زیر بذور قرار داده شد. در مورد کودهای زیستی نیتروژنی و روی، قبل از کشت، تلقیح بذری بذور با مایه‌ی تلقیح ریزوبیومی و مایه تلقیح حاوی باکتری‌های حل‌کننده اشکال نامحلول روی با غلظت پنج درصد صورت پذیرفت (بذر مال). بعد از اندکی هوا خشک شدن سطوح بذور بلافاصله کشت انجام شد. در هر گلدان ابتدا پنج بذر لوبیا کشت شد و پس از رسیدن بوته‌ها به مرحله دوبرگی تنک شده و در نهایت سه بوته در هر گلدان باقی ماند. در طول دوره رشد مراقبت‌های لازم از قبیل آبیاری، تنظیم نور و رطوبت، مبارزه با آفات و امراض برای تمامی تیمارها به‌طور یکسان اعمال شد. در شروع غلاف‌بندی یعنی در اوج گلدهی آبیاری قطع گردید و بوته‌ها برداشت شدند. صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل سرعت سبز شدن بوته، متوسط تعداد بوته‌های جوانه زده شده، وزن تر و خشک اندام هوایی، تعداد گره و درجه‌بندی گره (Beck et al., 1993) بود. در پایان داده‌ها توسط نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد بوته سبز شده و سرعت سبز شدن

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد بین ارقام بکار رفته در این آزمایش، اختلاف معنی‌داری در تعداد بوته‌های جوانه‌زده و سرعت سبز شدن وجود داشت. بیشترین تعداد بوته سبز شده (۳/۷۳ بوته) و سرعت سبز شدن (۰/۴۶ بوته در روز) از رقم صدری به‌دست آمد. اثر تیمار فسفری، نیتروژنی و روی بر این صفت تفاوت معنی‌دار ایجاد نمود. حداکثر تعداد بوته سبز شده در تیمار فسفری از تیمار P3 به میزان ۳/۹۲ بوته حاصل شد که با تیمار P2 اختلاف معنی‌دار نشان نداد. در تیمار نیتروژنی، بیشترین تعداد بوته از تیمار N2 با ۳/۶۲ بوته بود که با تیمار N1 تفاوت معنی‌دار نشان نداد. در تیمار روی، بیشترین تعداد بوته از تیمار زیستی Zn2 با ۳/۸۳ بوته حاصل شد (جدول ۱). در بین اثرات متقابل، برهمکنش رقم در فسفر در روی بر این



صفت معنی دار شد و دیگر اثرات متقابل تأثیر معنی داری نداشتند. با توجه به معنی دار نشدن اثر متقابل بین تیمارهای مصرفی حداکثر تعداد بوته جوانه زده از تیمارهای ترکیبی $P2N2Zn2$ و $P3N2Zn2$ به میزان $4/33$ بوته به دست آمد. سرعت سبز شدن بوته‌ها با مصرف تیمار فسفوری، نیتروژنه و روی تفاوت معنی دار نشان داد. حداکثر سرعت سبز شدن در تیمار فسفوری از تیمار $P3$ به میزان $0/49$ بوته در روز به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد، $32/5$ درصد افزایش را نشان داد و با تیمار $P2$ در یک گروه آماری مشترک قرار گرفتند (جدول ۱). در تیمار نیتروژنی و روی، بیشترین میزان سرعت سبز شدن از تیمار زیستی $N2$ و $Zn2$ به ترتیب به میزان $0/45$ و $0/47$ بوته در روز به دست آمد (جدول ۱). در بین اثرات متقابل، برهمکنش رقم در فسفر در روی بر این صفت معنی دار شد و دیگر اثرات متقابل اختلاف معنی داری نشان ندادند. حداکثر سرعت سبز شدن از رقم صدری و تیمار $P2Zn2$ به میزان $0/53$ بوته در روز به دست آمد. با وجود معنی دار نشدن اثرات متقابل تیمارها، حداکثر سرعت سبز شدن از تیمار $P2N2Zn2$ با $0/54$ بوته در روز به دست آمد که با تیمار $P3N2Zn2$ در یک گروه آماری مشترک قرار گرفتند. حداقل سرعت جوانه زنی از تیمار شاهد به دست آمد. سبز شدن بذر به فاکتورهای مختلف از جمله دما، رطوبت و اکسیژن خاک بستگی دارد. توانایی ظهور گیاهچه، جنبه مهمی از کیفیت بذر است که بستگی به سرعت جوانه زنی بالا دارد. بذرهایی که سریع‌تر جوانه می‌زنند و گیاهچه‌های آن‌ها زودتر در بالای خاک ظاهر می‌شوند، دارای دوره فتوسنتزی طولانی‌تری، توسعه ریشه سریع‌تر و شانس تولید محصول بیشتری می‌باشند (Klopper et al., 1991). برای نخستین بار Klopper و همکاران، ۱۹۹۱ افزایش سبز شدن گیاهچه را با تلقیح بذر با PGPR مشاهده و آن‌ها را اصطلاحاً ریزوباکتری‌های ترغیب کننده سبز کردن گیاهچه نامیدند. افزایش تعداد بوته‌های جوانه زده شده و سرعت جوانه زنی در این تحقیق با مصرف کودهای زیستی با نتایج تحقیقات حمیدی و همکاران، ۱۳۸۸؛ ناظری و همکاران، ۱۳۹۱؛ Zahir و همکاران، ۲۰۰۴ مطابقت می‌کند. قارچ‌های میکوریزی می‌توانند سرعت جوانه زنی را از طریق افزایش جذب مواد غذایی، بهبود ساختار فیزیکی خاک، افزایش محتوای ماده-آلی و نیتروژن قابل دسترس، افزایش مقدار سیتوکنین و کلروفیل، تولید اکسین بیشتر و افزایش سطح فعال سیستم ریشه‌ای افزایش دهند (Zahir et al., 2004). باکتری‌های سودوموناس و ریزوبیومی مورد استفاده نیز باعث افزایش تعداد بوته‌های جوانه زده و سرعت سبز شدن شدند (تیمارهای $N2$ و $Zn2$). این نتایج با نتایج تحقیقات رجایی و همکاران، ۱۳۸۶؛ حمیدی و همکاران، ۱۳۸۸؛ Hernandez و همکاران، ۱۹۹۴؛ Zaidi، ۲۰۰۳ مطابقت دارد.

وزن خشک و تر گیاه

بین دو رقم استفاده تفاوت‌هایی از نظر وزن خشک و تر اندام هوایی مشاهده شد. رقم صدری وزن خشک و تر بیشتری در مقایسه با رقم تلاش داشت (جدول ۱). این از ویژگی‌های ژنتیکی رقم‌ها می‌باشد. رقم صدری از درصد شاخ و برگ بیشتری در مقایسه با رقم تلاش برخوردار بود. کاربرد تیمار فسفری باعث تفاوت معنی‌دار وزن تر و خشک اندام هوایی شد. حداکثر وزن تر و خشک از تیمار P2 به ترتیب به میزان ۳۵/۸ و ۲۰ گرم به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد ۴۷/۳ و ۱۹/۷ درصد افزایش را نشان داد (جدول ۱). این نتیجه با نتایج حمیدی و همکاران، ۱۳۸۶؛ Zaidi، ۲۰۰۳؛ Rudresh و همکاران، ۲۰۰۵ مطابقت دارد. تأثیر تیمار نیتروژنی و تیمار روی در وزن تر و خشک اندام هوایی معنی‌دار بود. حداکثر مقدار وزن تر و خشک اندام هوایی از تیمار N2 به ترتیب به میزان ۳۰/۸ و ۱۹/۲ گرم به دست آمد (جدول ۱). بیشترین میزان وزن تر اندام هوایی از تیمار Zn1 به میزان ۳۱/۸ گرم به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۱۴/۳ درصد افزایش را نشان داد. همچنین حداکثر میزان وزن خشک اندام هوایی از تیمار Zn1 به میزان ۱۹/۲ گرم حاصل شد (جدول ۱). در بین اثرات متقابل، اثر رقم در فسفر و اثر فسفر در نیتروژن در روی فقط بر وزن تر اندام هوایی معنی‌دار شد. حداکثر میزان وزن تر اندام هوایی از رقم صدری و تیمار P2 (تیمار C2P2) به میزان ۳۹/۳ گرم و حداقل مقدار آن از رقم تلاش و تیمار فسفری P0 (تیمار C1P0) به میزان ۲۴/۷ گرم حاصل شد. از بین اثرات متقابل سه‌گانه بیشترین وزن تر اندام هوایی از تیمار ترکیبی P2N2Zn1 به میزان ۴۵/۳ گرم حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد ۱۴۳ درصد افزایش را نشان داد. با وجود معنی‌دار نشدن اثر متقابل سه‌گانه تیمارهای مصرفی بر وزن خشک اندام هوایی، بیشترین مقدار وزن خشک از تیمار P2N1Zn1 به میزان ۲۲/۵ گرم و کمترین مقدار آن از تیمار شاهد به میزان ۱۵/۲ گرم حاصل شد. با نفوذ ریشه‌های قارچ‌های میکوریزی به درون سیستم گیاه، ریشه گیاه به حجم بیشتری از خاک دسترسی پیدا کرده و جذب آب و مواد غذایی و تجمع ماده خشک برای گیاه بیشتر می‌گردد. همچنین

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات تأثیر کودهای زیستی بر خصوصیات ظاهری رشد و گره‌زایی در دو رقم لوبیا چیتی

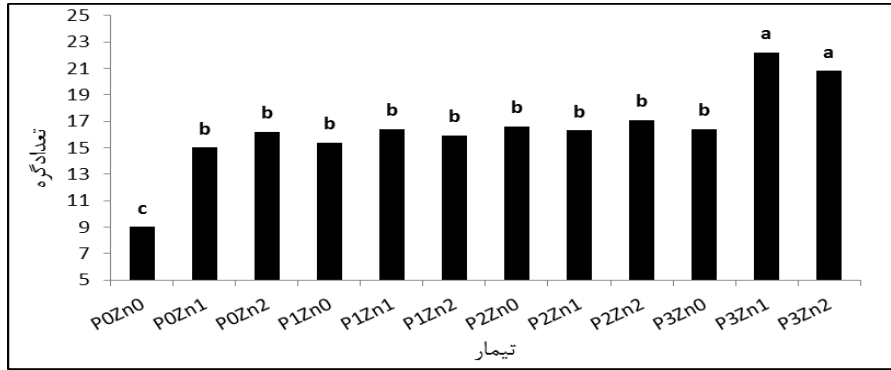
بوته	سرعت	وزن	وزن	تعداد	درجه
جوانه‌زده	سبز شدن	تر	خشک	گره	گره بندی
تعداد	بوته در روز	گرم	گرم		
۳/۲۵b	۰/۴۰b	۲۸/۳b	۱۶/۳b	۱۵/۰b	۲/۰b
۳/۷۳a	۰/۴۶a	۳۰/۷a	۲۰/۷a	۱۷/۷a	۲/۳a
فسفر					
P0	۰/۳۷c	۲۴/۳c	۱۶/۷b	۱۳/۴c	۱/۸c
P1	۰/۴۱b	۲۸/۴b	۱۷/۵b	۱۶/۰b	۲/۰b
P2	۰/۴۶a	۳۵/۸a	۲۰/۰a	۱۶/۶b	۲/۲b
P3	۰/۴۹a	۲۹/۵b	۱۹/۹a	۱۹/۸a	۲/۸a
نیتروژن					
N0	۰/۴۱b	۲۸/۱b	۱۷/۳b	۱۴/۲c	۱/۹c
N1	۰/۴۴a	۲۹/۵a	۱۹/۰a	۱۶/۲b	۲/۰b
N2	۰/۴۵a	۳۰/۸a	۱۹/۲a	۱۸/۹a	۲/۵a
روی					
Zn0	۰/۳۷c	۲۷/۸b	۱۷/۲b	۱۴/۳b	۱/۹b
Zn1	۰/۴۵b	۳۱/۸a	۱۹/۲a	۱۷/۵a	۲/۳a
Zn2	۰/۴۷a	۲۸/۹b	۱۹/۱a	۱۷/۵a	۲/۴a

استفاده از قارچ میکوریزی سرعت رشد گیاه را افزایش داده و بر تخصیص و انتقال بیوماس بین ریشه و ساقه اثر می‌گذارد به طوری که با جذب بیشتر عناصر غذایی و انتقال آن‌ها ارتفاع گیاه و وزن خشک و تر اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد. افزایش شاخص سطح برگ یکی از عوامل افزایش‌دهنده تولید ماده خشک محسوب می‌گردد. تحقیقات زیادی مبنی بر افزایش نیتروژن

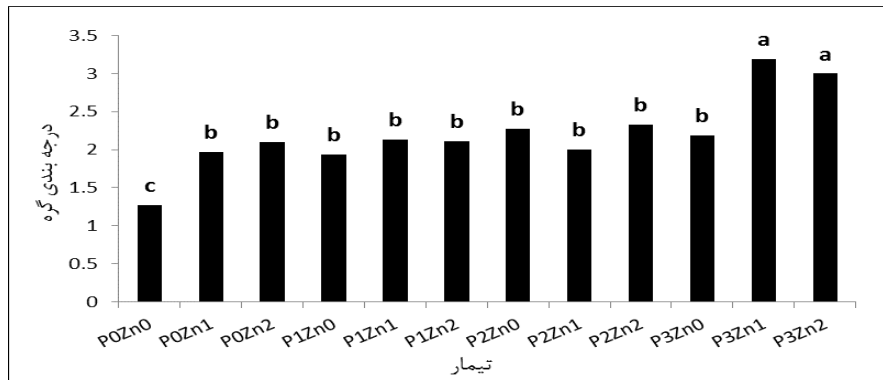
گیاه در اثر استفاده از قارچ‌های میکوریزی وجود دارد و عاملی مانند نیتروژن شاخص سطح برگ را در گیاه افزایش و باعث افزایش غلظت کلروفیل در برگ و افزایش فتوسنتز و بالارفتن تولید ماده خشک در گیاه می‌شود (Zaidi, 2003; Rudresh, 2005). اثر استفاده از ازتوباکتر و قارچ‌های میکوریزی جذب فسفر، نیتروژن، دیگر عناصر غذایی و آب افزایش پیدا کرده و باعث افزایش شاخص سطح برگ و رشد بهتر گیاه شده و متعاقب آن ارتفاع گیاه و وزن تر و خشک اندام هوایی افزایش می‌یابد. مصرف تیمارهای زیستی در این تحقیق در ارتباط با بهبود جذب آب و مواد غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر و عناصر غذایی کم‌تحرک از خاک است. با تأمین عناصر غذایی و آب برای گیاه، فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه بهبود یافت، سرعت فتوسنتز و سرعت رشد محصول بیشتر شد و متعاقب آن ارتفاع بوته افزایش و منجر به افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی شد.

تعداد گره و درجه‌بندی گره:

بین ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در تعداد گره و درجه‌بندی گره مشاهده شد. تعداد گره و درجه‌بندی گره در رقم صدری بیشتر از رقم تلاش بود (جدول ۱). کاربرد تیمار فسفری باعث تفاوت معنی‌دار در این دو صفت شد. حداکثر تعداد گره و درجه‌بندی گره از تیمار زیستی P3 به ترتیب به میزان ۱۹/۸ و ۲/۸ به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد ۴۷/۷ و ۵۵/۵ درصد افزایش را نشان داد (جدول ۴-۱). این نتیجه با نتایج Gull و همکاران، ۲۰۰۴؛ Rudresh و همکاران، ۲۰۰۵ مطابقت دارد. در لوپیا مقدار کافی فسفر برای رشد گیاه و تشکیل گره و تثبیت نیتروژن ضروری است. گره‌زایی به منابع فسفر بالایی نیاز دارد و تشکیل گره نیازمند اختصاص منابع فسفر بیشتری از طرف گیاه است (رجالی، ۱۳۸۴؛ Kouas et al., 2008). گزارش شده است یک همبستگی مثبتی بین تعداد گره و در دسترس بودن فسفر وجود دارد، به طوری که غلظت فسفر در گره سه برابر بیشتر از دیگر اندام‌های گیاه است (Kouas et al., 2008؛)؛ تحقیقات Olivera و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد، افزایش در ذخیره فسفر برای گیاه میزان باعث افزایش چهار برابری تعداد و اندازه گره می‌گردد. باتوجه به این‌که تشکیل گره ریزوبیوم نیاز شدیدی به فسفر دارد، فایده مهم آربسکولارمیکوریزا برای همزیستی ریزوبیوم فراهم کردن فسفر است. علاوه بر فسفر، عناصری از قبیل کلسیم، مولیبدون مس و روی که به وسیله آربسکولارمیکوریزا جذب می‌گردند، در تشکیل و فعالیت گره مؤثر می‌باشند. گره‌ها معمولاً ۲ تا ۳ برابر ریشه به فسفر نیاز دارند، از این رو به تلقیح با آربسکولارمیکوریزا واکنش نشان می‌دهند (Zaidi and Khan, 2006). بهبود تغذیه فسفر در تیمار فسفری نتیجه‌اش افزایش گره‌زایی و تثبیت نیتروژن و بهبود رشد گیاه میزان است. کاربرد تیمار نیتروژنی باعث ایجاد تفاوت معنی‌دار در تعداد گره و درجه‌بندی گره شد. استفاده از باکتری‌های ریزوبیوم تعداد گره‌های بیشتری بر روی ریشه ایجاد کرد. حداکثر تعداد گره و درجه‌بندی گره از تیمار N2 به ترتیب به میزان ۱۸/۹ و ۲/۵ به دست آمد (جدول ۱). این نتایج با نتایج تحقیقات Zaidi و همکاران، ۲۰۰۳؛ Tagini و همکاران، ۲۰۱۱ مطابقت دارد. کاربرد تیمار روی باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در تعداد گره و درجه‌بندی گره شد. بیشترین تعداد گره از تیمار Zn1 و Zn2 به میزان ۱۷/۵ گره به دست آمد که نسبت به تیمار Zn0، ۲۲/۳ درصد افزایش نشان داد. حداکثر درجه‌بندی گره از تیمار Zn2 با درجه ۲/۴ حاصل شد (جدول ۱). نقش سودوموناس در افزایش گره، به دلیل تأثیر هورمون‌های گیاهی در افزایش رشد و توسعه گره‌ها و یا از طریق ایجاد تغییراتی در توازن هورمونی در داخل گیاه است (Persello- et al., 2003; Cartieux). از بین اثرات متقابل، اثر متقابل فسفر در روی، اثر رقم در فسفر در روی، اثر سه‌گانه فسفر در نیتروژن در روی و اثر رقم در فسفر در نیتروژن در روی بر تعداد گره و اثر متقابل فسفر در روی و اثر رقم در فسفر در نیتروژن در روی بر درجه‌بندی گره معنی‌دار شد. با توجه به معنی‌دار شدن اثر فسفر در روی، بیشترین و کمترین تعداد گره از تیمار P3Zn1 و P0Zn0 به ترتیب به میزان ۲۲/۲ و ۹ گره به دست آمد (نمودار ۱). بالاترین و کمترین درجه‌بندی از تیمار P3Zn1 و P0Zn0 به ترتیب به میزان ۳/۲ و ۱/۲۷ به دست آمد (نمودار ۲). در ضمن حداکثر این صفات در هر یک از ارقام از رقم صدری به دست آمد. در مورد معنی‌دار شدن برهمکنش فسفر در نیتروژن در روی و برهمکنش رقم در فسفر در نیتروژن در روی، بیشترین



نمودار ۱- مقایسه بین میانگین‌های تیمارهای آزمایشی بر تعداد گره در بوته



نمودار ۲- مقایسه بین میانگین‌های تیمارهای آزمایشی بر درجه بندی گره

تعداد گره در مجموع دو رقم از تیمار P3N2Zn2 به میزان ۲۸/۳ گره و در هر یک از ارقام از رقم صدی و همین تیمار به میزان ۳۵ گره حاصل شد. بیشترین درجه گره بندی در مجموع دو رقم، از تیمار P3N2Zn2 به میزان ۴/۱۶ و در هر یک از ارقام از رقم صدی با درجه گره بندی ۵ به دست آمد. با وجود معنی دار نشدن اثر متقابل فسفر در نیتروژن و اثر متقابل نیتروژن در روی، حداکثر تعداد گره از تیمارهای P3N2 و N2Zn2 به ترتیب به میزان ۲۴ و ۲۰ گره به دست آمد. همچنین بیشترین درجه بندی گره نیز از همین دو تیمار با درجه ۳/۵ و ۲/۸ حاصل شد. این صفات در رقم صدی بیشتر از رقم تلاش بود. سیستم گیاه و ریزوبیوم از حضور قارچ آربسکولار میکوریزا سود می برد. زیرا قارچ میکوریزی نه تنها باعث تعدیل کمبود فسفر می گردند بلکه دیگر عناصر غذایی که برای ریزوبیوم محدود کننده هستند را تأمین و تعدیل می کند. افزایش مقدار عناصر غذایی در گیاهان نه تنها مستقیماً به ریزوبیوم سود می رساند، بلکه باعث افزایش فتوسنتز و باعث نسبت بالاتر فتوسینتاز قابل دسترس برای گره های ریزوبیومی می شود (Mortimer et al., 2008). تیمارهای زیستی فسفاتی، نیتروژنی و روی مورد استفاده در این تحقیق از طریق افزایش جذب و ایجاد تعادل در عناصر غذایی و با ترشح هورمون های رشد باعث افزایش تعداد و درجه بندی گره شدند.

منابع

- رجالی، ف. ۱۳۸۴. مروری اجمالی بر همزیستی میکوریزی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۳۵ صفحه.
- ناظری، پ.، کاشانی، ع.، خوازی، ک.، اردکانی، م. و میرآخوری، م. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر شاخص های فیزیولوژیکی رشد به کود زیستی میکروبی فسفات هاوی روی و کود شیمیایی فسفر در لوبیا. مجله زراعت و اصلاح نباتات، ۸: ۱۲۶-۱۱۱.
- Geneva, M. Zehirov, G. Djonova, E. Kaloyanova, N. Georgiev, G. and Stancheva, I. 2006. The effect of inoculation of pea plants with mycorrhizal fungi and Rhizobium on nitrogen and phosphorus assimilation. *Journal of Plant Soil Environment*, 52: 435-440.
- Gull, F. Y. Hafeez, I. Saleem, M. and Malik, K. A. 2004. Phosphorus uptake and growth promotion of chickpea by co-inoculation of mineral phosphate solubilizing bacteria and mixed rhizobial culture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44: 623-628.



- Kaya, M. Küçükyumuk, Z. and Erdal, I. 2009. Phytase activity, phytic acid, zinc, phosphorus and protein contents in different chickpea genotypes in relation to nitrogen and zinc fertilization. *African Journal of Biotechnology*, 8: 4508-4513.
- Mortimer, P. E. Pe´rez-Ferna´ndez, M. A., and Valentine, A. J. (2008). The role of arbuscular mycorrhizal colonization in the carbon and nutrient economy of the tripartite symbiosis with nodulated *Phaseolus vulgaris*. *Journal of Soil Biology and Biochemistry*, 40: 1019–1027.
- Rudresh, D. L. Shivaprakash, M. K. and Prasad, R. D. 2005. Effect of combined application of rhizobium, phosphate solubilizing bacterium and *Trichoderma* spp. On growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.). *Journal of Applied Soil Ecology*, 28: 139-146.
- Son, T. T. N. Diep, C. N. and Giang, T. T. M. 2006. Effect of bradyrhizobia and phosphate solubilizing bacteria application on Soybean in rotational system in the Mekong delta. *Journal of Omonrice*, 14: 48-57.
- Tajini, F. Trabelsi, M. and Drevon, J. J. 2011. Combined inoculation with *Glomus intraradices* and *Rhizobium tropici* CIAT899 increases phosphorus use efficiency for symbiotic nitrogen fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Symbiosis*, 53: 123-129.
- Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Journal of Plant and Soil*, 255: 571-586.
- Wang, X. Pan, Q. Chen, F. Yan, X. and Liao, H. 2011. Effects of co-inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia on soybean growth as related to root architecture and availability of N and P. *Journal of Mycorrhiza*, 21: 173–181.
- Wasule, D. L., Wadykar, S. R., and Buldo, A. N. 2002. Effect of phosphate solubilizing bacteria on role of *Rhizobium* on nodulation by soybean. Proceeding of the 15th meeting on microbial phosphate solubilization. Salamanca University. 16-19 July, Salamanca, Spain.
- Zaidi, S. F. A. 2003. Inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and fluorescent *Pseudomonas* to control *Rhizoctonia solani* in soybean [*Glycine max* (L) Merr]. *Journal of Annals-of-Agricultural- Research*, 24: 151-153.

Effect of biological treatments on growth morphological characteristics and nodulation in two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

M. Mohammadi

Assistance professor, Shahrekord Agricultural and Natural Resources Research and Education Center

Abstract

In order to evaluate Phosphate (P), Nitrogen (N) and Zinc (Zn) bio-treatments on morphological growth properties and nodulation, an experiment was carried out as a factorial in a randomized complete design with three replications in two cultivars of bean. The research treatments consisted of two cultivars of Pinto bean (C1: Talash C2: Sadri), four levels of P (P0: Control, P1: Use of triple super phosphate (TSP) fertilizer on the basis of soil test, P2: 50 percentage of TSP recommendation bio-fertilizer, and P3: Use of P bio-fertilizer), three levels of N (N0: Control, N1: Use of urea, and N3: Use of rhizobium inoculum), and Zn (Zn0: Control, Zn1: 50 kg ha⁻¹ ZnSO₄, and Zn3: Use of biological Zn). The results revealed that the effect of cultivar, P, N and Zn was significant on studied parameters. The maximum of these parameters was obtained from Sadri cultivar, N2 and Zn2 treatments. The interaction effect of P × N × Zn was significant on plant wet weight and nodule number among triple effects. The maximum amount of plant wet weight (45.3 gram) and nodule number (28) were obtained from P2N2Zn1 and P3N2Zn2 respectively. Using of P, N and Zn bio-treatments recommended to increase growth morphological growth properties and nodulation.

Keywords: Mycorrhiza, Growth velocity, Nodule number, Plant dry weight