دوفصلنامه تحقیقات بیماری‌های گیاهی
سال پنجم، شماره دوم، پاییز و زمستان 1396
صص 38-23

تاثیر کودهای پتاسیم، سیلیس و ورمی کمپوست بر کنترل بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی (*Rhizoctonia solani*) لوبیا چیتی

مهناز زابلی[1]، طاهره بصیرنیا[*2] ، سید محمد رضا موسوی[3]

تاریخ دریافت: 95/10/19 تاریخ پذیرش: 96/6/12

چکیده

با توجه به خطرات زیست‌محیطی و ایجاد مقاومت در نتیجه کاربرد سموم شیمیایی، توجه به سایر روش‌های کنترل مانند مدیریت زراعی می‌تواند در کنترل بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی مفید باشد. این پژوهش با هدف بررسی اثر کودهای پتاسیم، سیلیس و ورمی‌کمپوست بر کنترل پوسیدگی ریزوکتونیایی در لوبیا چیتی به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با 18 تیمار و چهارتکرار طی سال‌های 1392 تا1393 انجام شد. عامل‌های مورد مطالعه در این آزمایش شامل سه سطح کود پتاس (0، 50 و 100 کیلوگرم در هکتار)، سه سطح سیلیکات کلسیم (0، 400 و 800 کیلوگرم در هکتار) و دو سطح ورمی کمپوست (0 و 5 درصد حجمی/حجمی) بود. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد هر یک از فاکتورهای اصلی به‌تنهایی (پتاسیم، سیلیس و ورمی‌کمپوست) سبب بهبود خصوصیات رویشی گیاه لوبیا چیتی و کنترل بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی شد. به‌طوری که کاربرد 100 کیلوگرم کود پتاسیم و یا 400 و 800 کیلوگرم در هکتار کود سیلیکات‌کلسیم و همچنین ورمی‌کمپوست به طور معنی‌داری خصوصیات رویشی گیاه لوبیا چیتی از قبیل وزن تر و خشک ساقه و ریشه را بهبود بخشید. این ترکیبات با بهبود خصوصیات بیوشیمیایی گیاه لوبیا از قبیل میزان گایاکول پراکسیداز، سبب کاهش معنی‌دار شدت بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی در گیاهان لوبیا چیتی مورد مطالعه شدند. بر اساس نتایج مشخص شدکه کاربرد غلظت‌های 400 و 800 کیلوگرم بر هکتار سیلیکات کلسیم و همچنین 100 کیلوگرم بر هکتار کود پتاسیم بیشترین تأثیررا در کنترل پوسیدگی ریزوکتونیایی لوبیا چیتی داشته و ضمن بهبود خصوصیات رویشی گیاه باعث کنترل این بیماری شده است.

واژه‌های کلیدی: سیلیکات کلسیم، شدت بیماری، صفات بیوشیمیایی، کود پتاسیم، لوبیاچیتی.

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه بیماری شناسی گیاهی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران.
2- استادیار، گروه بیماری شناسی گیاهی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران.
3- دانشیار، گروه بیماری شناسی گیاهی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران.
* نویسنده مسئول مکاتبات: tbasirnia_829@yahoo.com

مقدمه

حبوبات به عنوان دومین منبع غذایی بشر پس از غلات، عمده‌ترین منبع پروتئین گیاهی محسوب می شوند. در بین حبوبات از لحاظ سطح زیر کشت و ارزش اقتصادی، مقام اول متعلق به لوبیا است. آمینو اسید فراوان موجود در لوبیاچیتی آن را به یک منبع خوب برای دریافت پروتئین و جایگزین مناسبی برای انواع گوشت‌ها تبدیل کرده است. لوبیای چیتی از نظر مقدار فیبر نیز بر سایر لوبیاها برتری دارد (Bagheri *et al.*, 2001). بیماری‌های با عامل خاک‌برد در لوبیا چیتی بویژه پوسیدگی ناشی از قارچ *Rhizoctonia solani* هر ساله خسارات سنگینی به تولید لوبیا در کشور و دنیا وارد می‌کند (Lak and Ghanbari, 2005).این قارچ بیمارگری خاک‌زی است که مرگ گیاهچه، پوسیدگی بذر، پوسیدگی ریشه و طوقه و همچنین بیماری‌هایی در اندام هوایی لوبیا ایجاد می‌کند (Panella and Ruppel, 1996).

در بین عوامل مدیریتی، تغذیه گیاهی نقش بسیار مهمی در کنترل بیماری‌های گیاهی دارد. پتاسیم به عنوان یک عنصر ضروری در گیاهان مطرح می‌باشد که فقدان یا کمبود آن سبب اختلالات جبران‌ناپذیری به واکنش‌های درون گیاه می‌شود (Kholdebarin and Eslamzadeh, 2001). در بسیاری از بیماری‌های گیاهی، گیاهان دچار کمبود پتاسیم نسبت به گیاهان دارای سطح کافی پتاسیم از حساسیت بالاتری برخوردارند (Prabhu *et al*., 2007). تاثیر پتاسیم بر مقاومت میزبان از تاثیر مستقیم آن بر بیمارگر بیشتر است (Prabhu *et al.*, 2007). بررسی اثرات سطوح مختلف ازت، فسفر، پتاسیم و کلسیم بر سطح رشدی قـارچ *Macrophomina phaseolina* در محیط PDA در خربزه نشان داد که بین تیمارهای مختلف نیترات آمونیوم، نیترات پتاسیم، فسفات هیدروژن دی پتاسیم و نیترات کلسیم، کم‌ترین سطح رشدی قارچ مربـوط بـه تیمـار 0/1 گرم در لیتر هر یک از این چهارترکیب بود (Ashraf Modares *et al*., 2007). سیلیسیم نیز در برابر بیماری‌های قارچی، از طریق تحریک دفاع بیوشیمیایی گیاه شامل تجمع لیگنین، ترکیبات فنلی و نیز پروتئین‌های مرتبط، از گیاهان محافظت می‌کند (Fauteux *et al*., 2006). گیاهان نخود فرنگی (*Pea sativum* L.) تیمار شده با سیلیکات پتاسیم، تحت شرایط بیماری بلایت قارچی *Mycosphaerella pinodes* Berk. افزایش معنی‌داری در فعالیت کتیناز و بتا-1، 3-گلوکوناز نشان می‌دهند (Dann and Muir, 2002). سیلیکون در گیاهان تک‌لپه و دولپه سبب سنتز فلاونوئیدها و سایر ترکیبات ضدقارچی می‌شود که نقش بسزایی در مقابله با بیماری‌های گیاهی ایفا می‌کنند (Rodrigues *et al*, 2003). در بررسی اثر سیلیکون بر بیماری بلایت غلاف در برنج (ناشی از *Rhizoctonia solani*) گزارش شده است که شاخص بیماری به طور معنی-داری در گیاهان تیمار شده با سیلیکون نسبت به تیمار شاهد کمتر بود (Zhang *et al*.,2006). نتایج حاصل از پژوهش صورت گرفته بر روی گوجه فرنگی نشان داد که کاربرد سیلیکون باعث کاهش شدت آسیب فوزاریوم در این گیاه می‌شود (Huang *et al*., 2011). ورمی کمپوست‌ها نیزازطریق اصلاح ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و آزاد کردن تدریجی مواد غذایی، سبب حاصلخیزی خاک و افزایش رشد گیاهان و مبارزه با عوامل بیمارگر می‌شوند (Edwards *et al.*, 2004). تاثیر ورمی کمپوست در جلوگیری از تندش اسپور برخی از قارچ‌ها نشان داده شده است (Singh *et al*., 2003). در بررسی‌های دیگر ورمی‌کمپوست اثرات بازدارنده‌ی معنی‌داری روی

بیمارگرهای خاکزاد از قبیل *Rhizoctonia solani*، *Pythium* spp. و *Verticillium dahlia* داشته است (Goldstein, 1998; Doube *et al.*, 1994). به‌منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست در کنترل بوته‌میری ناشی از *Rhizoctonia solani* در گوجه فرنگی و تحریک رشد آن، ترکیبات میکروبی ورمی‌کمپوست مورد تجزیه قرار گرفت و مشخص گردید که از 36 میکرواورگانیسم موجود در ورمی کمپوست، 13 میکرواورگانیسم دارای خاصیت آنتاگونیستی با *R. solani* بودند (Rivera *et al*., 2004). در بررسی اثر بازدارندگی ورمی کمپوست بر روی *Rhizoctonia solani* در بوته‌های خیار نیز گزارش شده است که ورمی کمپوست در ترکیب با قارچ تریکودرما اثر قابل توجهی بر کنترل قارچ *Rhizoctonia* نداشت ولی عصاره آبی ورمی کمپوست سبب جلوگیری از فعالیت *R. solani* شد و سبب بهبود خصوصیات رویشی بوته خیار گردید (Ersahin *et al.*, 2009).

نظر به اهمیت نقش تغذیۀگیاهی و موادآلی در کنترل بیماری‌های گیاهی در این آزمایش تلاش خواهد شد تا اثر هر یک از عناصر غذایی پتاسیم، سیلیسیم و همچنین کاربرد کود آلی ورمی کمپوست را بر کنترل بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی در لوبیا چیتی به عنوان یک محصول مهم در کشور مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش ها

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با 18 تیمار و چهار تکرار طی سال‌های 1392-1393 در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت انجام شد. فاکتورهای مورد مطالعه در این آزمایش شامل سه سطح کود پتاس به صورت کود سولفات پتاسیم (0، 50 و 100 کیلوگرم در هکتار)، سه سطح سیلیکات کلسیم (0، 400 و 800 کیلوگرم در هکتار) و دو سطح ورمی کمپوست (0 و 5 درصد حجمی/ حجمی) بود که در زمان پر کردن گلدان‌ها به محیط کشت بذور لوبیا اضافه گردید.

در این آزمایش برای دستیابی به یک شرایط یکسان و کاهش خطای آزمایش، گلدان‌ها با محیط کشت سترون شامل 30 درصد خاکبرگ، 30 درصد ماسه و 40 درصد خاک بکر پر شدند. پس از کاشت با آغاز جوانه‌زنی بذور لوبیا، جهت مایه‌زنی گلدان‌ها، از زادمایه ریسه قارچ با بذر گندم استفاده شد که در زمانی که گیاهان به مرحله دو برگی رسید، در نزدیکی طوقه قرار داده شد. برای اندازه‌گیری میزان آلودگی گیاه لوبیا چیتی به پوسیدگی ریزوکتونیایی از شاخص شش درجه‌ای (0-5) استفاده گردید (Ravf and Ahmad, 1998). بدین منظور صفر مربوط به گیاهان بدون علائم بیماری؛ 1 مربوطه به 1-10 درصد آلودگی بافت داخلی ساقه و سیاه شدن طوقه؛ 2 مربوط به 10-25 درصد آلودگی؛ 3 مربوط به 25-50 درصد آلودگی؛ 4 مربوط به 50-75 درصد آلودگی و 5 مربوط به گیاهان با آلودگی شدید (بیش از 75 درصد آلودگی) بود (Ravf and Ahmad, 1998).

ارتفاع گیاهان، در پایان آزمایش و بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. وزن تر و خشک (72 ساعت در آون تحت دمای 70 درجه سانتی‌گراد) بخش هوایی، ریشه و کل پس از پایان آزمایش با استفاده از ترازوی دیجیتال (با دقت 0/01) و بر حسب گرم اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین فعالیت آنزیم پراکسیداز، روش اسپکتروفتومتری و با

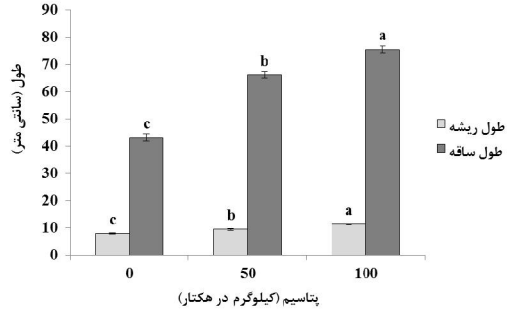
استفاده از گایاکول به‌کار گرفته شد. همچنین جهت اندازه‌گیری مقدار پروتئین کل، از روش بردفورد استفاده گردید (Bradford, 1976).

پس از اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه، داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد. در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel و در قالب نمودار و جدول با یکدیگر مقایسه شدند.

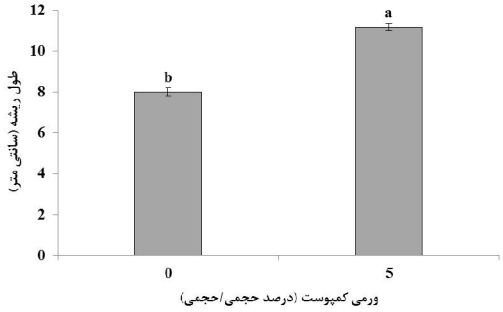
نتایج

صفات رویشی

براساس نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل پتاسیم، سیلیس و ورمی‌کمپوست بر برخی خصوصیات رویشی گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*، اثر پتاسیم و سیلسیم به‌تنهایی بر تمام صفات رویشی گیاه (جز در صفت طول ریشه) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر ورمی‌کمپوست، بر صفات طول ریشه و وزن ساقه در سطح احتمال یک درصد و بر صفت وزن خشک ساقه در سطح احتمال پنج درصد و اثر متقابل پتاسیم و سیلیس جز در صفات طول ریشه و ساقه، بر سایر صفات رویشی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل سه تیمار پتاسیم، سیلیس و ورمی‌کمپوست تنها بر صفت وزن خشک ساقه در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بود. براساس نتایج حاصل، بیشترین تاثیر پتاسیم بر طول ریشه (11/30 سانتی‌متر) و ساقه (75/47 سانتی‌متر) در کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار بود و کمترین طول ریشه (8/00 سانتی‌متر) و ساقه (43/11 سانتی‌متر) نیز در تیمار شاهد (عدم کاربرد کود پتاسیم) مشاهده گردید (شکل 1). در تیمار ورمی‌کمپوست نیز بیشترین طول ریشه در کاربرد 5 درصد حجمی/حجمی حاصل شد (شکل 2).



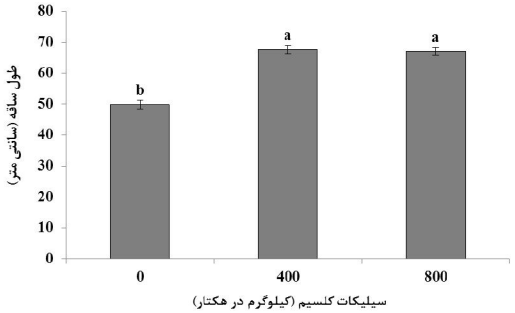
شکل 1- اثر غلظت‌های مختلف کود پتاسیم بر طول ریشه و ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*



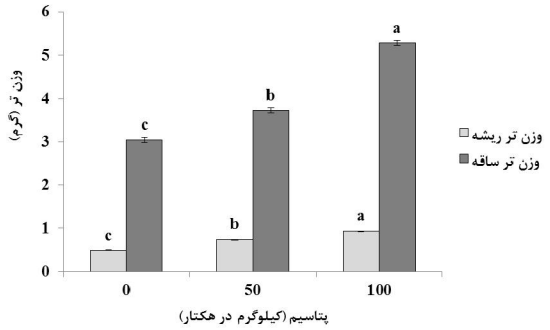
شکل 2- اثر تیمار ورمی کمپوست بر طول ریشه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*

اثر غلظت‌های مختلف کود سیلیس بر طول ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia* نشان داد که بیشترین طول ساقه (سانتی‌متر) در کاربرد کود سیلیکات کلسیم به میزان 400 و 800 کیلوگرم در هکتار حاصل شد

(شکل 3). بیشترین و کمترین وزن تر ریشه و ساقه نیز به ترتیب در تیمارهای کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم و تیمار شاهد (عدم کاربرد کود پتاسیم) حاصل شد(شکل 4).

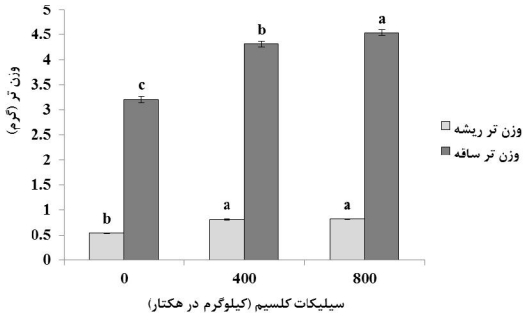


شکل 3- اثر غلظت‌های مختلف کود سیلیس بر طول ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*

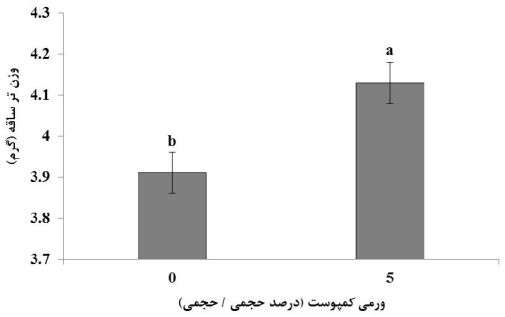


شکل 4- اثر غلظت‌های مختلف کود پتاسیم بر وزن تر ریشه و ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*

در کاربرد کود سیلیس در گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*، بیشترین وزن تر ریشه در کاربرد سیلیکات کلسیم به میزان 400 و 800 کیلوگرم در هکتار و بیشترین وزن تر ساقه (4/54 گرم) در کاربرد 800 کیلوگرم بر هکتار سیلیکات کلسیم مشاهده گردید. کمترین وزن تر ریشه (0/54 گرم) و ساقه (3/21 گرم) نیز در تیمار شاهد حاصل شد (شکل 5). بررسی تیمار ورمی کمپوست بر وزن تر ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia* نشان داد که در تیمار 5 درصد حجمی/حجمی ورمی‌کمپوست، بیشترین وزن تر ساقه (4/13 گرم) مشاهده شد (شکل 6).



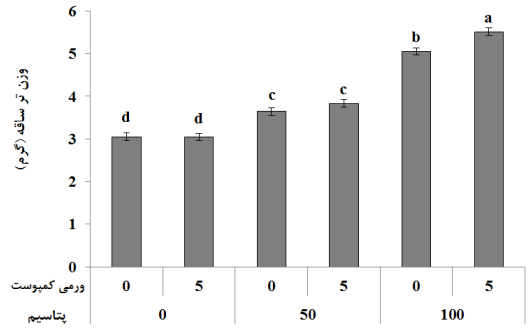
شکل 5- اثر غلظت‌های مختلف کود سیلیس بر وزن تر ریشه و ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*



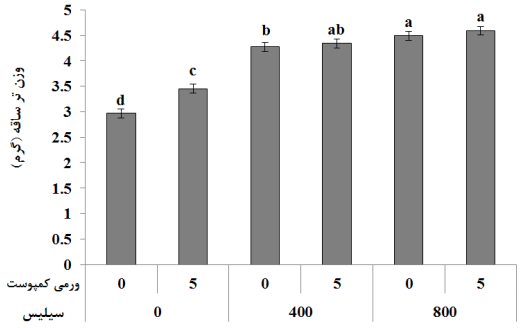
شکل 6- اثر تیمار ورمی کمپوست بر وزن تر ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*

براساس نتایج بدست آمده، بیشترین وزن تر ساقه (5/51 گرم) در کاربرد همزمان 100 کیلوگرم بر هکتار پتاسیم و 5 درصد حجمی/حجمی ورمی‌کمپوست و کمترین وزن تر ساقه (5/05 گرم) نیز در تیمار عدم کاربرد پتاسیم و ورمی‌کمپوست و نیز عدم کاربرد پتاسیم در حضور 5 درصد حجمی/حجمی ورمی‌کمپوست حاصل شد (شکل 7).

اثر متقابل کود سیلیس و ورمی کمپوست بر وزن تر ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia* نشان داد که بیشترین وزن تر ساقه (گرم) در تیمارهای کاربرد 800 کیلوگرم بر هکتار سیلیس به همراه 5 درصد حجمی/حجمی (4/59 گرم) و نیز کاربرد 800 کیلوگرم بر هکتار سیلیس در عدم وجود ورمی‌کمپوست (4/49 گرم) حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار کاربرد 400 کیلوگرم بر هکتار سیلیس به همراه 5 درصد حجمی/حجمی ورمی‌کمپوست نداشته و کمترین وزن تر ساقه نیز در عدم کاربرد سیلیس و ورمی‌کمپوست حاصل شد (شکل 8).



شکل 7- اثر متقابل کود پتاسیم و ورمی کمپوست بر وزن تر ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*



شکل 8- اثر متقابل کود سیلیس و ورمی کمپوست بر وزن تر ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*

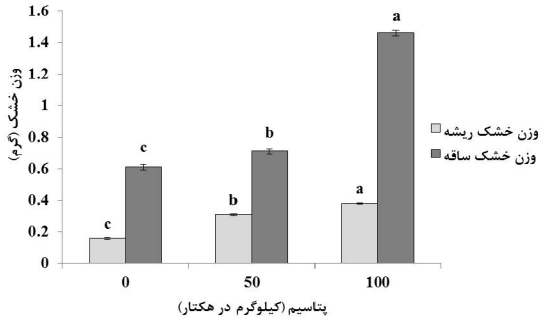
بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین وزن تر و خشک ریشه و ساقه در کاربرد همزمان 100 کیلوگرم بر هکتار پتاسیم با 400 و 800 کیلوگرم بر هکتار سیلیس مشاهده شد. همچنین کمترین وزن تر ریشه در تیمار عدم کاربرد پتاسیم و سیلیس و نیز کاربرد به تنهایی400 کیلوگرم بر هکتار سیلیس حاصل شد (جدول 1).

جدول 1- اثر متقابل کود پتاسیم و سیلیس بر برخی خصوصیات رویشی گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*

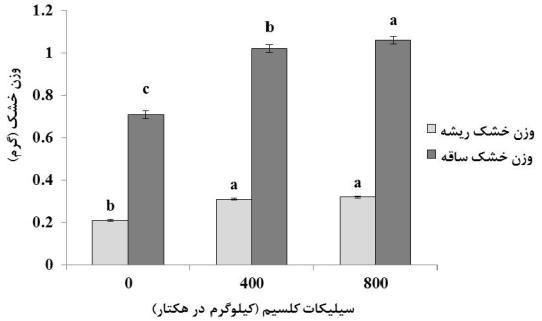
کود پتاسیم (کیلوگرم بر هکتار)	کود سیلیس (کیلوگرم بر هکتار)	وزن تر		وزن خشک	
		ریشه	ساقه	ریشه	ساقه
0	0	0/23 f	2/49 e	0/07 e	0/50 e
	400	0/22 f	3/24 cd	0/19 d	0/67 d
	800	0/63 de	3/41 c	0/21 d	0/70 cd
50	0	0/68 cd	2/88 de	0/26 c	0/60 de
	400	0/77 b	3/98 b	0/33 b	0/72 cd
	800	0/77 b	4/34 b	0/33 b	0/82 c
100	0	0/71 c	4/26 b	0/33 b	1/03 b
	400	1/05 a	5/70 a	0/40 a	1/68 a
	800	1/08 a	5/88 a	0/41 a	1/68 a

- در هرستون تیمارهایی که در یک حرف مشترک‌اند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

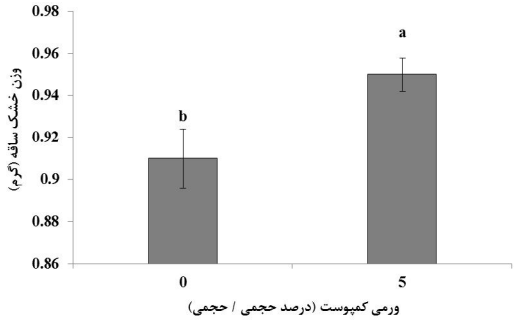
بررسی اثر سطوح مختلف کود پتاسیم بر وزن خشک ریشه و ساقه نشان داد که بیشترین و کمترین وزن خشک ساقه به ترتیب مربوط به تیمارهای 100 کیلوگرم در هکتار پتاسیم (1/46 گرم) و تیمار شاهد (0/61 گرم) بود. نتایج مشابهی از نظر وزن خشک ریشه مشاهده گردید (شکل 9). همچنین وزن خشک ساقه در کاربرد 800 کیلوگرم در هکتار سیلیکات کلسیم حداکثر (1/06 گرم) و در تیمار شاهد (0/71 گرم) حداقل بود (شکل 10). نتایج مشابهی در ارتباط با وزن خشک ریشه نیز به‌دست آمد با این تفاوت که در کاربرد 400 کیلوگرم در هکتار سیلیکات کلسیم (0/31 گرم) نیز وزن خشک ریشه حداکثر بود که اختلاف معنی‌داری با 800 کیلوگرم در هکتار (0/32 گرم) آن نداشت (شکل 10). در تیمار 50 درصد حجمی/حجمی ورمی‌کمپوست نیز وزن خشک ساقه (0/95 گرم) حداکثر بود که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت (شکل 11).



شکل 9- اثر غلظت‌های مختلف کود پتاسیم بر وزن خشک ریشه و ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*



شکل 10- اثر غلظت‌های مختلف کود سیلیس بر وزن خشک ریشه و ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*



شکل 11- اثر تیمار ورمی کمپوست بر وزن خشک ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*

بررسی اثر متقابل کود پتاسیم، سیلیکات کلسیم و ورمی کمپوست بر خصوصیات رویشی گیاه لوبیا نشان داد که بیشترین وزن خشک ساقه (گرم) در کاربرد همزمان کود پتاسیم به میزان 100 کیلوگرم در هکتار، کود سیلیس به میزان 400 و 800 کیلوگرم در هکتار و 5 درصد حجمی/حجمی و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست حاصل شد. همچنین در عدم کاربرد کود پتاسیم، سیلیس و ورمی‌کمپوست، وزن خشک ساقه به حداقل میزان خود رسید (جدول 2).

جدول 2- اثر متقابل کود پتاسیم، سیلیس و ورمی کمپوست بر برخی خصوصیات رویشی گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*

کود پتاسیم (کیلوگرم بر هکتار)	کود سیلیس (کیلوگرم بر هکتار)	ورمی کمپوست (درصد حجمی/حجمی)	وزن خشک ساقه (گرم)
0	0	0	0/45 g
		5	0/53 fg
	400	0	0/63 ef
		5	0/69 def
	800	0	0/70 def
		5	0/69 def
50	0	0	0/60 efg
		5	0/59 efg
	400	0	0/67 def
		5	0/77 cde
	800	0	0/78 cde
		5	0/86 cd
100	0	0	0/94 bc
		5	1/13 b
	400	0	1/71 a
		5	1/65 a
	800	0	1/68 a
		5	1/67 a

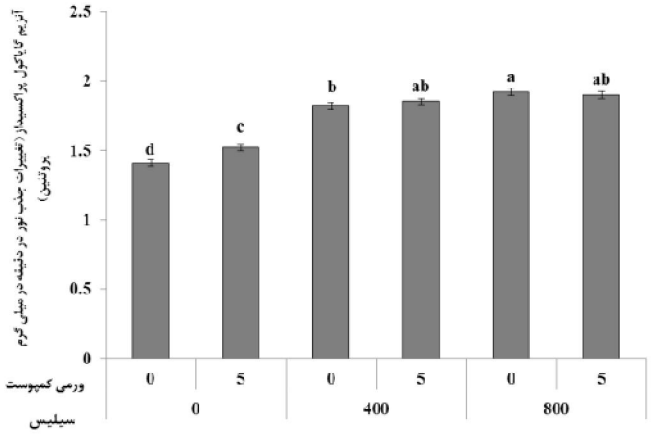
تیمارهایی که در یک حرف مشترک‌اند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال یک درصد ندارند.

صفات بیوشیمایی

بررسی اثر متقابل پتاسیم، سیلیس و ورمی‌کمپوست بر برخی خصوصیات بیوشیمایی و شدت بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی در گیاه لوبیا نشان داد که اثر پتاسیم به تنهایی بر آنزیم گایاکول پراکسیداز و شدت بیماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، درحالیکه بر صفت میزان پروتئین اثر معنی‌داری نداشت. اثر تیمار سیلیس نیز بر صفت آنزیم گایاکول پراکسیداز و شدت بیماری در سطح احتمال یک درصد و بر صفت میزان پروتئین در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، در حالیکه اثر تیمار ورمی‌کمپوست فقط بر صفت شدت بیماری معنی‌دار بود. اثر متقابل پتاسیم و ورمی‌کمپوست نیز بر هیچ یک از صفات بیوشیمیایی مورد مطالعه معنی‌دار نبود. اثر متقابل پتاسیم و سیلیس بر صفت شدت بیماری در سطح احتمال یک درصد و نیز اثر متقابل سیلیس و ورمی‌کمپوست بر صفت

آنزیم گایاکول پراکسیداز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند، درحالی که این دو تیمار بر سایر صفات اثر معنی‌داری نداشتند (داده‌ها ارائه نشده‌اند).

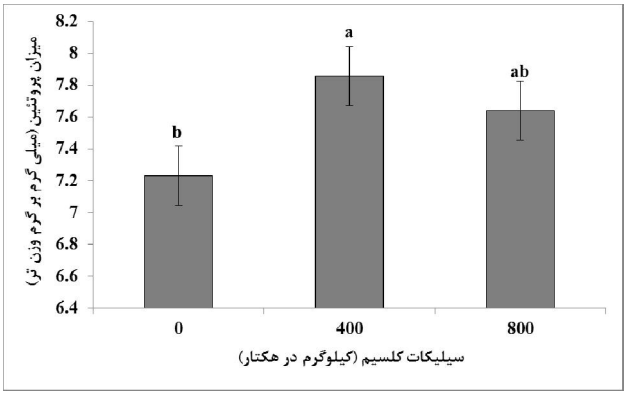
همانطور که نمودارها نشان می‌دهند، بیشترین میزان آنزیم گایاکول پراکسیداز (تغییرات جذب نور در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) در کاربرد 800 کیلوگرم در هکتار سیلیس و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست وکمترین میزان فعالیت این آنزیم در تیمار شاهد (عدم کاربرد کود سیلیس و ورمی‌کمپوست) مشاهده شد (شکل 12).



شکل 12- اثر متقابل کود سیلیس و ورمی کمپوست بر میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*

به‌طور کلی، بیشترین میزان فعالیت آنزیم گایاکول‌پراکسیداز در کاربرد همزمان کود پتاسیم به میزان 100 کیلوگرم در هکتار، کود سیلیس به میزان 400 و 800 کیلوگرم در هکتار و ورمی‌کمپوست به میزان 5 درصد حجمی/حجمی و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و کمترین میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز نیز در تیمار عدم کاربرد کود پتاسیم، سیلیس و ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول 3).

در بررسی اثر غلظت‌های مختلف کود سیلیس بر میزان پروتئین‌کل موجود در گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*، بیشترین میزان پروتئین (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در کاربرد 400 کیلوگرم در هکتار سیلیکات کلسیم بدست آمد (شکل 13).



شکل 13- اثر غلظت‌های مختلف کود سیلیس بر میزان پروتئین کل موجود در گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*

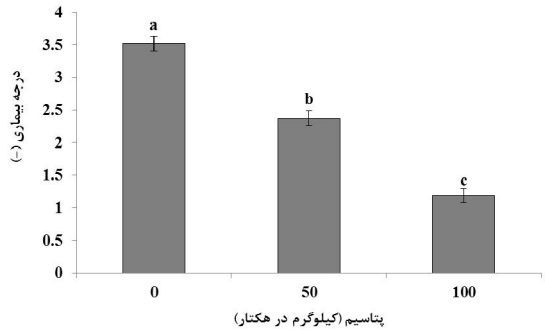
جدول 3- اثر متقابل کود پتاسیم، سیلیس و ورمی کمپوست بر میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز برگ گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia*

کود پتاسیم (کیلوگرم بر هکتار)	کود سیلیس (کیلوگرم بر هکتار)	ورمی کمپوست (درصد حجمی / حجمی)	آنزیم گایاکول پراکسیداز (تغییرات جذب نور بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین)
0	0	0	1/13 g
		5	1/14 g
	400	0	1/38 f
		5	1/53 ef
	800	0	1/52 ef
		5	1/56 ef
50	0	0	1/45 ef
		5	1/54 ef
	400	0	1/85 cd
		5	1/86 cd
	800	0	1/97 bc
		5	1/95 bc
100	0	0	1/66 de
		5	1/87 cd
	400	0	2/22 a
		5	2/15 ab
	800	0	2/27 a
		5	2/18 a

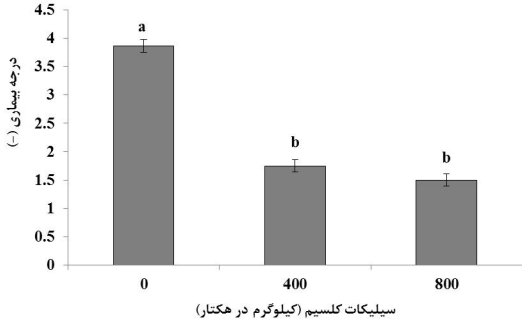
تیمارهایی که در یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال یک درصد ندارند.

شدت بیماری

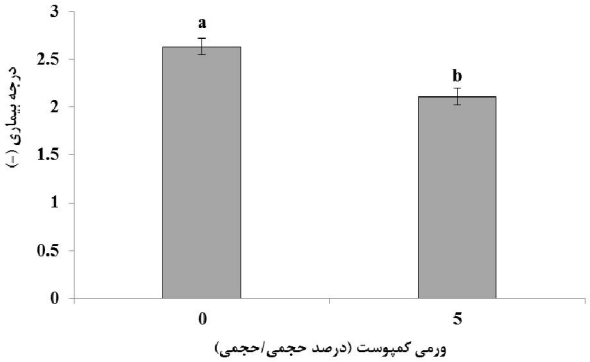
بیشترین و کمترین شدت بیماری تحت تاثیر کود پتاسیم، به ترتیب در تیمارهای شاهد و کاربرد 100 کیلوگرم بر هکتار پتاسیم مشاهده شد (شکل 14). در رابطه با کاربرد کود سیلیکات کلسیم، بیشترین شدت بیماری در تیمار شاهد و کمترین شدت بیماری در تیمارهای 400 و 800 کیلوگرم در هکتار سیلیکات کلسیم مشاهده گردید (شکل 15). کاربرد ورمی‌کمپوست نیز به طور معنی‌داری سبب کاهش شدت بیماری پوسیدگی رایزوکتونیایی در گیاه لوبیا چیتی شد و بیشترین میزان بیماری در گیاهانی مشاهده گردید که تیمار ورمی‌کمپوست دریافت نکرده بودند (شکل 16).



شکل 14- اثر غلظت‌های مختلف کود پتاسیم بر شدت بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی در گیاه لوبیا چیتی



شکل 15- اثر غلظت‌های مختلف کود سیلیس بر شدت بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی در گیاه لوبیا چیتی



شکل 16- اثر ورمی‌کمپوست بر شدت بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی در گیاه لوبیا چیتی

بر اساس نتایج بدست آمده از بررسی اثر متقابل کود پتاسیم و سیلیس بر شدت بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی در گیاه لوبیا چیتی، بیشترین شدت بیماری در عدم کاربرد کود پتاسیم و سیلیس و نیز کاربرد 50 کیلوگرم در هکتار پتاسیم و عدم کاربرد کود سیلیس مشاهده شد. همچنین کمترین شدت بیماری نیز در کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم با 400 و نیز 800 کیلوگرم کود سیلیس مشاهده گردید (جدول 4).

جدول 4- اثر متقابل کود پتاسیم و سیلیس بر شدت بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی در گیاه لوبیا چیتی

کود پتاسیم (کیلوگرم بر هکتار)	کود سیلیس (کیلوگرم بر هکتار)	شدت بیماری
	0	4/41 a
0	400	3/00 b
	800	3/16 b
	0	4/08 a
50	400	2/00 c
	800	1/08 c
	0	3/08 b
100	400	0/25 d
	800	0/25 d

تیمارهایی که در باحرف مشترک نشان داده شده اند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال یک درصد ندارند.

بحث

در تحقیق حاضر کاربرد پتاسیم سبب افزایش طول و وزن تر و خشک ریشه و ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia* شد، به‌طوری‌که بیشترین طول و وزن تر و خشک ریشه و ساقه در کاربرد کود سولفات پتاسیم به میزان 100 کیلوگرم در هکتار حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. این نتایج با نتایج سایر محققین در این زمینه مطابقت داشت (Anonymous, 1999).

بررسی نتایج بدست آمده از این پژوهش در ارتباط با اثر غلظت‌های مختلف کود سیلیس بر طول ساقه و نیز وزن تر ریشه و ساقه گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia* نشان داد که کاربرد کود سیلیکات کلسیم به میزان 400 و 800 کیلوگرم در هکتار سبب افزایش معنی‌دار طول ساقه و نیز وزن تر و خشک ریشه و ساقه نسبت به شاهد گردید که این نتایج، گزارش‌های سایر محققین در این زمینه را تایید می‌کند (Inanga *et al.*,1995). مطالعات پیشین صورت گرفته حاکی از این است که سیلیکون با ترکیبات آلی موجود در سلول‌های اپیدرمی تشکیل یک کمپلکس می‌دهد و از این طریق سبب افزایش مقاومت دیواره سلولی به تخریب ناشی از آنزیم‌های رها شده از قارچ‌ها می‌گردد (Inanga *et al.*,1995).

بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، بیشترین میزان آنزیم گایاکول پراکسیداز (تغییرات جذب نور در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) در گیاه لوبیاچیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia* در کاربرد 800 کیلوگرم در هکتار سیلیس و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست، کاربرد 800 کیلوگرم در هکتار سیلیس با 5 درصد حجمی/حجمی ورمی‌کمپوست و نیز تیمار کاربرد 400 کیلوگرم در هکتار سیلیس با 5 درصد حجمی/حجمی ورمی‌کمپوست مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و کمترین میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز نیز در تیمار شاهد (عدم کاربرد کود سیلیس و ورمی‌کمپوست) مشاهده شد. همچنین فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در برگ گیاه لوبیا چیتی آلوده به

قارچ *Rhizoctonia*، در کاربرد همزمان کود پتاسیم به میزان 100 کیلوگرم در هکتار، کود سیلیس به میزان 400 و 800 کیلوگرم در هکتار و ورمی‌کمپوست به میزان 5 درصد حجمی/حجمی و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست حداکثر و در تیمار عدم کاربرد کود پتاسیم، سیلیس و ورمی‌کمپوست حداقل بود. این نتایج با نتایج بسیاری دیگر از محققین در این زمینه مطابقت داشت. چرف و همکاران (1994) گزارش کردند که سیلیکون می‌تواند فعالیت کتیناز، پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز را پس از حمله قارچ تحریک نماید (Cherf *et al.*, 1994). مطالعات پیشین نشان داد که گیاهان نخود فرنگی تیمار شده با سیلیکات پتاسیم، تحت شرایط بیماری بلایت قارچی (*Mycosphaerella pinodes* Berk.) افزایش معنی‌داری در فعالیت کتیناز و بتا-1، 3-گلوکوناز نشان می‌دهند (Dann and Muir, 2002). همچنین مشاهده شده است که سیلیکون در گیاهان تک لپه و دو لپه سبب سنتز فلاونوئیدها و سایر ترکیبات ضدقارچی می‌شود که نقش بسزایی در مقابله با بیماری‌های گیاهی ایفا می‌کنند (Fawe *et al.*,1998; Rodrigues *et al.*, 2003).

براساس نتایج حاصل از تحقیق حاضر، بیشترین میزان پروتئین در کاربرد 400 کیلوگرم در هکتار سیلیکات کلسیم بدست آمدکه با نتایج ون لوون (1997) مطابقت دارد. ایشان بیان نموده است که عنصر سیلیسیم به عنوان پاسخی دفاعی پروتئین‌های سیگنال دفاعی را تحریک به تولید می‌نماید (Van Loon, 1997). در این تحقیق بیشترین وزن تر و خشک ریشه و ساقه گیاه لوبیاچیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia* در کاربرد همزمان 100 کیلوگرم بر هکتار پتاسیم با 400 و 800 کیلوگرم بر هکتار سیلیس مشاهده شد و کمترین وزن تر ریشه در تیمار عدم کاربرد پتاسیم و سیلیس و نیز کاربرد به تنهایی400 کیلوگرم بر هکتار سیلیس حاصل شد. کمترین وزن تر ساقه و نیز وزن خشک ریشه و ساقه نیز در عدم کاربرد کود پتاسیم و سیلیس مشاهده شد که تایید کننده گزارش سایر محققین در این زمینه می‌باشد. نتایج حاصل از پژوهش صورت گرفته بر روی گوجه فرنگی نیز نشان داد که کاربرد سیلیکون باعث کاهش شدت آسیب فوزاریوم در این گیاه می‌شود (Huang *et al.*, 2011).

در ارتباط با اثر غلظت‌های مختلف کود پتاسیم و سیلیس بر شدت بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی در گیاه لوبیا چیتی، بیشترین شدت بیماری در تیمار شاهد و کمترین شدت بیماری در تیمارهای 400 و 800 کیلوگرم در هکتار سیلیکات کلسیم و 100 کیلوگرم بر هکتار پتاسیم مشاهده گردید که با نتایج مطالعات پیشین مطابقت دارد (Zhang *et al.*, 2006). در بررسی اثر سیلیکون بر بیماری بلایت غلاف در برنج (ناشی از *Rhizoctonia solani*) گزارش شده است که شاخص بیماری به طور معنی‌داری در گیاهان تیمار شده با سیلیکون نسبت به تیمار شاهد کمتر بود (Zhang *et al.*, 2006).

ورمی کمپوست‌ها از طریق اصلاح ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و آزاد کردن تدریجی مواد غذایی، سبب حاصلخیزی خاک و افزایش رشد گیاهان و مبارزه با عوامل بیمارگر می‌شوند (Edwards *et al.*, 2004). تاثیر ورمی کمپوست در جلوگیری از تندش اسپور برخی از قارچ‌ها نشان داده شده است (Singh *et al.*, 2003). نتایج تحقیق حاضر با نتایج سایر محققین در این زمینه مطابقت دارد. بطوریکه ارساهین و همکاران (2009) در بررسی اثر بازدارندگی ورمی کمپوست روی *Rhizoctonia solani* در بوته¬های خیار گزارش کردند که ورمی

کمپوست در ترکیب با قارچ تریکودرما اثر قابل توجهی بر کنترل قارچ *Rhizoctonia* نداشت ولی عصاره آبی ورمی کمپوست سبب جلوگیری از فعالیت *R. solani* شد و سبب بهبود خصوصیات رویشی بوته خیار گردید (Ersahin *et al.*, 2009).

نتایج این تحقیق در ارتباط با بررسی اثر متقابل کود پتاسیم، سیلیس و ورمی کمپوست بر خصوصیات رویشی گیاه لوبیا چیتی آلوده به قارچ *Rhizoctonia* نشان داد که بیشترین وزن خشک ساقه (گرم) در کاربرد همزمان کود پتاسیم به میزان 100 کیلوگرم در هکتار، کود سیلیس به میزان 400 و 800 کیلوگرم در هکتار و 5 درصد حجمی/حجمی و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست حاصل شد و در عدم کاربرد کود پتاسیم، سیلیس و ورمی‌کمپوست، وزن خشک ساقه به حداقل میزان خود رسید که این نتایج با نتایج سایر محققین در این زمینه مطابقت دارد (Rivera *et al.*, 2004). به‌طوری‌که در مطالعه صورت گرفته بر روی اثر ورمی کمپوست در کنترل بوته‌میری ناشی از *Rhizoctonia solani* در گوجه فرنگی و تحریک رشد آن، ترکیبات میکروبی ورمی‌کمپوست مورد تجزیه قرار گرفت و مشخص گردید که از 36 میکرواورگانیسم موجود در ورمی کمپوست، 13 میکرواورگانیسم دارای خاصیت آنتاگونیستی با *R. solani* بودند. به علاوه ورمی کمپوست به میزان 25 تا 100 درصد سبب تحریک رشد و جلوگیری از بوته میری شد (Rivera *et al.*, 2004).

به‌طور کلی و براساس نتایج حاصل از این آزمایش مشخص گردید که کاربرد غلظت‌های 400 و 800 کیلوگرم بر هکتار سیلیکات کلسیم و همچنین 100 کیلوگرم بر هکتار کود پتاسیم بیشترین اثر را در کنترل پوسیدگی ریزوکتونیایی لوبیا چیتی داشته و ضمن بهبود خصوصیات رویشی گیاه باعث کنترل این بیماری شده است.

References

1. Anonymous. 1999. Phosphorus Nutrition Improves Plant Disease Resistance. Better Crops 83: 26–27. [cited 2017 Jun 17]. Available from: http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/205764E4A50B0A13852579800082018B/$FILE/Better%20Crops%201999-1%20p26.pdf
2. Ashraf Modares M, Roostaei A and Etebarian HR. 2007. Interaction effect of plant nutrition (nitrogen, phosphorus, potassium and calcium) and charcoal rot disease (*M. phaseolina*) on melon cultivars. Paper presented at: 2nd National Congress of Ecological Agriculture; 17–18 October; Gorgan: Iran.
3. Bagheri A, Mahmoudi A and Ghazali F. 2001. Bean cultivation and breeding. Mashad: Jahad-e-Daneshgahi Publishing, 556 pp.
4. Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical biochemistry 72: 248–254.
5. Cherf M, Menzies JG, Ehret DL, Bopgdanoff C and Belanger RR. 1994. Yield of cucumber infected with *Pythium aphanidermatum* when grown with soluble silicon. HortScience 29: 896–897.
6. Dann EK and Muir S. 2002. Peas grown in media with elevated plant-available silicon levels have higher activities of chitinases and ß-1, 3-glucanase, are less susceptible to a fungal leaf spot pathogen and accumulate more foliar silicon. Australian Journal of Plant Pathology 31: 9–13.
7. Doube MB, Stephen PM, Davoren H and Ryder M. 1994. Interaction between earthworms, beneficial soil micro-organisms and root pathogens. Soil Ecology Journal 1: 3–10.
8. Edwards CA, Domínguez J, Arancon NQ. 2004. The influence of vermicompost on plant growth and pest incidence. pp. 396–419, *In* Shakir SH and Mikhaïl WZA (eds). Soil zoology for sustainable development in the 21st century. Cairo, Egypt: Self-Publisher.
9. Ersahin SY, Haktanir K and Yaner Y. 2009. Vermicompost suppresses *Rhizoctonia solani* Kühn in cucumber seedlings. Journal of Plant Diseases and Protection 116: 182–188.
10. Fauteux FF, Chain F, Belzile JG, Menzies R and Bélanger R. 2006.The protective role of silicon in the *Arabidopsis*-powdery mildew pathosystem. Proceedings of the National Academy of Sciences 103: 7554–7559.
11. Fawe A, Abou-Zaid M, Menzies JG and Bélanger RR. 1998. Silicon-mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber. Phytopathology 88: 396–401.
12. Goldstein J. 1998. Compost suppresses disease in the lab and on the fields. Biocycle 39: 62–65.
13. Huang C-H, Roberts PD, Datnoff LE. 2011. Silicon suppresses *Fusarium* crown and root rot of tomato. Journal of Phytopathology 159: 546–554.
14. Inanga S, Okasaka A and Tanaka S. 1995. Does silicon exist in association with organic compounds in rice plant? Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition 11: 111–117.
15. Kholdebarin B and Eslamzadeh T. 2001. Mineral nutrition of higher plants. First Edition. Shiraz: Shiraz University Press. 902 pp.
16. Lak MR and Ghanbari AA. 2005. The effect of planting date and pinto bean lines on hypocotyl and root rot disease. Paper presented at: 1st National Conference on cereals; 20–21 November; Mashhad, Iran.

17. Panella LW and Ruppel EG. 1996. Availability of germplasm for resistance against *Rhizoctonia* ssp. pp. 515–527, *In* B Sneh B, Jabaji-Hare S, Neate S and Dijst G (eds). *Rhizoctonia* species: Taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
18. Prabhu AS, Fageria ND, Huber DM and Rodrigues FA. 2007. Potassium and plant disease. pp. 57–78, *In* Datnoff L.E, Elmer WH and Huber DM (eds). Mineral nutrition and plant disease. St. Paul: APS Press.
19. Prabhu AS, Fageria ND, Huber DM and Rodrigues FA. 2007. Potassium and plant disease. pp 57–78, *In* Datnoff E and Huber DM (eds.). Mineral nutrition and plant disease. New York: APS Press.
20. Ravf BA and Ahmad I. 1998. Studies on correlation of seed infection to field incidence of *Alternaria alternata* and *Macrophomina phaseolina* in Sunflower. Paper presented at: 13th Iranian Plant Protection Congress; 23–27 August; Karaj, Iran.
21. Rivera MC, Wright ER, Lopez MV, Garda D and Barrague MY. 2004. Promotion of growth and control of damaping-off (*Rhizoctonia solani*) of greenhouse tomatoes amended with vermicompost. Phyton (International Journal of Experiment Botany) 73: 229–235.
22. Rodrigues FA, McNally D, Datnoff LE, Jones JB, Labbé C, Benhamou N, Menzies JM and Bélanger R. 2003. Silicon enhances the accumulation of diterpenoidphytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. Phytopathology 93: 74.
23. Singh UP, Maurya S and Singh DP. 2003. Antifungal activity and induced resistance in pea by aqueous extract of vermicompost and for control of powdery mildew of pea and balsam. Journal of Plant Diseases and Protection 110: 544–553.
24. Van Loon LC. 1997. Induced resistance in plants and role of pathogenesis-related proteins. European Journal of Plant Pathology 103: 735– 765.
25. Zhang GL, Dai QZ and Zhang HC. 2006. Silicon application enhances resistance to sheath blight (*Rhizoctonia solani*) in rice. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology (Zhi Wu Sheng Li Yu Fen Zi Sheng Wu XueBao) 32: 600–606.

Effect of potassium, silicon fertilizers and vermicompost on control of *Rhizoctonia* rot (*Rhizoctonia solani*) in pinto bean

M. Zaboli[1], T. Basirnia*[2], M.R. Moosavi[3]

Abstract

With consideration to environmental risks and appearance of resistance in pathogens due to use of chemical pesticides, application of other managing measures such as cultural methods can be useful in controlling *Rhizoctonia* rot. This experiment was conducted to investigate the effects of potassium, silicon and vermicompost on controlling of *Rhizoctonia* rot (*Rhizoctonia solani*) of pinto bean. A factorial pot experiment with four replication was conducted in 2014 based on completely randomized design with three factors including potassium (0, 50 and 100 kg ha^{-1}), calcium silicate (0, 400 and 800 kg ha^{-1}) and vermicompost (0 and 5 % V/V). The results showed that main factors increased vegetative growth parameters of pinto bean and reduced the level of *Rhizoctonia* rot. So that, application of 100 kg ha^{-1} of potassium or 400-800 kg ha^{-1} of calcium silicate and vermicompost significantly increased vegetative growth (root and shoot) fresh and dry weight. The treatments also significantly improved biochemical characteristics such as the amount of gaiacol peroxidase. In general, our results showed that plant nutrient greatly improved plant vegetative parameters and plant resistance to biotic stress. Accordingly, we found that the use of calcium silicate (400 and 800 kg. ha^{-1}) and 100 kg.ha^{-1} of potassium had highest effect on controlling *Rhizoctonia* rot and improving plant vegetative growth.

Keywords: Biochemical traits, calcium silicate, disease severity, pinto bean, potassium fertilizer.

[1]- Former MSc student, Department of Plant Pathology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran.
[2]- Assistant professor, Department of Plant Pathology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran.
[3]- Associate Professor, Department of Plant Pathology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran.
*Corresponding author: tbasirnia_829@yahoo.com