نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۲، صفحهٔ۱۲۰-۱۱۱، نیمهٔ دوم ۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 2, 2013, p. 111-120

بررسی اثر محلول‌پاشی نانوکامپوزیت آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی تلقیح‌شده با باکتری ریزوبیوم (*Rhizobium leguminosarum*) در شرایط مزرعه‌ای گیلان

فرشته جهان‌آرای کلشتاجانی[1*]، سیدمصطفی صادقی[2] و مجید عاشوری[2]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

۲- اعضای هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

(به‌ترتیب، smsadeghi55@ yahoo.com و mashouri48@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۶/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۰۵

چکیده

با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی در تولید محصولات زراعی و با توجه به نقش مهم عناصر ریزمغذی نظیر آهن در افزایش عملکرد این محصولات، اثر نانوکامپوزیت آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی تلقیح‌شده با باکتری ریزوبیوم طی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۰ در شهرستان سیاهکل اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل نانو کامپوزیت آهن (عدم محلول‌پاشی و محلول‌پاشی)، باکتری تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن (تلقیح و عدم‌تلقیح) و چهار ژنوتیپ لوبیاچیتی به نام‌های (صدری، تلاش، خمین و محلی گیلان) بودند. نتایج تجزیه واریانس، اختلاف معنی‌داری را برای عملکرد دانه در ارقام مختلف نشان داد. نتایج مقایسه میانگین نیز نشان داد که در برهمکنش سه عامل رقم با باکتری و نانوکامپوزیت، رقم خمین در تلقیح با باکتری و محلول‌پاشی با عملکرد دانه ۵/۷۵تُن در هکتار بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. رقم خمین با محلول‌پاشی نانوکامپوزیت آهن با ۵/۷۳ بیشترین تعداد دانه در غلاف را دارا بود. در برهمکنش ارقام و تلقیح باکتری نیز رقم خمین با تلقیح باکتری با ۵/۸ بیشترین تعداد دانه در غلاف را نشان داد. همچنین در برهمکنش ارقام در تلقیح باکتری و محلول‌پاشی با نانوکامپوزیت، رقم خمین با تلقیح باکتری و با محلول‌پاشی نانوکامپوزیت دارای بیشترین تولید دانه در غلاف با ۵/۸۷ گردید. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در آزمایش منطقه مذکور، محلول‌پاشی نانوکامپوزیت آهن و تلقیح با باکتری ریزوبیومی موجب افزایش تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه گردید.

واژه‌های کلیدی: آهن، ریزوبیوم، لوبیاچیتی، نانوکود

مقدمه

لوبیا از منابع مهم تأمین‌کنندهٔ پروتئین در اکثر کشورهای درحال‌توسعه می‌باشد؛ زیرا از نظر اقتصادی از پروتئین حیوانی ارزان‌تر است (Habibe *et al*., 2006). لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)، قادر است قسمت عمده‌ای از نیتروژن مورد نیاز خود را از طریق رابطه همزیستی با باکتری ریزوبیومی به‌دست آورد (Khodshenas *et al*., 2006). حبوبات که از گیاهان خانواده لگومینوز هستند، در ایران پس از گندم دارای بیشترین اهمیت هستند (Dagheghean *et al*., 2011). لوبیا حدود۱۰۰تا ۱۵۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از خاک برداشت می‌کند که از این مقدار، قسمت اعظم آن توسط باکتری‌های همزیست تأمین می‌شود (Taherkhani *et al*., 2007). مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد بی‌رویهٔ کودهای شیمیایی از یک‌سو و انرژی و هزینه‌های تولید از سوی دیگر و همچنین مسئله تأمین غذای کافی و باکیفیت مناسب برای جمعیت، تحقیق در زمینهٔ به‌کاربردن روش‌هایی که منجر به کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌شود را ضروری ساخته است. برای دستیابی به این امر، دو رهیافت وجود دارد: ۱- فعال‌سازی عناصر غیرفعال که در بوم‌نظام وجود دارند، نظیر نیتروژن و فسفر غیرفعال، همراه با ریزمغذی‌های کمترقابل‌دسترس خاک مانند آهن و روی؛ ۲- افزایش سرعت بازیافت عناصر غذایی (Taherkhani *et al.,* 2009). بهره‌برداری از عناصر غیرفعال توسط گیاهان پس از قابل‌دسترس‌ساختن آنها توسط فناوری جدید نانو، مانند استفاده از نانوکودها و نیز بهره‌گیری از برخی میکروارگانیسم‌های خاکزی امکان‌پذیر می‌گردد (Dehuri & Hosseni, 2009). ساختار آلی سنتتیک (نه طبیعی) نانوکود کلاته آهن‌بنیان (یا لیگاند)، فلزات ریزمغذّی مانند آهن و روی را حمل می‌نماید (Nazaran, 2011). عناصر ریزمغذّی، نقش

* **نویسنده مسئول:** گیلان، سیاهکل، خیابان امام‌خمینی(ره)، ابتدای خیابان شهیدشیرودی، همراه: ۰۹۳۵۲۲۳۶۸۳۱، arafry@yahoo.com

حیاتی در رشد و نمو گیاهان ایفا می‌کنند و سهم مهمی به‌لحاظ ضرورتشان در افزایش عملکرد محصول دارند (Dewal & Pareek, 2004). بعضی عناصر غذایی کم مصرف همانند روی و آهن، برای رشد گیاه ضروری هستند و در فرآیندهای فیزیولوژیک، مانند فتوسنتز، تولید هورمون‌های رشد و تشکیل کلروفیل گیاهی دخالت دارند و کمبود آنها می‌تواند موجب عدم توازن عناصر غذایی در گیاه و نهایتاً کاهش کمیت و کیفیت محصول شود. کمبود آهن در اغلب خاک‌های ایران مشهود است (Mosevand *et al.*, 2010). وجود آهن در سنتز پروتئین‌های همراه کلروفیل لازم است و کمبود آن سبب ازکارافتادن کلروفیل می‌شود که به‌همین علت، رنگ زرد ناشی از کمبود آهن رُخ می‌دهد (Vankhadeh, 2002). درگیاهان سبز، اغلب میان مقدار آهن و محتوی کلروفیل، همبستگی مناسبی وجود دارد و گیاهانی که از آهن کافی برخوردار هستند، دارای کلروفیل بیشتری می‌باشند (Shafe *et al.*, 2011). مصرف عنصر آهن به‌صورت خاکی و برگی موجب بهبود صفات مورد اندازه‌گیری، تحت شرایط تنش رطوبتی در گیاه گلرنگ شد (Fathami Amirkhiz *et al.*, 2011). روی نیز عنصر کم‌مصرف بسیارمهم دیگری است که وجود آن برای فعالیت‌های متابولیک در گیاهان ضروری است (Hassegawa *et al.*, 2008). عنصر روی به واسطهٔ نگهداری عنصر پتاسیم در سلول‌های محافظ روزنه‌ها نقش مهمی در تنظیم میزان بازبودن روزنه‌ها دارد (Shafe *et al.*, 2011). با کاربرد روی، علاوه بر بالارفتن عملکرد، غلظت روی و پروتئین در دانه و اندام هوایی افزایش یافته و باعث کیفیت بهتر محصول شد (Bayvordi, 2006). امروزه به‌کارگیری ریزجانداران مفید خاکزی نیز تحت عنوان کودهای بیولوژیک به‌عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه‌حل به‌منظور بهبود و افزایش حاصلخیزی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی محسوب می‌شوند (Saleh Rasten, 2001). باکتری‌های ریزوبیومی‌علاوه بر نقش بسیار بااهمیت خود در موازنهٔ نیتروژن بیوسفر، می‌توانند به‌صورت‌های متفاوت دیگری نیز افزایش رشد و عملکرد گیاهان را موجب گردند؛ برای مثال، باعث افزایش جذب سایر عناصر ازجمله پتاسیم و فسفر از خاک شوند (Mehrpoyan *et al.*, 2011).

در این تحقیق، چهار رقم لوبیاچیتی در تلقیح با باکتری و محلول‌پاشی نانوکامپوزیت آهن با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی و تأمین غذای سالم مورد بررسی قرار گرفت تا ضمن معرفی بهترین رقم، میزان تأثیرگذاری ترکیبات نانوکود کلاته آهن و باکتری ریزوبیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد، مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار (سه بلوک با ۱۶کرت) در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در شهرستان سیاهکل از توابع استان گیلان با ارتفاع صفر متر از سطح دریا اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل نانوکامپوزیت آهن، حاوی ۹درصد آهن کلاته قابل‌حل در آب به‌همراه عناصر اصلی میکروالمنت همچون روی (عدم محلول‌پاشی و محلول‌پاشی نانوکود آهن)، باکتری تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن *R. leguminosarum* biovar phaseoli (تلقیح و عدم‌تلقیح) و چهار ژنوتیپ لوبیاچیتی به نام‌های (صدری، تلاش، خمین و محلی گیلان) بودند. بذرها در عمق ۵سانتی‌متر و درکرت‌هایی با ابعاد چهارمترمربعی (۲×۲) کشت شدند. آماده‌سازی و عملیات خاک‌ورزی در اواخر اسفندماه انجام شد. با توجه به نتایج آزمون خاک (جدول۱)، کود نیتروژن از منبع اوره به‌مقدار ۲۵کیلوگرم در هکتار و کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم به‌مقدار۲۰۰کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه گردید. به‌منظور تلقیح بذرها با باکتری، محلول۱۰درصد آب‌قند تهیه شد و پس از خیساندن بذور در این محلول، بذرها با باکتری آغشته گشته و سپس کشت شدند. به‌ازای یک‌کیلوگرم بذر به‌میزان۲۰گرم مایه‌تلقیح باکتری درنظرگرفته شد. عمل محلول‌پاشی نانوکامپوزیت آهن در مرحلهٔ۵۰درصد گلدهی در دقایق اولیه صبح و با دستگاه مه‌افشان به حجم ۶لیتر و با فشار ۴۰۰بار به‌طور یکنواخت با میزان ۳گرم کود نانو (بروشور کود خضرا) درکرت‌های با تیمار کود آلی نانو، بر روی کلیه بوته‌های مورد نظر محلول‌پاشی شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیک، نمونه‌برداری از هرکرت و با حذف اثر حاشیه‌ای صورت گرفت. پس از برداشت، صفات مختلف شامل تعداد کل غلاف در بوته، درصد پروتئین، تعداد دانه در غلاف، وزن۱۰۰دانه و عملکرد دانه بررسی شد. داده‌های حاصل از آزمایش، به‌وسیلهٔ نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح اطمینان ۹۵درصد محاسبه شد.

نتایج و بحث

تعداد کل غلاف در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر تعداد کل غلاف بین چهار ژنوتیپ لوبیاچیتی، تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک‌درصد وجود دارد (جدول ۲). تعداد کل غلاف در تلقیح و عدم‌تلقیح با باکتری ریزوبیوم تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). همچنین در محلول‌پاشی و عدم محلول‌پاشی نانوکامپوزیت، از نظر تعداد کل غلاف تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۲).

جدول۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش و مقادیر قابل‌دسترس عناصر غذایی
Table 1. Some physical and chemical properties of soil testing and available nutrient values

مواد خنثی‌شونده Inert material respondent (%)	پتاسیم Potassium (mg/kg)	فسفر Phosphorus (mg/kg)	نیتروژن Nitrogen (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	pH	هدایت الکتریکی Electrical conductivity (dSm^{-1})	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)
11.75	79.21	16.60	0.20	4.13	6.92	1.242	42	6	52

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام لوبیاچیتی تحت تیمار باکتری ریزوبیوم و نانوکامپوزیت آهن
Table 2. Analysis of variance (Mean squares) for yield and its components in wax bean cultivars under inoculated and non-inoculated with *Rhizobium* bacteria treated and nano-composite iron

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	MS				
		تعدادکل غلاف Total number of pods	درصد پروتئین دانه Grain protein percentage	تعداد دانه در غلاف Number of grains per pod	عملکرد دانه Grain yield	وزن۱۰۰دانه 100 grains weight
تکرار (R)	2	0.25	0.56	0.010	15127.383	1.173
ژنوتیپ (v) Genotype	3	152.139**	17.791**	2.394**	8044942.834**	314.423**
باکتری (b) Bacteria	1	21.333**	60.301**	0.075**	567729.483**	15.008**
ژنوتیپ×باکتری (vb) Bacteria×Genotype	3	83.833**	8.804**	0.367**	3426952.236**	51.886**
نانوکامپوزیت (n) Nano composite	1	10.083**	0.563**	0.422**	11702456.514**	9.541*
ژنوتیپ×نانوکامپوزیت (vn) Nano composite×Genotype	3	18.472**	4.441**	0.094**	1795053.734**	14.661**
نانوکامپوزیت×باکتری (nb) Nano composite×bacteria	1	108.0**	0.563**	0.227**	1472090.147**	13.653**
ژنوتیپ×نانوکامپوزیت×باکتری (vbn) Genotype×Nano composite×bacteria	3	33.5**	3.379**	0.561**	370400.234**	3.963^{ns}
اشتباه آزمایشی Error	30	0.517	0.024	0.016	21344.234	1.501
ضریب تغییرات CV		4.83%	0.96%	2.38%	4.33%	3.14%

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک‌درصد و پنج‌درصد
ns,* and **: Non significant ,significant at 5% and 1% probability levels, respectively

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی نشان داد ژنوتیپ تلاش با ۱۸غلاف و پس از آن ژنوتیپ خمین با ۱۷/۹۲غلاف بیشترین تعداد کل غلاف را دارا بودند (جدول ۳). در تجزیه واریانس اثرات متقابل نیز اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک‌درصد از نظر تعداد کل غلاف مشاهده گردید (جدول ۲). نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه میانگین نشان داد که در اثر متقابل ژنوتیپ در تلقیح باکتری ریزوبیوم به‌طور میانگین ژنوتیپ تلاش در عدم‌تلقیح با باکتری با ۲۲/۱۷غلاف بیشترین و ژنوتیپ محلی گیلان در عدم‌تلقیح با باکتری با ۱۰/۳۳غلاف و پس از آن ژنوتیپ صدری در عدم‌تلقیح با ۱۰/۵غلاف، کمترین تعداد کل غلاف را به خود اختصاص دادند (جدول۴). همچنین در اثر متقابل نانوکامپوزیت آهن در چهار ژنوتیپ لوبیاچیتی، ژنوتیپ تلاش در عدم محلول‌پاشی با ۱۹/۱۷غلاف و پس از آن ژنوتیپ خمین در محلول‌پاشی با ۱۸/۶۷غلاف، بیشترین و ژنوتیپ محلی در عدم محلول‌پاشی با ۱۰غلاف، کمترین تعداد غلاف را نشان دادند (جدول ۴). همچنین محلول‌پاشی نانوکامپوزیت موجب افزایش تعداد کل غلاف در ارقام محلی، خمین و صدری به نسبت عدم محلول‌پاشی گردید (جدول۴). مقایسه میانگین برهمکنش ژنوتیپ‌های لوبیا×باکتری ریزوبیوم×نانوکامپوزیت نشان داد که ژنوتیپ تلاش با عدم‌تلقیح و در عدم محلول‌پاشی با ۲۳/۶۷غلاف، بیشترین و ژنوتیپ محلی گیلان با تلقیح باکتری و در عدم محلول‌پاشی با ۷/۶۷غلاف، کمترین تعداد غلاف را دارا بودند (جدول۵). همچنین در ژنوتیپ‌های صدری، خمین و محلی، اثر متقابل کود باکتری و نانوکامپوزیت موجب افزایش تعداد کل

غلاف شد (جدول۵). وجود تفاوت معنی‌دار در سطح یک‌درصد بین ژنوتیپ‌های مختلف لوبیاچیتی برای صفت تعداد غلاف در بوته، توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Taherkhani et al., 2007; Bayat et al., 2010). اختلاف تعداد غلاف در بوته در ارقام کشت‌شده می‌تواند ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی در توانایی جذب عناصر و پتانسیل تولید ارقام مختلف تحت تأثیر عناصر غذایی متفاوت باشد (Mostafavi Rad et al., 2008). همچنین محققان بیان داشته‌اند که ژنوتیپ تلاش نسبت به ژنوتیپ خمین تعداد بیشتری غلاف در بوته ایجاد کرده و در صورت داشتن شرایط مطلوب، از پتانسیل عملکرد بالایی برخوردار است. مقاومت به خشکی به‌عنوان توانایی تولید بیشتر در ژنوتیپ خمین نسبت به سایر ژنوتیپ‌های کشت‌شده دراین آزمایش، بیشتر است (Parsa & Bagheri, 2008). این نتایج مطابق با نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق و مطالعات سایر محققان می‌باشد (Pyrbluty & Golparvar, 2005). مطابق نظریه محققان، ژنوتیپ گیاه، فاکتورهای محیطی و طبیعت سویه رقیب روی موفقیت سویه تلقیح‌شده در تشکیل گره باکتری، اثرگذار است (Parsa & Bagheri, 2008) که خود می‌تواند موجب افزایش و یا کاهش تولید محصول در ژنوتیپ‌های مختلف گردد. در مطالعه مشابهی که توسط سایر محققان بر روی تأثیر ارقام سویا و سویه‌های باکتری انجام شد، اثرات متقابل معنی‌داری در خصوص صفت تعداد غلاف در گیاه ملاحظه گردید؛ به‌طوری‌که بیشترین غلاف در رقم زراعی سویا با تلقیح سویه باکتری با ۴۲غلاف در گیاه به‌دست آمد (Vaselas & Nelsun, 1992). در آزمایشاتی که روی ارقام لوبیا تلقیح‌شده توسط باکتری لوبیا *(Rhizobium phaseoli)* انجام شد، ارقام لوبیا با تلقیح باکتری، تعداد غلاف بیشتری را نسبت به شاهد بدون تلقیح دارا بودند (Rodriguez Navarro & Santamarya,1999; Pyrbluty & Golparvar, 2005). محققان در آزمایش مزرعه‌ای بر روی اثر سم تولیدشده از باکتری‌های گروه ریزوبیوم ژاپونیکوم، به این نتیجه رسیدند که بعضی از انواع باکتری، میزان سمی‌که تولید می‌کنند، بر روی فعالیت گیاه اثر دارد و علاوه بر کاهش محصول دانه، تعداد غلاف در بوته را کاهش می‌دهد (Vaselas & Foherman, 1992).این نتیجه می‌تواند علت کاهش تعداد غلاف در بوته در ژنوتیپ‌های تلاش و خمین پس از تلقیح باکتری باشد. با کاربرد برخی عناصر کم‌مصرف همانند روی و آهن که برای رشد گیاه ضروری هستند و در فرآیندهای فیزیولوژیک دخالت دارند، می‌توان توازن عناصر غذایی در گیاه و در نهایت افزایش کیفیت و کمیت محصول را به‌دست آورد. محققان در گیاه سویا مشاهده کردند در شرایطی که خاک مزرعه دارای کمبود عناصر ریزمغذّی باشد، عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته با محلول‌پاشی آهن افزایش پیدا کرده ولی معنی‌دار نمی‌گردد (Mosevand *et al*., 2010) که با نتایج به‌دست‌آمده در ژنوتیپ تلاش، مغایر است.

درصد پروتئین دانه

تجزیه واریانس ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال یک‌درصد از نظر درصد پروتئین دانه نشان داد (جدول۲). آزمون مقایسه میانگین نشان داد که ژنوتیپ محلی با ۱۷/۴۷درصد، بیشترین درصد پروتئین دانه را به خود اختصاص داد، درحالی‌که ژنوتیپ تلاش با میانگین ۱۴/۸۶درصد کمترین درصد پروتئین دانه را نشان داد (جدول۳). تجزیه واریانس نشان داد که درصد پروتئین دانه اختلاف معنی‌داری را در حضور و عدم حضور باکتری ریزوبیوم داراست (جدول۲). مقایسه میانگین همچنین نشان داد که در استفاده از باکتری و عدم استفاده از آن از نظر میانگین درصد پروتئین دانه، اختلاف معنی‌داری وجود دارد و تلقیح با باکتری موجب افزایش پروتئین دانه با مقدار ۱۷/۴۰درصد گردید (جدول۳). تجزیه واریانس نشان داد استفاده و عدم استفاده از نانوکود آهن موجب اختلاف معنی‌دار در درصد پروتئین دانه گردید (جدول۲). مقایسه میانگین نیز نشان داد استفاده از نانوکود آهن موجب اختلاف معنی‌دار با عدم استفاده از نانوکود شده و افزایش درصد پروتئین دانه با مقدار ۱۶/۳۹درصد را موجب شد (جدول۳). در کلیه اثرات متقابل، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک‌درصد مشاهده شد (جدول۲).

بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ با باکتری نشان داد ژنوتیپ صدری با تلقیح با باکتری، بیشترین درصد پروتئین دانه را با ۱۹/۱۷درصد دارا بود و ژنوتیپ خمین با عدم‌تلقیح با ۱۴/۱۵درصد، دارای کمترین درصد پروتئین دانه گردید (جدول۴).

در بررسی اثر متقابل ژنوتیپ با نانوکود آهن مشاهده گردید ژنوتیپ محلی با عدم محلول‌پاشی با ۱۸/۱۲درصد و پس از آن ژنوتیپ صدری با محلول‌پاشی با ۱۷/۹۳درصد، بیشترین درصد پروتئین دانه را دارا بودند؛ درحالی‌که ژنوتیپ تلاش در عدم محلول‌پاشی با مقدار ۱۴/۶۷درصد، کمترین درصد پروتئین دانه را دارا بود (جدول۴). در بررسی برهمکنش باکتری ریزوبیوم و نانوکود آلی آهن، تلقیح با باکتری و محلول‌پاشی و نیز تلقیح با باکتری و عدم محلول‌پاشی، بیشترین درصد پروتئین دانه با مقدار ۱۷/۴۰درصد را نشان داد. عدم‌تلقیح با باکتری در عدم محلول‌پاشی موجب کمترین درصد پروتئین دانه با مقدار ۱۴/۹۴درصد شد (جدول۴).

بررسی برهمکنش ژنوتیپ لوبیا×باکتری×نانوکود، بیشترین درصد پروتئین دانه در ژنوتیپ صدری درتلقیح با باکتری و محلول‌پاشی با ۱۹/۶۰ درصد و پس از آن در ژنوتیپ محلی با تلقیح

با باکتری و عدم محلول‌پاشی با ۱۹/۴۷درصد مشاهده گردید؛ درحالی‌که ژنوتیپ خمین در عدم‌تلقیح و محلول‌پاشی با ۱۳/۶درصد و ژنوتیپ صدری در عدم‌تلقیح و عدم محلول‌پاشی با ۱۴/۵۳درصد، کمترین درصد پروتئین دانه را نشان دادند (جدول۵). محققان دریافتند در تلقیح بذور باقلا با باکتری و نیز تلقیح بذور لوبیا، میزان پروتئین دانه افزایش یافت و کمترین میزان پروتئین به تیمار شاهد (بدون تلقیح) مربوط بود (Babekr *et al.*, 1995; Taherkhani *et al.*, 2009; Pyrbluty & Golparvar, 2005). در تحقیق کاربرد خاکی و برگی عنصر آهن بر گیاه گلرنگ نیز کاربرد کلات آهن موجب افزایش پروتئین محلول برگ گلرنگ شد (Fathi Amirkhiz *et al.*, 2011). همچنین محققان بیان کردند درصد پروتئین، بستگی به تغذیه گیاه دارد و تحت تأثیر تیمارهای کود آهن قرار می‌گیرد (Mosevand *et al.*, 2010). همچنین Sindahu & Tiwari (1996) گزارش نمودند که محلول‌پاشی عناصر آهن، روی و مس موجب افزایش میزان پروتئین در پیاز گردید. Marschner (1995) نیز گزارش کرده است در اثر کمبود روی، فعالیت آنزیمRNA کاهش یافته و در نتیجه پروتئین دانه تقلیل می‌یابد. کمبود روی در گیاه زراعی، در انجام وظایف طبیعی گیاه در برخی مسیرهای فیزیولوژیک، اختلال ایجاد می‌کند. این مسیرها نقش مهمی در سنتز پروتئین نیز دارند (Khavari *et al.*, 2011)؛ از این طریق ممکن است باعث افزایش مقدار و درصد پروتئین گردد.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد در اثرات اصلی

Table 3. Comparison of yield and yield components of main effects

		تعداد کل غلاف Total number of pods	درصد پروتئین دانه Grain protein percentage	تعداد دانه در غلاف the number of grains per pod	عملکرد دانه Grain yield (kg/h)	وزن۱۰۰دانه 100 grains weight (g)
نانوکامپوزیت Nano composite	n_1	14.42 b	16.17 b	5.15 b	2883 b	39.49 a
	n_2	15.33 a	16.39 a	5.34 a	3870 a	38.60 a
باکتری Bacteria	b_1	15.54 a	15.16 b	5.21 a	3268 b	38.49 b
	b_2	14.21 b	17.40 a	5.29 a	3485 a	39.60 a
لوبیاچیتی Wax bean	v_1	11.75 b	15.69 c	5.63 a	3304 b	43.10 a
	v_2	18 a	14.86 d	4.80 b	3196 b	32.03 c
	v_3	18 a	17.10 b	5.63 a	4489 a	42.60 a
	v_4	11.83 b	17.47 a	4.90 b	2518 c	38.44 b

n_1: عدم محلول‌پاشی؛ n_2: محلول‌پاشی؛ b_1: عدم‌تلقیح باکتری؛ b_2: تلقیح باکتری، v_1: ژنوتیپ صدری؛ v_2: ژنوتیپ تلاش؛ v_3: ژنوتیپ خمین؛ v_4: ژنوتیپ محلی گیلان

n_1: lack spraying; n_2: spraying; b_1: non-insemination of bacteria; b_2: insemination of bacteria; v_1: Sadri varieties; v_2: Talash Genotype; v_3: Khomean Genotype; v_4: Local Genotype of Guilan

داده‌ها متوسط سه تکرار می‌باشند. در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Data are mean of three replicates. Means in each column followed by at least one letter in common are not significantly different.

تعداد دانه در غلاف

نتایج تجزیه واریانس نشان داد در چهار ژنوتیپ لوبیاچیتی در سطح احتمال یک‌درصد، تفاوت معنی‌داری در تعداد دانه در غلاف وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین چهار ژنوتیپ لوبیاچیتی در تعداد دانه در غلاف نشان داد که ژنوتیپ صدری با ۵/۶۳ و ژنوتیپ خمین با ۵/۶۳، بیشترین تعداد دانه در غلاف را داشتند (جدول۳). در تلقیح و عدم‌تلقیح باکتری، در تعداد دانه در غلاف، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد مشاهده شد (جدول۲). در محلول‌پاشی و عدم محلول‌پاشی نانوکامپوزیت، در سطح احتمال یک‌درصد، اختلاف معنی‌داری در تعداد دانه در غلاف مشاهده شد (جدول۲) و اثر متقابل باکتری ریزوبیوم×ژنوتیپ‌های لوبیا، اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال یک‌درصد نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد بیشترین تعداد دانه در غلاف با ۵/۸ در ژنوتیپ خمین و تلقیح باکتری بوده و کمترین تعداد دانه در غلاف نیز با ۴/۶۷ در ژنوتیپ تلاش و تلقیح باکتری و ۴/۷ در ژنوتیپ محلی در عدم‌تلقیح مشاهده شد (جدول ۴). در اثر متقابل ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی×نانوکامپوزیت آهن، تعداد دانه در غلاف تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). در مقایسه میانگین محلول‌پاشی و عدم محلول‌پاشی چهار ژنوتیپ کشت‌شده، بیشترین تعداد دانه در غلاف با ۵/۷۳ در ژنوتیپ خمین در محلول‌پاشی نانوکامپوزیت و کمترین تعداد دانه در غلاف با ۴/۶۷ در ژنوتیپ تلاش و بدون محلول‌پاشی به‌دست آمد (جدول ۳). همچنین، محلول‌پاشی ژنوتیپ‌های تلاش، خمین و محلی نشان داد که محلول‌پاشی نانوکامپوزیت آهن در مقایسه با عدم محلول‌پاشی موجب افزایش تعداد دانه در غلاف شد (جدول ۳). در اثر متقابل باکتری ریزوبیوم×نانوکامپوزیت آهن در سطح احتمال یک‌درصد، اختلاف معنی‌دار در تعداد دانه در غلاف مشاهده شد (جدول ۲).

در مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری با نانوکامپوزیت، بیشترین تعداد دانه در غلاف با ۵/۴۵ در تلقیح باکتری هنگام محلول‌پاشی مشاهده شد (جدول ۳). تعداد دانه در غلاف در اثر متقابل ژنوتیپ‌های لوبیا×باکتری ریزوبیوم×نانوکامپوزیت، در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ‌های لوبیا×باکتری ریزوبیوم×نانوکامپوزیت، بیشترین تعداد دانه در غلاف، در ژنوتیپ خمین و تلقیح باکتری و محلول‌پاشی با ۵/۸۶۷دانه و کمترین تعداد دانه در غلاف در ژنوتیپ محلی و عدم‌تلقیح باکتری و محلول‌پاشی با ۴/۴۷دانه و ژنوتیپ تلاش با تلقیح باکتری و در عدم محلول‌پاشی با ۴/۵۳دانه به‌دست آمد (جدول ۵). در شرایط مختلف محیطی، تعداد دانه در غلاف، باثبات‌ترین جزء عملکرد در حبوبات محسوب می‌شود؛ زیرا در یک ژنوتیپ معین، تعداد سلول‌های تخم در هم تخمدان‌ها تقریباً برابر است (Koocheki &Banayane Avval, 1994). بنابراین تعداد دانه در غلاف و کاهش تعداد دانه در شرایط متفاوت، اثر مشابه تعداد غلاف در بوته در نوسانات عملکرد را ندارد (Bayat *et al*., 2010). نتایج سایر محققان نشان می‌دهد چنانچه بوته لوبیا تعداد زیادی غلاف تولید نماید، تعداد دانه در هر غلاف کاهش می‌یابد (Bennet *et al*., 1977). در برخی تحقیقات، یک رابطهٔ معکوس بین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف مشاهده شده است و این موضوع، نشان‌دهندهٔ اثرات جبرانی اجزای عملکرد بر روی یکدیگر می‌باشد (Bayat *et al*., 2010).

وزن۱۰۰دانه

چهار ژنوتیپ لوبیاچیتی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد از نظر وزن۱۰۰دانه نشان دادند (جدول ۲). در مقایسه چهار ژنوتیپ لوبیاچیتی، مشاهده شد که ژنوتیپ صدری با ۴۳/۱۰ و ژنوتیپ خمین با ۴۲/۶۰گرم، بیشترین و ژنوتیپ تلاش با ۳۲/۰۳گرم، کمترین وزن۱۰۰دانه را دارا بودند (جدول۳). در تلقیح و عدم‌تلقیح باکتری، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد مشاهده شد (جدول۲). تلقیح باکتری موجب افزایش وزن۱۰۰دانه نسبت به عدم‌تلقیح با باکتری شد (جدول۳). در محلول‌پاشی نانوکامپوزیت آهن نیز تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج‌درصد در مقایسه با عدم محلول‌پاشی مشاهده شد (جدول۲). در برهمکنش ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی×باکتری ریزوبیوم و همچنین اثر متقابل ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی×نانوکامپوزیت آهن، وزن۱۰۰دانه تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک‌درصد نشان داد (جدول۲). در مقایسه میانگین اثر متقابل لوبیا با باکتری، مشاهده شد که ژنوتیپ صدری و عدم‌تلقیح باکتری با ۴۳/۳۳گرم و ژنوتیپ خمین با تلقیح باکتری با ۴۲/۹۶گرم و ژنوتیپ صدری با تلقیح باکتری با ۴۲/۸۷گرم، بیشترین وزن۱۰۰دانه را دارا بودند و کمترین وزن۱۰۰دانه نیز در ژنوتیپ تلاش و تلقیح باکتری با ۳۰/۶۶گرم مشاهده شد (جدول ۴). در مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های لوبیا و نانوکامپوزیت آهن، بیشترین وزن۱۰۰دانه در ژنوتیپ صدری و عدم محلول‌پاشی نانوکامپوزیت با ۴۳/۸گرم و ژنوتیپ خمین با عدم محلول‌پاشی با ۴۳/۳۱گرم دیده شد و کمترین وزن۱۰۰دانه نیز در ژنوتیپ تلاش و محلول‌پاشی نانوکامپوزیت با ۳۰/۵۵گرم مشاهده گردید (جدول۴). همچنین وزن۱۰۰دانه، در اثر متقابل باکتری ریزوبیوم×نانوکامپوزیت آهن در سطح یک‌درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری و نانوکامپوزیت آهن نشان داد که تلقیح باکتری با عدم محلول‌پاشی با ۴۰/۵۸گرم دارای بیشترین وزن۱۰۰دانه بود (جدول۴). در اثر متقابل ژنوتیپ‌های لوبیا×باکتری ریزوبیوم×نانوکامپوزیت، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). تلقیح باقلا با ریزوبیوم هم‌زیست آن در سودان نشان داد که وزن۱۰۰دانه باقلا به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یافت (Elsheikh & Elzidany, 1997). برخی محققان تنوع موجود در بین ارقام از لحاظ وزن۱۰۰۰دانه را مربوط به اختلاف ژنتیکی ارقام در طول دورهٔ پُرشدن دانه از زمان گلدهی تا رسیدگی دانه می‌دانند (Ghasemi Pirbalouti *et al*., 2002).

عملکرد دانه

عملکرد دانه در چهار ژنوتیپ در سطح احتمال یک‌درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول۲). مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی کشت‌شده نشان داد که ژنوتیپ خمین با ۴۴۸۹کیلوگرم در هکتار بیشترین و ژنوتیپ محلی با ۲۵۱۸کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را داشتند (جدول۳). در تلقیح و عدم‌تلقیح باکتری ریزوبیوم، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد نشان داده شد (جدول۲). تلقیح باکتری موجب افزایش عملکرد دانه گردید (جدول۳). همچنین، در اثر متقابل باکتری ریزوبیوم×ژنوتیپ‌های لوبیا، عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک‌درصد نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی×باکتری ریزوبیوم، نشان داد که ژنوتیپ خمین با تلقیح باکتری با ۵۵۲۴کیلوگرم در هکتار بیشترین و ژنوتیپ محلی گیلان در عدم‌تلقیح باکتری با ۲۰۸۸کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را به‌خود اختصاص دادند (جدول۴). همچنین در محلول‌پاشی و عدم محلول‌پاشی نانوکامپوزیت، عملکرد دانه در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی نانوکامپوزیت در مقایسه با عدم محلول‌پاشی، محلول‌پاشی نانوکامپوزیت موجب افزایش عملکرد دانه گردید (جدول۳).

جدول۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد در اثرات متقابل ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی تحت تلقیح با باکتری ریزوبیوم و محلول‌پاشی نانوکامپوزیت آهن

Table 4. Mean Comparison for yield and yield components in wax bean cultivars under inoculated with *Rhizobium* bacteria and spraying and not spraying nano-composite iron

	تعداد کل غلاف Total number of pods	درصد پروتئین دانه Grain protein percentage	تعداد دانه در غلاف the number of grains per pod	عملکرد دانه Grain yield (kg/h)	وزن۱۰۰دانه 100 grains weight (g)
باکتری×ژنوتیپ Bacteria×Genotype					
v_1b_1	10.5 e	15.03 e	5.7 ab	2913 e	43.33 a
v_1b_2	13 d	19.17 a	5.567 ab	3696 b	42.87 a
v_2b_1	22.17 a	14.73 f	4.97 c	3077 de	33.41 b
v_2b_2	13.83 d	14.98 ef	4.67 d	3314 cd	30.66 c
v_3b_1	19.17 b	14.15 g	5.47 ab	3453 bc	42.25 a
v_3b_2	16.67 c	17.23 c	5.8 a	5524 a	42.96 a
v_4b_1	10.33 e	16.72 d	4.7 d	2088 f	34.96 b
v_4b_2	13.33 d	18.22 b	5.117 c	2948 e	41.93 a
نانوکامپوزیت×ژنوتیپ nano composite×Genotype					
v_1n_1	11.33 de	16.27 c	5.667 a	3056 c	43.80 a
$v1n_2$	12.17 d	17.93 a	5.60 a	3553 b	42.40 a
v_2n_1	19.17 a	14.67 f	4.667 d	3808 b	33.52 c
v_2n_2	16.83 b	15.05 e	4.967 bc	2583 d	30.55 d
v_3n_1	17.17 b	15.63 d	5.533 a	4361 a	43.31 a
v_3n_2	18.67 a	15.75d	5.733 a	4616 a	41.89 a
v_4n_1	10.00 e	18.12 a	4.750 cd	1847 e	37.33 b
v_4n_2	13.67 c	16.82 b	5.067 b	3190 c	39.56 b
نانوکامپوزیت×باکتری nano composite×Bacteria					
b_1n_1	16.58 a	14.94 c	5.18 b	2949 c	38.40 b
b_1n_2	14.5 b	15.38 b	5.23 b	3587 b	38.57 b
b_2n_1	12.25 c	17.40 a	5.12 b	2817 c	40.58 a
b_2n_2	16.17 a	17.40 a	5.45 a	4154 a	38.63 b

n_1: عدم محلول‌پاشی؛ n_2: محلول‌پاشی؛ b_1: عدم‌تلقیح باکتری؛ b_2: تلقیح باکتری، v_1: ژنوتیپ صدری؛ v_2: ژنوتیپ تلاش؛ v_3: ژنوتیپ خمین؛ v_4: ژنوتیپ محلی گیلان

n_1: lack spraying; n_2: spraying; b_1: non-insemination of bacteria; b_2: insemination of bacteria; v_1: Sadri varieties; v_2: Talash Genotype; v_3: Khomean Genotype; v_4: Local Genotype of Guilan

داده‌ها متوسط سه تکرار می‌باشند. در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Data are mean of three replicates. Means in each column followed by at least one letter in common are not significantly different.

در اثر متقابل ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی×نانوکامپوزیت آهن، عملکرد دانه در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار نشان داده شد (جدول ۲). در برهمکنش ژنوتیپ‌های لوبیا×نانوکامپوزیت، ژنوتیپ خمین در استفاده از کود نانو با مقدار ۴۶۱۶کیلوگرم در هکتار و پس از آن ژنوتیپ خمین و عدم محلول‌پاشی با ۴۳۶۱کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را نشان دادند و ژنوتیپ محلی گیلان و عدم استفاده از کود نانوکامپوزیت با ۱۸۴۷کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را نشان داد (جدول ۴). همچنین اثر متقابل باکتری ریزوبیوم×نانوکامپوزیت در عملکرد دانه در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۲). تلقیح باکتری با محلول‌پاشی با ۴۱۵۴کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به‌خود اختصاص داد. تلقیح باکتری بدون محلول‌پاشی با۲۸۱۷کیلوگرم در هکتار و عدم‌تلقیح و عدم محلول‌پاشی با ۲۹۴۹کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به‌خود اختصاص داد (جدول۴). اثر متقابل ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی×نانوکامپوزیت×باکتری ریزوبیوم، تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک‌درصد نشان داد (جدول ۲). در مقایسه میانگین برهمکنش سه عامل ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی×باکتری ریزوبیوم×محلول‌پاشی نانوکامپوزیت، بیشترین عملکرد دانه در ژنوتیپ خمین با تلقیح باکتری و محلول‌پاشی با ۵۷۵۹کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. ژنوتیپ محلی و عدم‌تلقیح و محلول‌پاشی با ۱۸۳۹کیلوگرم در هکتار و ژنوتیپ محلی با عدم‌تلقیح و عدم محلول‌پاشی با ۱۸۵۴کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را نشان داد (جدول ۵). کاهش اجزای عملکرد می‌تواند باعث کاهش عملکرد دانه گردیده باشد. بنا بر اعتقاد برخی از محققان، در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته از مهم‌ترین صفات در تعیین عملکرد لوبیا بوده و بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارد (Khoshvaghti, 2006). برخی محققان عنوان کردند که فرایند

تثبیت نیتروژن در گیاهان لگوم از جمله لوبیا به واریته، سویه باکتری همزیست و عوامل محیطی و نوع خاک بستگی دارد (Wood *et al.*, 2006). همچنین محققان دریافتند اگرچه تلقیح لوبیا با باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن می‌تواند باعث بهبود شرایط ریزوسفری برای جذب سایر عناصر علاوه بر تثبیت نیتروژن گردد، اما ارقام مختلف لوبیا و سوش‌های مختلف باکتری، اثرات متفاوتی را از خود در این زمینه برجای می‌گذارند (Mehrpoyan *et al.*, 2010).

جدول۵- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی درتلقیح و عدم‌تلقیح باکتری ریزوبیوم و محلول‌پاشی و عدم محلول‌پاشی نانوکامپوزیت آهن

Table 5. Mean comparison for yield and yield components in wax bean cultivars under inoculated and non-inoculated with *Rhizobium* bacteria and spraying and not spraying nano-composite iron

اثر متقابل Interaction	تعداد کل غلاف Total number of pods	درصد پروتئین دانه Grain protein percentage	تعداد دانه در غلاف Number of grains per pod	عملکرد دانه Grain yield (kg/h)
v1b1n1	10.33 fg	13.8 h	5.667 abc	2731 ghi
v1b1n2	10.67 f	16.27 e	5.733 ab	3381 ef
v1b2n1	12.33 ef	18.73 b	5.667 abc	3095 fg
v1b2n2	13.67 de	19.60 a	5.467 bcd	4011 c
v2b1n1	23.67 a	14.5 g	4.800 efg	3779 cde
v2b1n2	20.67 b	14.97 fg	5.133 de	3837 cd
v2b2n1	14.67 d	14.83 fg	4.533 g	2376 hi
v2b2n2	13.00de	15.13 f	4.800 efg	2791 gh
v3b1n1	20.00bc	14.7 fg	5.333 cd	3433 def
v3b1n2	18.33 c	13.60 h	5.60 abc	5289 b
v3b2n1	14.33 de	16.57 de	5.733 ab	3474 def
v3b2n2	19.00 bc	17.9 c	5.867 a	5759 a
v4b1n1	12.33 ef	16.77 d	4.933 ef	1854 j
v4b1n2	8.333 gh	16.67 de	4.467 g	1839 j
v4b2n1	7.667 h	19.47 a	4.567 fg	2322 i
v4b2n2	19.00 bc	16.97 d	5.667 abc	4057 c

n_1: عدم محلول‌پاشی؛ n_2: محلول‌پاشی؛ b_1: عدم‌تلقیح باکتری؛ b_2: تلقیح باکتری، v_1: ژنوتیپ صدری؛ v_2: ژنوتیپ تلاش؛ v_3:ژنوتیپ خمین؛ v_4: ژنوتیپ محلی گیلان

n_1: lack spraying; n_2: spraying; b_1: non-insemination of bacteria; b_2: insemination of bacteria; v_1: Sadri varieties; v_2: Talash Genotype; v_3: Khomean Genotype; v_4: Local Genotype of Guilan

داده‌ها متوسط سه تکرار می‌باشند. در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Data are mean of three replicates. Means in each column followed by at least one letter in common are not significantly different.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مشاهده‌شده، محلول‌پاشی نانوکامپوزیت آهن موجب افزایش عملکرد در ژنوتیپ‌های صدری، خمین و محلی گیلان گردید، اما در ژنوتیپ تلاش، این نتیجه عکس بود و کاهش عملکرد را نشان داد. تلقیح باکتری در چهار ژنوتیپ لوبیاچیتی نیز موجب افزایش عملکرد گردید. با توجه به این نکته که عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، بستگی به منطقه دارد و تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد، تفاوت حاصل از عملکرد در برخی ژنوتیپ‌ها احتمالاً به‌دلیل تفاوت ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این پژوهش بوده و علت کاهش عملکرد در رقم تلاش می‌تواند عدم توانایی جذب آهن محلول‌پاشی‌شده بر برگ‌ها و یا بر روی خاک باشد؛ وضعیتی که ممکن است در برخی ژنوتیپ‌ها به‌علت تفاوت سازگاری ژنوتیپ‌ها به اقلیم منطقه روی دهد. با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان چهار ژنوتیپ لوبیاچیتی را با تلقیح باکتری ریزوبیوم در منطقه پیشنهاد نمود. در محلول‌پاشی نانوکامپوزیت آهن نیز کشت ژنوتیپ‌های صدری، خمین و محلی گیلان در منطقه مقرون‌به‌صرفه است.

منابع

1. Bayat A.A., Sepehri A., Ahmadvand, G., and Dorri, H.R. 2010. Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences 12(1): 42- 54 (in Persian).
2. Bayvordi, A. 2006. Zinc in Soils and Crop Nutrition. Paivar Press. Tabriz, Iran. 180 pp. (In Persian).
3. Bennet, J.P., Adams, M.W., and Burga, C. 1977. Pod yield component variation and intercorrelation in (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by planting density. Crop Sci. 17: 73-75.

4. Dagheghean, N., Habebe, D., Madani, H., and Sajedi, N.A. 2011. The best method and time-consuming bacteria growth stimulating effect on the absorption of nitrogen, phosphorus, potassium and seed yield in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal Research Eco-Physiology of Crops 3(1). (In Persian).
5. Dehyouri, S., and Hosseni, S.J. 2009. Effect of nano-technology production and acceptance of products based on sustainable agriculture from the perspective of agricultural researchers. Promote & Education Research of Agriculture. Second Year. No (3). (In Persian).
6. Dewal, G.S., and Pareek, R.G. 2004. Effect of phosphorus, sulphur and zinc on growth, yield and nutrient uptake of Wheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agronomy 49: 160-162.
7. Fathi Amirkhiz, K., Amini Dehghi, M., Modaress Sanavi, S.A.M., and Heshmati, S. 2011. Foliar and soil application of element iron (Fe) on some biochemical properties of safflower (*Carthamus tinctorius*) under two irrigation regimes. Iranian Journal of Crop Science 42(3): 509-518. (In Persian).
8. Hassegawa, R.H., Fonseca, H., Fancelli, A.L., da Silva, V.N., Schammass, E.A., Reis, T.A., and Corre^a, B. 2008. Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production h important agronomic traits of Red bean by different analysis methods in stress water condition. Journal of Agric. Sci. Natur. Resour. 13(3), July-Aug., 2006.
9. Khodshenas. M.A., Dadivar, M., Asadi Rahmani, H., and Afshari, M. 2006. Evaluation of using *Rhizobium* inoculation in comparison with nitrogen fertilizer under bean cultivation at Markazi province. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 13(2). (In Persian).
10. Khoshvaghti, H. 2006. Effect of water limitation on growth rate, grain filling and yield of three pinto bean cultivars. MSc. Thesis. Faculty of Agriculture. Tabriz University. (In Persian).
11. Koocheki, A., and Banayane Avval, M. 1994. The Physiology of Crop Yield. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. (In Persian).
12. Mehrpouyan, M., Noormohammadi, Gh., Mirhadi, M.J., Heidari Sharifabade, H., and Shirani Rad, A.H. 2011. Effect of some inoculants containing *Rhizobium legominosarum*; bv. *Phaseoli* on nutrients elements uptake in three cultivars of common bean. Iranian Journal of Pulses Research 1(2): 1-10. (In Persian).
13. Mosevand, M., Khorgamy, A., and Rafye, M. 2010. Effect of iron concentration on growth and yield components in different soybean genotypes. Journal of Crop Physiology. Islamic Azad University of Ahvaz. First Year, No. 4, p. 35-45. (In Persian).
14. Pang Tandost, M., Soroush Zade, A., and Ghanate, F. 2010. Effect of soil and foliar iron on some quality characteristics of peanut seed (*Arachis hypogeae* L.) in a calcareous soil. Plant Biology, Second Year, No. 5.
15. Parsa, M., and Bagheri, A.R. 2008. Pulses. Mashhad University Jihad Press, First Edition.
16. Pyrbluty Ghassemi, A., and Golparvar, A.R. 2005. Review of some physiological and morphological traits in common bean cultivars University. The First National Pulses Symposium, Iran, Mashhad, 29-30 November, p. 111.
17. Shafe, L., Saffare, M., Emam, Y., and Mohamadenejad, G.H. 2011. Effect of nitrogen and zinc fertilizers on leaf zinc and chlorophyll contents, grain yield and chemical composition of two maize (*Zea mays* L.) hybrids. Journal of Seedlings and Seed Crops. 2(27): 235-246. (In Persian).
18. Taherkhani, M., Normohamadi, G.H., Mirhadi, M.J., Hedary, H., and Sheranirod, A.H. 2009. Effect of different strains of bacteria inoculation (*Rhizobium leguminosarum* bv. Phaseoli) on nitrogen fixation in different varieties of beans. Journal of Modern Agriculture 5(14). (In Persian).
19. Taherkhani, M., Normohamadi,G.H., Mirhadi, M.J., and Alimohamadi, R. 2007. Investigate the potential of biological nitrogen fixation in bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) using three types of bacterial (*Rhizobium phaseoli*) inoculum containing nitrogen stabilizer. Journal of Modern Agriculture 3(7). (In Persian).
20. Yadegari, M., Akbari, Gh., Allah dudi, A., Daneshian, A., and Asadi Rahmani. E. 2004. Effects of inoculation of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) with different strains of bacteria (*Bradyrhizobium japonicum*) on nodulation and nitrogen fixation. Journal of Agricultural Science 6(1).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 2, 2013, p. 111-120

The effect of nanocomposites of iron spraying on yield and yield components of wax bean genotypes inoculated with Rhizobium bacteria (*Rhizobium leguminosarum*) in the farm conditions of Gilan

Jahanara[1*], F., Sadeghi[2], S.M. & Ashouri[2], M.

1. MSc. Student of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Lahijan, Iran
2. Contributions from Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

Received: 1 September 2012
Accepted: 26 November 2013

Abstract

Aimed at reducing the consumption of chemical fertilizers on crop production and according to important role of micro-nutrients such as iron, on increase performance of these products, Nanocomposites effect of iron on yield and yield components of wax bean genotypes inoculated with Rhizobium bacteria during experimental factorial randomized complete block design with three replications was conducted on 2011 in the Siahkal city. Factors examined include iron nano-composite (non-spraying and spraying), bacteria nitrogen stabilizer (inoculated and non-inoculated) and four genotypes wax bean (Sadri, Talash, Khomein and local Gilan), respectively. Analysis of variance for grain yield showed significant differences among genotypes. Comparing the results showed that the interaction of three factors, figure with bacteria and nano-composite, figure Khomein inoculated with bacteria and sprayed with 5.75 tons per hectare grain yield is the maximum amount to be allocated. Khomein genotype spraying of iron nanocomposite with 5.73 showed the highest number of seeds per pod. In the interaction genotypes and inoculation of bacteria, Khomein genotype with bacterial inoculation with 5.8 showed the highest number of seeds per pod. Also in the genotypes interaction with bacteria inoculation and spray with nanocomposites, Khomein genotype inoculation with bacteria and spraying nanocomposite produced the highest seed in pods with 5.87 was. According to the results mentioned the region experiments, sprayed nanocomposite iron and inoculation with Rhizobium bacteria is increased seeds per pod and seed yield.

Key words: Iron, Nano fertilizer, Rhizobium, Wax bean

* **Corresponding Author:** arafry@yahoo.com, Mobile: 09352236831