فصلنامه گیاه‌پزشکی
(دانشگاه آزاد اسلامی شیراز)
۱۳۹۶ - ۸(۱) : ۵۷-۶۷

تغییرات میزان فنل گیاه گوجه فرنگی آلوده به شانکر رایزوکتونیایی توسط سالسیلیک اسید و گونه‌های قارچ میکوریز *Glomus* spp.

میلاد حریری بوکانی[۱]، صدیقه محمدی[۱*]

۱- گروه گیاه‌پزشکی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

چکیده

قارچ *Rhizoctonia solani* بیماری‌های مختلفی از جمله مرگ گیاهچه، پوسیدگی ریشه و طوقه و پوسیدگی میوه را در گیاه گوجه فرنگی ایجاد می‌کند. در این تحقیق تاثیر گونه‌های قارچ میکوریز *Glomus* spp. و سالسیلیک اسید در القای مقاومت گیاه گوجه فرنگی آلوده به قارچ *Rizoctonia solani* مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش تأثیر گونه های میکوریز و ماده سالسیلیک اسید در دو گروه گیاهان سالم و بیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی با آزمایش فاکتوریل با ۳۲ تیمار در سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول وجود و عدم وجود بیمارگر، فاکتور دوم گونه‌های قارچ میکوریز (*Glomus hoi*، *G. emossea* و *G. intraradices*) و فاکتور سوم سالسیلیک اسید در غلظت های (صفر، ۱، ۰/۵ و ۱/۵ میلی مولار) استفاده گردید. عوامل القا کننده مقاومت فوق‌الذکر در مرحله گیاهچه به خاک اطراف ریشه اضافه و در بازه‌های زمانی ۲۴ و ۱۲۰ ساعت میزان فنل اندازه‌گیری و روند تغییرات آن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بازه زمانی ۲۴ ساعت بیشترین میزان فنل مربوط به تیمار گیاهچه سالم القا شده با سالسیلیک اسید در غلظت ۰/۵ میلی مولار بود. بیشترین میزان آنزیم فنل در گیاهچه های بیمار القا شده با SA و گلوموس می باشد که در طول دوره آزمایش افزایش یافت. بر اساس این آزمایش تیمار گیاهچه القا شده با سالسیلیک اسید در غلظت ۱ میلی مولار همراه با *G. mosseae* بهترین تیمار از نظر عملکردی مشخص گردید.

واژه‌های کلیدی: تغییرات میزان فنل، گوجه فرنگی، سالیسیلیک اسید، گونه های قارچ میکوریز

---

[*] مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mohammadi.pp@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۲۷

مقدمه

گوجه‌فرنگی[1] گیاهی یکساله از تیره بادمجانیان است که خاستگاه آن آمریکای جنوبی می‌باشد. طبق اطلاعات فائو گوجه فرنگی در ۱۷۰ کشور با آب و هوای مختلف کشت می‌شود. پس از سیب‌زمینی و سیب‌زمینی شیرین، گوجه فرنگی بیش‌ترین حجم تولید تره‌بار جهانی را دارد و در فهرست بالاتر از هندوانه و کلم قرار می‌گیرد (FAO, 2012). بیماری‌های قارچی می تواند خسارات قابل توجهی روی این گیاه و محصول آن ایجاد کند که از بین آن‌ها مرگ گیاهچه و پوسیدگی ریشه رایج تر هستند و گروه قارچی ریزوکتونیا به عنوان یکی از عوامل اصلی خسارت زای این گیاه شناخته شده است. این قارچ بیمارگرهای خاکزی است که به دامنه گسترده‌ای از گیاهان حمله می‌کند و گسترش جهانی دارد (Ogoshi, 1996).

Rhizoctonia solani Kühn (teleomorph: *Thanatephorus cucumeris* [Frank] Donk) یکی از اعضای شناخته شده گروه قارچی ریزوکتونیا است که تعداد بسیاری از محصولات زراعی را به صورت جهانی تحت تاثیر قرار می‌دهد. سویه‌های *Rhizoctonia solani* به صورت ساپروتروف در خاک و همچنین بیمارگر بیش از ۵۰۰ میزبان با گسترش جهانی است (Grosch *et al.*, 2007). روش‌های کنترل و کاهش خسارت این بیماری شامل تیمار بذر و خاک با قارچکش‌های موثر از قبیل PCNB (Terraclor), Benomyl (Benlate) و Carboxin (Vitavax) است که برای محافظت بذر و گیاهچه بسیار موثر هستند و خسارات ناشی از پوسیدگی ریشه ریزوکتونیایی را کاهش می‌دهند (Martin & Lucas, 1983).

با توجه به محدود بودن و عدم تأثیر روش‌های کنترل بیمارگرهای خاکزاد معمولا از برخی قارچکش‌های شیمیایی به این منظور استفاده می‌گردد. استفاده از قارچکش‌های شیمیایی به دلیل بوجود آمدن سویه‌های مقاوم به قارچکش و نگرانی‌های عمومی در مورد سلامت و تاثیرات محیطی با عوامل بیوکنترل در حال جایگزین شدن است. در سال‌های اخیر چندین عامل بیوکنترل بالقوه جداسازی، مشخص و به صورت تجاری عرضه شده‌اند و در نتیجه کنترل زیستی بیماری‌های گیاهی از توجه ویژه‌ای در میان روش‌های کنترل بیماری-های گیاهی برخوردار شده است. کارایی این روش کنترل به طور عمده در برابر بیمارگرهای خاکزاد قارچی مانند *Sclerotium rolfsii* , *Fusarium* spp. , *R. solani* و *Pythium* spp. به اثبات رسیده است (Cúndom *et al.*, 2003; Grosch *et al.*, 2005).

همزیستی قارچ‌های مایکوریز AM[2] تأثیر قابل توجهی در عکس العمل گیاه با ارگانیسم‌های دیگر دارد. افزایش مقاومت به بیمارگرهای خاکزاد در گیاهان مایکوریزی به طور گسترده شرح داده شده است. اثرات قارچ‌های AM بر بیماری‌های ساقه تا حد زیادی در روش زندگی و استراتژی مبارزه (چالش‌های مهاجم) تکیه می‌کند. از جمله مکانیسم‌های بالقوه که در مقاومت

[1] *Lycopersicon esculentum* Mill
[2] Arbuscular Mycorrhiza

سیستم‌های مایکوریزی دخیل شده‌اند، القای مقاومت در گیاه است. در طول شکل‌گیری و تشکیل مایکوریز، تلفیق پاسخ‌های دفاعی گیاه به صورت بالقوه از طریق بحث متقابل بین سالسیلیک اسید و مسیرهای سیگنالینگ وابسته به جاسمونات رخ می‌دهد. این تلفیق ممکن است پاسخ‌های گیاه به دشمنان بالقوه، بوسیله‌ی پر کردن بافتها برای فعال‌سازی موثرتر مکانیسم‌های دفاعی تحت تأثیر قرار دهد. سالیسیلیک اسید یک ترکیب فنلی است که نقش مهمی در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان از جمله القاء پاسخ‌های دفاعی گیاهی علیه بیمارگرها دارد (Mandal *et al.*, 2009).

اغلب محققان معتقدند که برخی ترکیبات فنلی از جمله سالیسیلیک اسید، علاوه بر نقش مستقیم آن در القا مقاومت، نقش سیگنال در مقاومت سیستمیک و نقش محرک در بروز مقاومت به ویژه القاء پروتئین‌های مرتبط با بیماری‌زایی و افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) را ایفا می‌کند (Wang *et al.*, 2006).

در عکس العمل های دفاعی حالت سیستمیک شدن میزان برخی مواد مانند محتویات فنلی در گیاه افزایش می یابد. مواد فنلی گروهی از ترکیبات با وزن مولکولی پایین هستند که پس از تحریک گیاه به وسیله عوامل زنده مختلف میزان آن ها در گیاه افزایش می یابد. نقش مواد فنلی از سال ها قبل در مقاومت گیاهان به عوامل بیماری زای قارچی مورد توجه قرار گرفته است (Mohammadi & Kazemi, 2002).

کلونیزه شدن سطح ریشه گیاه توسط آنتاگونیست ها می تواند منجر به کاهش حمله مستقیم عوامل بیماری زا با تولید مواد آنتی میکروبی و غیره باشد که سبب ایجاد مقاومت القایی سیستمیک می شوند (Klopper *et al.*, 1992).

با توجه به اهمیت بیماری و نظر به اینکه تاکنون در زمینه‌ی کنترل بیولوژیک و القای مقاومت میزبان به این بیماری در ایران تحقیقات کافی صورت نگرفته، لذا در این پژوهش القای مقاومت به عامل بیماری *R. solani* از طریق ارزیابی نقش قارچ های میکوریز و سالسیلیک اسید از طریق ارزیابی ترکیبات فنلی میزبان در مقابل بیمارگر بررسی می شود.

مواد و روش ها

تهیه جدایه بیمارگر

جدایه قارچ *Rhizoctonia solani* از گروه بیماری شناسی گیاهی دانشگاه آزاد واحد شیراز دریافت و گونه های قارچ میکوریز شامل *G. intraradices*، *G. mosseae* و *G. hoi* از کلینیک گیاهپزشکی ارگانیک واقع در اسدآباد استان همدان تهیه شد.

برای اثبات بیماریزایی چند بلوک از قارچ *Rhizoctonia solani* کشت شده در محیط کشت جدا و در گلدانی که پیشتر درون آن گوجه فرنگی کاشته ایم منتقل گردید به این گونه که

خاک اطراف طوقه و ریشه را کنار زده و بلوک های قارچی را کنار ریشه و طوقه قرار دادیم. پس از چند هفته و بروز علایم بیماری، مقداری از ریشه و طوقه بیمار شده را با تیغ استریل جدا و پس از ضد عفونی به محیط کشت PDA منتقل کردیم و درون انکوباتور قرار دادیم و بعد از ۴۸ ساعت قارچ مذکور اطراف قطعات بیمار جدا شده از نمونه بیمار رشد کرد و مشخص گردید که این جدایه بیمارگر قدرت بیماریزایی دارد.

مایه زنی قارچ

جهت تهیه مایه تلقیح دو کیلوگرم بذر گندم با ۵ سی سی آب مقطر مرطوب شده و ۳ بار با فاصله زمانی ۲۴ ساعت در فشار یک بار به مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو شدند. سپس در سطح پتری دیش‌های محتوی محیط کشت PDA، مقدار ۱۲ گرم از بذرهای سترون شده پخش شده و با افزودن ۲ الی ۳ قطعه ی میسیلیومی به قطر ۰/۵سانتی متر به پتری دیش‌ها به مدت ۷ روز در دمای ۲۸ درجه سلسیوس کلونیزه شدند(Misawa & Kuninaga, 2010). گندم‌هایی که بر روی محیط کشت PDA فاقد قارچ قرار داده شده بودند، به عنوان کنترل منفی در تست بیماریزایی مورد استفاده قرار گرفتند. پس از ۲ هفته مایع تلقیح آماده گردید.

کشت گیاه گوجه فرنگی

بذور ضدعفونی شده گوجه فرنگی رقم موبیل هلند توسط هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد در گلدان‌های استریل حاوی خاک سترون شامل خاک، ماسه، کود برگ به نسبت ۱:۱:۲ و مقداری پرلیت کشت گردید و در شرایط مساعد گلخانه (شرایط ۱۶ ساعت نور و ۸ ساعت تاریکی، دمای ۲۶- ۲۸ درجه سلسیوس) پرورش داده شد. گیاهچه ها در مرحله ۴-۶ برگی، جهت انجام آزمایشات مورد استفاده قرار گرفتند.

مایه زنی عامل بیماری

پس از اینکه گیاه به مرحله دو برگی رسید خاک اطراف ریشه را کنار زده و عوامل القای مقاومت یعنی گونه های قارچ میکوریز *Glomus intraradices* ، *G. mosseae* و *G. hoi* (مقدار ۱۰۰ گرم از کود بیولوژیک حاوی اسپورهای گونه‌های *Glomus* به خاک افزود گردید) و ماده سالسیلیک اسید به صورت سوسپانسیون تهیه شده در غلظت های ۰، ۰/۱، ۰/۵ و ۱/۵ میلی مولار اضافه گردید و در کنار هر بذر یک گرم گندم آغشته به بیمارگر قرار داده شد. از گیاهان موجود در گلدان جهت ارزیابی میزان فنل استفاده گردید. بطوری که در دو زمان ۲۴ و ۱۲۰ ساعت پس از تلقیح گیاه و اضافه کردن عامل القای مقاومت ارزیابی شد.

اندازه گیری آنزیم فنل کل

برای اندازه‌گیری میزان فنل از روش مالیک و سینگ (۲۰۰۷) استفاده گردید. به ۱ گرم از عصاره میوه یا گیاه، ۱۰cc استون ۸۰٪ اضافه شد) استون ۸۰٪= ۸۰٪ استون + ۲۰ آب مقطر (و به مدت ۱ ساعت در شرایط تاریکی (مثل پیچیدن در فویل) شیک شد و به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰ سانترفیوژ شد. ۵۰ میکرولیتر از عصاره را با ۴۵۰ میکرولیتر آب مقطر و ۲/۵ cc معرف فولین کالینو (۰/۱ درصد) مخلوط شد(Li *et al.*, 2007). ۲ cc محلول کربنات سدیم ۷/۵ درصد (Na_2Co_3 ۷/۵ درصد= ۷/۵ گرم در ۱۰۰ cc یا ۰/۷۵ گرم در ۱۰cc آب) به آن اضافه شد. به مدت ۱۵ دقیقه در بن ماری یا حمام آب گرم در دمای ۴۵ درجه قرار داده شد. تا رسیدن به دمای اتاق (22-25°c) و در نهایت میزان جذب نور در طول موج ۷۶۵ نانومتر بررسی شد.

آنالیز آماری

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آزمایش فاکتوریل در مجموع با ۳۲ تیمار در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل وجود و عدم وجود بیمارگر در دو سطح، گونه‌های قارچ میکوریز در سه سطح (سه گونه) و سالسیلیک اسید در ۴ سطح (غلظت صفر، ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ میلی مولار) استفاده گردید که داده‌های بدست آمده از میزان فنل کل در دو زمان ۲۴ و ۱۲۰ ساعت بعد از تلقیح بیمارگر توسط نرم افزار SAS (Ver 9.0) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده های حاصل از تأثیر سالسیلیک اسید و مایکوریز بر میزان فنل بر القای مقاومت گیاهچه گوجه فرنگی در بازه زمانی ۲۴ ساعت (جدول ۱) نشان داد اختلاف بین تیمارهای غلظت های مختلف سالسیلیک اسید ، گونه های مایکوریز، وجود و عدم وجود بیمارگر، اثر متقابل غلظت سالسیلیک اسید -گونه مایکوریز، سالسیلیک اسید -وجود و عدم وجود بیمارگر، اثر متقابل گونه مایکوریز- وجود و عد م وجود بیمارگر و اثر متقابل هر سه عامل با هم، در سطح یک درصد معنی دار بود.

جدول مقایسه میانگین ۲ نشان داد بیشترین میزان فنل در طول موج ۷۶۵ نانومتر در بازه زمانی ۲۴ ساعت، مربوط به تیمار گیاهچه سالم القا شده با سالسیلیک اسید در غلظت ۱/۵ میلی مولار و فاقد مایکوریز همچنین تیمار گیاهچه سالم با سالسیلیک اسید در غلظت ۰/۵ میلی مولار بطور جداگانه با هر یک از سه گونه میکوریز (*G. mosseae, G. hoi* & *G. intraradices*) بود. سایر تیمارها با قرار گرفتن در گروه آماری مشترک، تأثیر یکسانی بر روی

میزان فنل داشتند. در این بازه زمانی مشخص شد میزان فنل در اغلب تیمارهای سالم نسبت به تیمارهای آلوده القا شده توسط عامل یکسان، بیشتر بوده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس داده های حاصل از تأثیر سالسیلیک اسید و مایکوریز بر میزان فنل بر القای مقاومت گیاهچه گوجه فرنگی در بازه زمانی ۲۴ ساعت

Table 1. Analysis of variance resulting from the effects of salicylic acid and the amount of phenol on induction of resistance mycorrhizal tomato seedlings within 24 hours

Source	Df	MS	F
Presence or absence of pathogen	1	0.2448	10.20**
Species	3	0.0035	0.15**
Presence or absence of pathogen * species	3	0.0009	0.04**
Concentration	3	0.0526	2.19**
Presence or absence of pathogen * concentration	3	0.0608	2.54**
Species*concentration	9	0.0251	1.05**
Presence or absence of pathogen * species * concentration	9	0.253	1.06**
Error	64	0.0239	
Total	95		

**: معنی داری در سطح ۱٪

**. Significant at 1%

جدول ۲ - تأثیر سالسیلیک اسید و مایکوریز بر میزان فنل بر القای مقاومت گیاهچه گوجه فرنگی در بازه زمانی ۲۴ ساعت

Table 2. Salicylic acid and phenol on induction of resistance mycorrhizal effect on tomato seedlings within 24 hours

Presence/absence of pathogen	*Glomus* spp.	Salicylic acid (mM)			
		0	0.5	1	1.5
Presence	*G. hoi*	0.05 cd	0.05 cd	0.08 b-d	0.04 cd
	G. mosseae	0.06 cd	0.06 cd	0.06 cd	0.06 cd
	G. intraradices	0.07 cd	0.04 cd	0.05 cd	0.03 d
Absence	*G. hoi*	0.12 b-d	0.31 a-d	0.09 b-d	0.06 cd
	G. mosseae	0.10 b-d	0.45 a	0.06 cd	0.08 b-d
	G. intraradices	0.08 b-d	0.35 a-c	0.08 b-d	0.04 cd

میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن می باشند از نظر آماری اختلافی با یکدیگر ندارند

Posts that contain at least one common letter are based on Duncan test with no statistical differences

تجزیه واریانس داده های حاصل از تأثیر سالسیلیک اسید و مایکوریز بر میزان فنل بر القای مقاومت گیاهچه گوجه فرنگی در بازه زمانی ۱۲۰ ساعت (جدول۳) نشان داد اختلاف بین

تیمارهای غلظت های مختلف سالسیلیک اسید، گونه های مایکوریز، وجود و عدم وجود بیمارگر، اثر متقابل غلظت سالسیلیک اسید -گونه مایکوریز، غلظت سالسیلیک اسید -وجود و عدم وجود بیمارگر، اثر متقابل گونه مایکوریز- وجود و عد م وجود بیمارگر و اثر متقابل هر سه عامل با هم، در سطح یک درصد معنی دار بود.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس داده های حاصل از تآثیر سالسیلیک اسید و مایکوریز بر میزان فنل بر القای مقاومت گیاهچه گوجه فرنگی در بازه زمانی ۱۲۰ ساعت

Table 1. Analysis of variance resulting from the effects of salicylic acid and the amount of phenol on induction of resistance mycorrhizal tomato seedlings within 120 hours

Source	Df	MS	F
Presence or absence of pathogen	1	0.00075	6.51**
Species	3	0.0101	87.70**
Presence or absence of pathogen * species	3	0.0018	15.83**
Concentration	3	0.0013	11.88**
Presence or absence of pathogen * concentration	3	0.0032	27.92**
Species*concentration	9	0.0007	6.52**
Presence or absence of pathogen * species * concentration	9	0.0015	13.52**
Error	64	0.0001	
Total	95		

**: معنی داری در سطح ۱٪

**. Significant at 1%

جدول مقایسه میانگین ۴ نشان داد بیشترین میزان فنل در طول موج ۷۶۵ نانومتر در بازه زمانی ۱۲۰ ساعت، مربوط به تیمار گیاهچه سالم فاقد عامل القای مقاومت بود. تیمار گیاهچه سالم القا شده با سالسیلیک اسید در غلظت ۱ میلی مولار فاقد مایکوریز، تیمار گیاهچه سالم القا شده با سالسیلیک اسید در غلظت ۰/۵ میلی مولار همراه با *G. hoi* و تیمار گیاهچه بیمار القا شده با سالسیلیک اسید در غلظت ۰/۵ میلی مولار فاقد مایکوریز با قرار گرفتن در دومین گروه آماری میزان بالایی از فنل را نشان دادند. در این بازه زمانی در تیمارهایی که فقط با یک عامل القای مقاومت تلقیح شده بودند، بیشترین میزان فنل مربوط به تیمارهای سالم بود و در تیمارهایی که با دو عامل سالسیلیک اسید و مایکوریز تلقیح شده بودند بیشترین میزان فنل مربوط به تیمارهای بیمار بود.

برخی از گیاهان با تغییر مسیر بیوسنتز دیواره سلولی و تقویت آن با تجمع لیگنین، کالوز، ترکیبات فنلی، سوبرین منجر به دفاع بهتر در برابر پاتوژن ها می شوند (Mandal *et al*., 2013; Bellincampi *et al*., 2014; Deepak *et al*., 2010). با توجه به نتایج آزمایش های

فوق می توان بیان کرد که بیشترین میزان فنل در بازه زمانی ۲۴ ساعت مربوط به تیمار گیاهچه سالم القا شده با سالسیلیک اسید ۰/۵ میلی مولار همراه با قارچ *Glomus mosseae* بوده است. در بازه زمانی ۱۲۰ ساعت تیمار گیاهچه بیمار القا شده با سالسیلسیک اسید ۰/۵ میلی مولار همراه با قارچ *G. intraradices* و تیمار گیاهچه بیمار القا شده با سالسیلیک اسید ۱/۵ میلی مولار همراه با قارچ *G. hoi* بوده است.

جدول ۴- تأثیر سالسیلیک اسید و مایکوریز بر میزان فنل بر القای مقاومت گیاهچه گوجه فرنگی در بازه زمانی ۱۲۰ساعت

Table 4. Salicylic acid and phenol on induction of resistance mycorrhizal effect on tomato seedlings within 24 hours

Presence/absence of pathogen	*Glomus* spp.	Salicylic acid (mM)			
		0	0.5	1	1.5
Presence	*G. hoi*	0.175 d-g	0.168 d-i	0.177 d-f	0.163 e-j
	G. mosseae	0.156 g-l	0.145 k-p	0.155 h-l	0.13 o-p
	G. intraradices	0.133 m-p	0.195 f-k	0.152 i-n	0.147 j-p
Absence	*G. hoi*	0.149 i-o	0.202 bc	0.141 k-p	0.146 j-p
	G. mosseae	0.172 d-h	0.154 h-m	0.149 i-o	0.129 o-p
	G. intraradices	0.187 cd	0.138 k-p	0.137 l-p	0.126 p

میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن می باشند از نظر آماری اختلافی با یکدیگر ندارند
Posts that contain at least one common letter are based on Duncan test with no statistical differences

چنین به نظر می رسد که ترکیبات فنلی به تنهایی نقش موثری در مقاومت میزبان علیه قارچ *Rhizoctonia solani* را نداشته و ترکیبات فنلی همراه با سایر مواد دفاعی مثل آنزیم پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز در مکانیسم های دفاعی نقش دارند که با نتایج Etebarian (1989)و Malek Ziarati *et al*. (2007) همچنین Ogallo & McClure (1996) مطابقت داشت. ترکیبات فنلی در بالا بردن استحکام مکانیکی دیواره سلولی میزبان مشارکت دارند و از آنجایی که فنل ها در طبیعت بعنوان سموم قارچی اند از رشد قارچ جلوگیری می کند. تغییر دادن سطح ترکیبات فنلی در گیاهان با تغییرات در مستعد شدن به بیماری ارزیابی شده است (Yao *et al.*, 2005). مطابق آزمایشات Ojha & Chandra (2012) تیمار گیاهان گوجه فرنگی آلوده به قارچ فوزاریوم توسط غلظت ۱/۵ میلی مولار SA منجر به افزایش در محتوای فنلی در مقایسه با گیاهان شاهد سالم و بیمار می شود.

کاربرد توأم قارچ‌های میکوریز و سالسیلیک اسید تأثیر بالایی در افزایش میزان فنل به عنوان ترکیب دفاعی میزبان داشته است. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مرحله گیاهچه که زمان حساسیت گیاه به این بیماری می‌باشد، عوامل القا کننده به خاک اطراف ریشه اضافه شود تا به عنوان القاء کننده های طبیعی در کاهش آلودگی و افزایش عملکرد محصول موثر واقع شود. به

منظور مدیریت تلفیقی این بیماری می توان از ترکیب میکوریزهای مختلف بهره برد همچنین با اصلاح و بهبود روش‌های زراعی به ویژه کمک به افزایش میزان مواد آلی خاک و حفظ رطوبت خاک در حد مطلوب، می‌توان شرایط لازم جهت افزایش کارایی این قارچ ها در مزرعه را فراهم نمود.

منابع

Bellincampi, D., Cervone, F., & Lionetti, V. 2014. Plant cell wall dynamics and wall-related susceptibility in plant–pathogen interactions. *Frontiers in plant science*, 5: 228.

Cúndom, M. A., Mazza, S. M., & Gutiérrez, S. A. 2003. Selection of Trichoderma spp. isolates against *Rhizoctonia solani*. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 1(4): 79-82.

Deepak, S., Shailasree, S., Kini, R. K., Muck, A., Mithöfer, A., & Shetty, S. H. 2010. Hydroxyproline *Journal of Phytopathology*, Plant Defence. 158(9): 585-593.

Etebarian, H.R. 1989. Studies on quantitative changes in phenolic compounds of barley varieties during development of *Puccinia hordei* and the relationship between thesis substances and brown rust resistance in barley. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 24:61-69.

FAO, 2012. Agricultural biodiversity in FAO. Available from URL: http://www.fao.org/docrep/010/ah864e/ah864e05.htm

Grosch, R., Lottmann, J., Faltin, F., & Berg, G. 2005. Use of bacterial antagonists to control diseases caused by Rhizoctonia solani. *Gesunde Pflanzen*, 57(8): 199-205.

Kloepper, J. W., & Beauchamp, C. J. 1992. A review of issues related to measuring colonization of plant roots by bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 38(12): 1219-1232.

Li, H. B., Cheng, K. W., Wong, C. C., Fan, K. W., Chen, F., & Jiang, Y. 2007. Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. *Food chemistry*, 102(3): 771-776.

Malek Ziarati, H., Sahebani, N. A., Rahnama, K. & Noori N. 2007. Effect of fungus *Trichoderma harzianum* on induced systemic phenolic compounds against root knot nematode *Meloidogyne javanica* in tomato. *Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences*, 14(6): 161-168.

Mandal, S., Mallick, N., & Mitra, A. 2009. Salicylic acid-induced resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in tomato. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47: 642-649.

Mandal, S., Kar, I., Mukherjee, A. K., & Acharya, P. 2013. Elicitor-induced defense responses in *Solanum lycopersicum* against *Ralstonia solanacearum*. *The Scientific World Journal*, 2013:561056.

Martin S.B. & Lucas L.T. 1983. Pathogenicity of *Rhizoctonia zeae* on tall fescue and other turfgrasses. *Plant Disease*, 67: 676–678.

Misawa, T., & Kuninaga, S. 2010. The first report of tomato foot rot caused by *Rhizoctonia solani* AG-3 PT and AG-2-Nt and its host range and molecular characterization. *Journal of General Plant Pathology*, 76(5), 310-319.

Mohammadi, M., & Kazemi, H. 2002. Changes in peroxidase and polyphenol oxidase activities in susceptible and resistant wheat heads inoculated with *Fusarium graminearum* and induced resistance. *Plant Science*, 162(4): 491-498.

Ogoshi, A. 1996. *Introduction—the genus Rhizoctonia*. In: *Rhizoctonia* species: Taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control (pp. 1-9). Springer Netherlands.

Ogallo, J. L., & McClure, M. A. 1996. Systemic acquired resistance and susceptibility to root-knot nematodes in tomato. *Phytopathology*, 86(5): 498-501.

Ojha, S., & Chatterjee, N. 2012. Induction of resistance in tomato plants against *Fusarium* oxysporum f. sp. *lycopersici* mediated through salicylic acid and *Trichoderma harzianum*. *Journal of Plant Protection Research*, *52*(2): 220-225.

Singh, A., Srivastava, S., & Singh, H. B. 2007. Effect of substrates on growth and shelf life of *Trichoderma harzianum* and its use in biocontrol of diseases. *Bioresource Technology*, 98(2): 470-473.

Wang, J. W., Zheng, L. P., Wu, J. Y. and Tan, R. Y 2006 Involvement of nitric oxide in oxidative burst, phenylalanine ammonia-lyase activation and Taxol production induced by low-energy ultrasound in Taxus yunnanensis cell suspension cultures. Nitric Oxide 15: 351-358

Yao, H. J., & Tian, S. P. 2005. Effects of a biocontrol agent and methyl jasmonate on postharvest diseases of peach fruit and the possible mechanisms involved. *Journal of Applied Microbiology*, 98(4): 941-950.

Plant Protection Journal
(Islamic Azad University, Shiraz Branch)
2016 – 8(1) : 57-67

Changes phenol in tomato plants infected with *Rhizoctonia solani* by salicylic acid and mycorrhizal fungi *Glomus* spp.

Milad HARIRI BOUKANI[1], Sediqe MOHAMMADI[1*]
1. Department of Plant Protection, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
(Corresponding author, Email: mohammadi.pp@gmail.com)

Abstract

Rhizoctonia solani fungus cause different diseases such as damping-off, root rot and fruit rot on tomato plants. In this study, the impact of mycorrhizal fungi species and salicylic acid in induced resistance of infected tomato by *Rhizoctonia solani* evaluated. Test of mycorrhizal fungi and salicylic acid effect evaluated in two groups of healthy and diseased plants in a completely randomized design with factorial experiment with 32 treatments were performed in triplicate. The first factor was the presence or absence of pathogen, the second factor mycorrhizal fungi species (*Glomus hoi*, *G. mosseae* and *G. intraradices*) and the third one salicylic acid in concentrations (0, 0.5, 1 and 1.5mM) was used. These factors added in seedling stage to the soil around the roots. And at intervals of 24 and 120 hours of phenol measured. The results showed that within 24 hours the highest phenol of healthy seedlings induced by treatment with salicylic acid in concentrations of 0.5mM, Most of the enzyme phenol seedling patient is induced by SA and G. increased during the experimental period. Based on this experiment induced seedling treated with salicylic acid in a concentration of 1mM together with *G. mosseae* be the best treatment.

Keywords: Changes phenol, Tomato, Salicylic acid, *Glomus* spp.