

کنترل بیولوژیک بیماری بوته‌میری خیار

ناشی از *Phytophthora spp.* با *Trichoderma harzianum*

محمد حاجی^۱ و مهدی صدروی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۵

چکیده

بوته‌میری از بیماری‌های مهم خیار در ایران است. گلخانه‌های تولید خیار در جنوب- غرب ایران، بازدید شدند و از گیاهچه‌های بیمار نمونه‌برداری شد. بیمارگرها از بافتهای بیمار گیاهچه‌ها جداسازی و *Phytophthora capsici* و *Phytophthora megasperma* شناخته شدند. یک جدایه پراآزار هر بیمارگر پس از آزمون بیماریزایی نه جدایه آن‌ها انتخاب شدند و در آزمون‌های فرا انگلی و کشت مقابل در برابر ۲۰ جدایه ایرانی *Trichoderma harzianum* قرار گرفتند. تمام جدایه‌های این قارچ توانایی فرا انگلی و بازدارندگی از رشد پرگنه این بیمارگرها را نشان دادند. آن‌گاه توانایی پنج جدایه برتر *T. harzianum* در کنترل بیماری ناشی از جدایه‌های پراآزار بیمارگرها، در گلخانه مورد آزمایش قرار گرفت. همه این جدایه‌ها *T. harzianum* توانایی کاهش معنی‌دار شدت بیماری را داشتند. کارآیی جدایه‌های ایرانی *T. harzianum* در کنترل بیولوژیک این بیماری برای نخستین بار گزارش می‌شود.

واژه‌های کلیدی: فرا انگل، متعارض، *Trichoderma Phytophthora*

مقدمه

خیار (*Cucumis sativus* L.) گیاهی یک ساله بومی مناطق گرمسیری غرب آسیا (هند و ایران) است (طباطبایی، ۱۳۶۵). بیماری بوته‌میری از دیرباز در مزارع و گلخانه‌های تولید خیار در ایران شایع بوده و خسارت آن مرگ ۲۰ تا ۱۰۰ درصد گیاهچه‌ها برآورد شده است (بهداد، ۱۳۸۸). عامل بیماری در نقاط مختلف ایران و جهان اغلب گونه‌های *Phytophthora* گزارش شده‌اند (نصراله‌نژاد و همکاران، ۱۳۷۷؛ ارشاد، ۱۳۷۱؛ خسروفر و بنی‌هاشمی، ۱۳۸۳؛ Kreutzer, 1937؛ Zitter et al., 1998؛ Ho et al., 1984؛ Herrero, 2008؛ Hausbeck & Lamour, 2004؛ Fernandez-Pavia & Rodriguez, 2006). برای مبارزه با بیماری‌های ناشی از گونه‌های *Phytophthora* توجه روزافزونی به یافتن روش مناسب کنترل بیولوژیک آن‌ها شده است. در طی این پژوهش‌ها توانایی گونه‌های *Trichoderma* بیشتر مورد بررسی قرار گرفته و کنترل بیولوژیک بیماری بوته‌میری طالبی (حیدری فاروقی و همکاران، ۱۳۸۳)، پوسیدگی ریشه چغندر قند (Moayedi & Mostowfizadeh-Ghalefarsa, 2010)، پوسیدگی ریشه آووکادو (Jefferson et al., 2000) و پوسیدگی طوقه و ریشه توتون (Singh & Islam, 2010) توسط این قارچ-

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه یاسوج

۲. دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه یاسوج

* (نویسنده مسئول : msadravi@yu.ac.ir)

ها، مخصوصاً *Trichoderma harzianum* Rifai، گزارش شده است. با توجه به اهمیت بیماری بوته‌میری خیار در استان کهگیلویه و بویراحمد و لزوم کنترل بیولوژیک آن، برای کاهش مصرف سموم شیمیایی در این محصول که به صورت تازه مصرف می‌شود و جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی، این پژوهش برای بررسی توانایی جدایه‌های ایرانی *Trichoderma harzianum* در مهار عوامل این بیماری در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری

گلخانه‌های تولید خیار در روستاهای حومه شهر یاسوج (دشت‌روم، وزگ، سرآبتاوه، چنارستان) بازدید شد و از طوقه و ریشه‌های بوته‌های بیمار نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها در کیسه‌های فریزر، با برچسب محل و زمان نمونه‌برداری، به آزمایشگاه منتقل و در یخچال نگهداری شدند.

جداسازی، خالص‌سازی و شناسایی بیمارگرها

بافت‌های بیمار به مدت یک ساعت زیر جریان آب به آرامی شسته شدند. سپس به قطعات پنج میلی‌متری بریده شدند و در محلول نیم‌درصد هیپوکلریت سدیم به مدت دو دقیقه ضدعفونی سطحی شدند. پس از خشک کردن آن‌ها روی کاغذ صافی سترون روی محیط CMA-PARP قرار داده شدند. پس از هفت روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سیلسیوس و رشد پرگنه‌ها، آن‌ها به روش نوک ریشه از روی محیط آب-آگار دو درصد در محیط کشت CMA منتقل و خالص‌سازی شدند. برای تحریک بیمارگرها به تولید هاگدان و هاگ روی هر پرگنه خالص آن‌ها ۱۰ عدد دانه شاهدانه سترون قرار داده شدند و پس از نگهداری به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه، دانه‌ها به تشتک‌های پتری حاوی آب‌مقطر سترون منتقل شدند و در زیر نور مهتابی به مدت ۴۸-۷۲ ساعت قرار داده شدند. آن‌گاه تشکیل اسپورانژیوم‌ها در اطراف دانه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و اسلایدهای میکروسکوپی از آن‌ها تهیه شد. شکل پرگنه‌ها و خصوصیات ریخت‌شناسی بافت رویشی و تولید مثلی بیمارگرها با میکروسکوپ زمینه روشن المپیوس کالیبره شده، مطالعه و با استفاده از کلیدهای معتبر آن‌ها شناسایی شدند (Erwin & Ribeiro, 1996).

آزمون اثبات بیماری‌زایی بیمارگرها

آزمون اثبات بیماری‌زایی جدایه‌های بیمارگرها به روش فرناندزپاویا و رد ریگوئز (Fernandez-Pavia & Rodriguez, 2006)

روی خیار رقم مهر در گلخانه در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با چهار تکرار برای هر جدایه و تیمار

شاهد انجام شد. پس از ظهور نشانه‌های بیماری، درصد بوته‌میری و نیز درصد بافت پوسیده طوقه و ریشه اندازه‌گیری شدند و با تیمار شاهد مقایسه گردیدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS20 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و جدایه‌هایی که قدرت بیماری‌زایی بیشتری داشتند برای انجام آزمایش‌های بعدی انتخاب شدند.

تهیه جدایه‌های *Trichoderma harzianum*

زیست جدایه‌ی ایرانی *T. harzianum*، از کلکسیون قارچ‌های گروه گیاه‌پزشکی تهیه و پنج جدایه نیز از خاک گلخانه‌های خیار منطقه به روش رقیق‌سازی خاک در آب مقطر سترون و کشت روی محیط داوه جدا و به روش تک هاگ خالص‌سازی شدند (Davet & Rouxel, 2000). آن‌ها با مطالعه خصوصیات پرگنه، کنیدیوم‌برها، فیالیدها و کنیدیوم‌ها و با استفاده از کلید معتبر شناسایی شدند (Gams & Bisset, 1998).

آزمایش اثر پادزیستی جدایه‌های *Trichoderma harzianum* بر بیمارگرها در آزمایشگاه

آزمون فرا انگلی به روش بودین و همکاران (Baudoin et al., 1988) با بررسی نحوه تاثیر ریشه‌های هر جدایه *T. harzianum* بر ریشه‌های هر جدایه هر بیمارگر روی لام سترون انجام شد.

آزمون کشت مقابل نیز به روش دیسای و همکاران (Desai et al., 2002) با کشت مقابل حلقه‌ای از پرگنه هر بیمارگر در برابر هر جدایه *T. harzianum* روی محیط سیب‌زمینی-دکستروز-آگار و با تیمار شاهد، کشت مقابل حلقه‌های پرگنه هر بیمارگر، در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار برای هر تیمار انجام گرفت. قطر پرگنه‌ها در کلیه تیمارها در روز پنجم (که در تیمار شاهد، دو پرگنه مقابل هم به یکدیگر رسیده بودند) اندازه‌گیری شد و درصد بازدارندگی از رشد میسیلیوم بیمارگرها با استفاده از فرمول [درصد بازدارندگی از رشد پرگنه بیمارگر = (قطر پرگنه در شاهد - قطر پرگنه در تیمار) / قطر پرگنه در شاهد] × ۱۰۰، به درصد بازدارندگی تبدیل شدند، سپس مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

اثر جدایه‌های برتر *T. harzianum* در مهار بیماری در گلخانه

برای این آزمایش، پنج جدایه‌ی برتر *T. harzianum* که در آزمون‌های پادزیستی اثر خوب تا متوسطی در کنترل بیمارگرها داشتند، انتخاب شدند. آزمایش روی خیار رقم مهر در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با پنج تکرار برای تیمارهای: شاهد سالم، دو تیمار شاهد بیمار با دو بیمارگر و ۱۰ تیمار تلقیح با جدایه‌های بیمارگرها و *T. harzianum*، به روش جفرسون و همکاران (۲۰۰۰) در گلخانه انجام شد. پس از ظهور نشانه‌ها در تیمارهای شاهد بیمار، داده‌ها شامل درصد مرگ بوته‌ها و درصد پوسیدگی طوقه و ریشه (منطقه‌ی سیاه شده روی طوقه و ریشه) محاسبه شدند. پس از بررسی توزیع نرمال داده‌ها به کمک

نرم افزار آماری SPSS20 وجود چولگی منفی در آن‌ها، برای نرمال نمودن توزیع داده‌ها، آن‌ها با فرمول [داده جدید = داده اولیه $\sqrt{\text{Arc Sin}}$] به داده‌های جدید با توزیع نرمال تبدیل شدند، آن‌گاه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (یزدی‌صمدی و همکاران، ۱۳۹۲).

نتایج

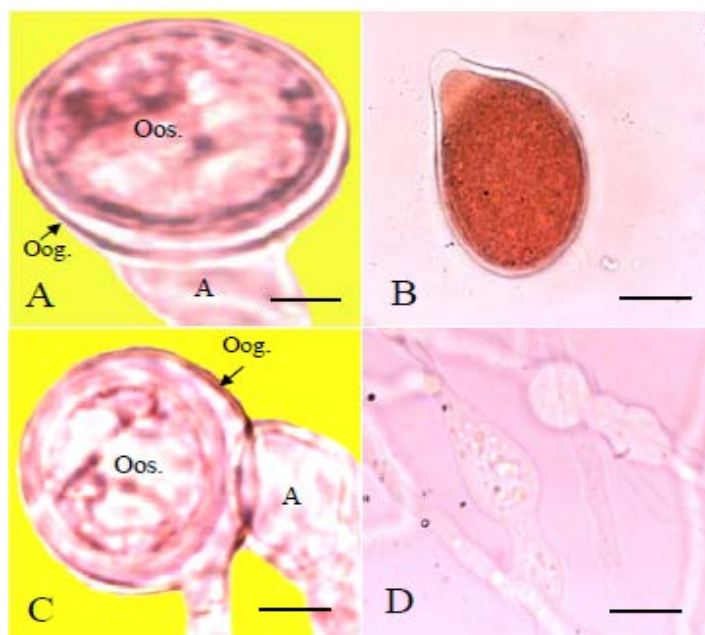
معرفی بیمارگرها

بر اساس نمونه‌برداری‌های انجام شده، دو گونه‌ی *Phytophthora* از بافت‌های پوسیده طوقه و ریشه‌ی خیار جداسازی شدند. گونه‌ی اول، با پرگنه بی‌رنگ، اسپورانژیوم‌های تخم‌مرغی یا واژگلابی شکل، به ابعاد 45×53 میکرومتر، دارای پاپیل ریزان و اسپورانژیوم‌برهای ظریف، فاقد آماس ریشه‌ای بود. آگونیوم‌ها کروی شکل، دارای دیواره‌ی صاف و به صورت انتهایی بودند. آنتریدیوم‌ها بیضی تا تخم‌مرغی شکل به حالت آمفی‌ژن در تماس با آگونیوم بودند. آسپور کروی و دارای دیواره‌ی صاف، بدون تزئینات و تقریباً تمام فضای آگونیوم را پر کرده بود (شکل ۱، A-B). چهار جدایه این شبه‌قارچ *Phytophthora capsici* Leonian تشخیص داده شدند.

گونه‌ی دوم با پرگنه‌ای بی‌رنگ، دارای آماس‌های ریشه‌ای، اسپورانژیوم‌برهای ظریف و اسپورانژیوم‌های بدون پاپیل، غیرریزان، انتهایی و به شکل گلابی عریض تا کشیده در پایه گرد به ابعاد 22×35 میکرومتر و دارای رشد داخلی (افزولی) بودند. آگونیوم‌ها به شکل کروی با دیواره‌ی صاف و انتهایی، آنتریدیوم‌ها اغلب پاراژن، آسپورها کروی، دارای دیواره‌ی صاف و تقریباً تمام فضای آگونیوم را پر کرده بودند (شکل ۱، C-D). پنج جدایه‌ی این گونه *Phytophthora megasperma* Drechsler تشخیص داده شدند.

بیماری‌زایی جدایه‌های بیمارگرها

بر اساس نتایج حاصل از آزمون اثبات بیماری‌زایی و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل، هر دو گونه‌ی *Phytophthora capsici* و *Phytophthora megasperma* دارای قدرت بیماری‌زایی روی بوته‌های خیار بودند. نشانه‌های بیماری شامل بوته‌میری و پوسیدگی و سیاه‌شدگی طوقه و ریشه گیاهچه‌ها به خوبی قابل مشاهده بودند. نتیجه تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها در جدول یک آورده شده است. همانطور که از جدول آشکار است جدایه‌های چنارستان یک هر دو بیمارگر از شدت بیماری‌زایی بیشتری برخوردار بودند و برای آزمایش‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفتند.



شکل ۱- A-B : *Phytophthora capsici* - A : آنتریدیوم آمفی ژن در پایه آگونیم و اسپور درون آن (خط مقیاس = شش میکرومتر)، B - اسپورانژیوم پاییل دار (خط مقیاس = ۱۵ میکرومتر)، C-D : *Phytophthora megasperma* - C : آنتریدیوم پارژن روی آگونیم و اسپور درون آن، D - آماس‌های ریشه‌ای (خط‌های مقیاس = ۱۰ میکرومتر)، (آنتریدیوم = A ، آگونیم = Oog، اسپور = Oos).

جدول ۱- شدت بیماری بوته‌میری خیار توسط جدایه‌های *Phytophthora capsici* و *Phytophthora megasperma* از استان کهگیلویه و بویراحمد*.

Isolate	<i>P. megasperma</i>		<i>P. capsici</i>	
	Damping-off (%)	Crown and root rotted tissue (%)	Damping-off (%)	Crown and root rotted tissue (%)
Chenarestan 1	97.75 a	93.00 a	97.00 a	97.25 a
Veze	85.75 b	83.50 b	62.25 c	74.25 c
Dashtroum	80.00 c	62.50 d	-	-
Sarabtaveh	76.00 c	51.25 e	58.50 c	67.75 d
Chenarestan 2	60.75 d	67.00 c	82.50 b	85.00 b

* اعدادی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند (LSD).

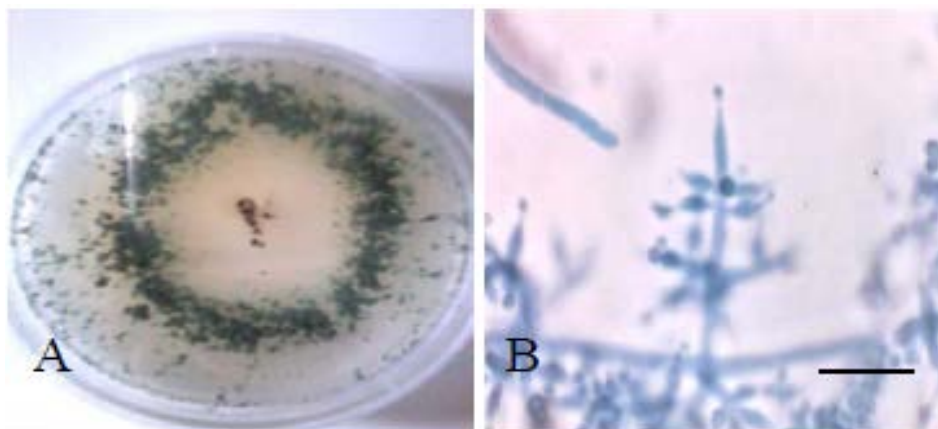
جدایه‌های *Trichoderma harzianum*

پرگنه‌ی جدایه‌های این قارچ به سرعت رشد کرد و از سطح بالا سفید و از پشت زرد کم رنگ بود. ریشه‌ها بی‌رنگ، دارای دیواره صاف به قطر ۵/۷-۱/۹ میکرومتر بودند. کینیدیوم‌زایی به صورت پراکنده و با تولید جوش‌های فشرده بود. سطح جوش‌ها سبز

مایل به زرد، و سپس به سبز تیره تغییر کرد. جوش‌ها سرانجام به صورت دایره متحدالمرکز درآمدند. کنیدیوم‌برها بی‌رنگ، دارای دیواره صاف، راست یا قابل انعطاف، با انشعاب‌های دو تا سه تایی بودند. فیالیدها به ابعاد $۱/۵۶-۳/۱۲ \times ۶/۲۴-۹/۳۶$ میکرومتر و فیالید انتهایی تا ۱۱ میکرومتر طول داشت. آن‌ها معمولاً در دسته‌های ۳-۴ تایی و گاهی به صورت جفتی بودند. کنیدیوم‌ها تقریباً کروی تا بیضی، به ابعاد $۲/۳-۳/۱ \times ۲/۳۴-۳/۹$ میکرومتر، با سطحی صاف و بی‌رنگ تا سبز روشن بودند (شکل دو). این گونه به سادگی به وسیله کنیدیوم‌های کوچک و تقریباً کروی و با داشتن کنیدیوم‌برهای کم تراکم از نوع *Trichoderma* از سایر گونه‌های *Trichoderma* قابل تشخیص است (Gams & Bisset, 1998).

اثر پادزیستی جدایه‌های *T. harzianum* بر بیمارگرها

با مطالعه اسلایدهای میکروسکوپی تهیه شده در آزمون فرا انگلی پیچش ریشه جدایه‌های *T. harzianum* به دور ریشه بیمارگرها و تجزیه و قطعه شدن آن‌ها مشاهده شد، که توانایی فرا انگلی جدایه‌های این قارچ بر *P. capsici* و *P. megasperma* را نشان می‌داد.



شکل ۲- *Trichoderma harzianum*: A- پرگنه همراه با جوش‌های کنیدیوم‌زای سبزرنگ روی محیط سیب‌زمینی- دکستروز- آگار، B- کنیدیوم‌بر، فیالید و کنیدیوم‌ها (خط مقیاس = ۱۰ میکرومتر).

نتیجه‌ی آزمایش کشت مقابل هم نشان داد که همه‌ی ۲۰ جدایه‌ی *T. harzianum* توانایی بازدارندگی از رشد میسیلیوم شبه‌قارچ‌های بیمارگر را داشته، ولی از این نظر در سطح یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند و جدایه‌های ۳۸، ۴۳ و ۴۴ بیشترین تأثیر را در برابر *P. capsici* و جدایه‌های ۳۸، ۳۹ و ۴۲ بیشترین تأثیر را در برابر *P. megasperma* دارا هستند (جدول ۲).

اثر جدایه‌های برتر *T. harzianum* در مهار بیماری بوته‌میری خیار در گلخانه

پس از انجام آزمایش‌های قبل و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آن‌ها، در نهایت ۵ جدایه‌ی

جدول ۲- درصد بازدارندگی از رشد پرگنه *Phytophthora megasperma* و *Phytophthora capsici* عوامل بیماری بوته‌میری خیار توسط جدایه‌های *Trichoderma harzianum* در آزمون کشت مقابل*.

Isolate	Isolation location	Inhibition of colony growth (%)	
		<i>P. megasperma</i>	<i>P. capsici</i>
1- <i>T. harzianum</i> 42	Yasouj	60.78 a	55.05 b
2- <i>T. harzianum</i> 39	Mazandaran	60.13 a	56.74 b
3- <i>T. harzianum</i> 38	Mazandaran	60.00 a	68.54 a
4- <i>T. harzianum</i> 26	Mazandaran	52.94 b	29.92 fg
5- <i>T. harzianum</i> 32	Mazandaran	51.63 bc	29.21 fg
6- <i>T. harzianum</i> 43	Yasouj	50.98 bc	70.22 a
7- <i>T. harzianum</i> 9	Mazandaran	49.01 bc	41.01 cd
8- <i>T. harzianum</i> 10	Mazandaran	45.80 cd	26.40 gh
9- <i>T. harzianum</i> 33	Mazandaran	45.75 cd	51.12 b
10- <i>T. harzianum</i> 14	Mazandaran	41.83 de	28.56 fg
11- <i>T. harzianum</i> 44	Shiraz	41.18 de	73.03 a
12- <i>T. harzianum</i> 17	Mazandaran	41.17 de	53.93 b
13- <i>T. harzianum</i> 45	Shiraz	40.52 def	38.20 de
14- <i>T. harzianum</i> 36	Gorgan	38.56 efg	34.27 ef
15- <i>T. harzianum</i> 40	Mazandaran	37.90 efgh	54.50 b
16- <i>T. harzianum</i> 13	Mazandaran	35.30 efgh	55.05 b
17- <i>T. harzianum</i> 29	Mazandaran	34.64 efgh	27.07 gh
18- <i>T. harzianum</i> 34	Gorgan	33.99 fgh	38.20 de
19- <i>T. harzianum</i> 41	Yasouj	32.68 gh	27.53 gh
20- <i>T. harzianum</i> 3	Mazandaran	31.40 h	44.40 c

*اعدادی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند (LSD).

T. harzianum که بهترین عملکرد را در بازدارندگی از رشد پرگنه‌های دو گونه‌ی *P. capsici* و *P. megasperma* در آزمایشگاه داشتند، به‌عنوان جدایه‌های برتر برای انجام آزمایش‌های گلخانه‌ای انتخاب شدند که شامل، جدایه‌های ۴۳، ۴۲، ۳۹، ۳۸ و ۴۴ بود. با توجه به نشانه‌های بیماری بوته‌میری در خیار که شامل مرگ‌ومیر بوته‌ها و همچنین سیاه‌شدگی و پوسیدگی در منطقه‌ی طوقه و ریشه است، در آزمایش گلخانه نیز دو فاکتور درصد مرگ‌ومیر بوته‌ها و درصد منطقه‌ی پوسیده و سیاه شده طوقه و ریشه اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که هر پنج جدایه‌ی *T. harzianum* توانایی کاهش بیماری در سطح یک درصد با اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد بیمار را دارند. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها که در جدول سه آورده شده است نشان داد، که بین این جدایه‌های *T. harzianum* نیز از نظر کارایی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد و جدایه‌های ۴۳ و ۴۴ بیشترین تاثیر را در کاهش بیماری بوته‌میری خیار حاصل از هر دو شبه‌قارچ *P. capsici* و *P. megasperma* دارا هستند و می‌توانند بیماری را تا حد شاهد سالم مهار نمایند. سایر جدایه‌های *T. harzianum* نیز هر چند که اثر کمتری داشتند ولی در مهار زیستی بیماری در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد بیمار بودند.

جدول ۳- اثر پنج جدایه‌ی *Trichoderma harzianum* بر بیماری بوته‌میری خیار ناشی از *Phytophthora megasperma* و *Phytophthora capsici* در گلخانه*.

Treatment	<i>P. megasperma</i>		<i>P. capsici</i>	
	Damping-off (%)	Rotted tissue (%)	Damping-off (%)	Rotted tissue (%)
Diseased check	1.57 a	1.51 a	1.57 a	1.49 a
<i>T. harzianum</i> 38	0.67 b	1.09 b	0.83 b	1.09 b
<i>T. harzianum</i> 39	0.62 b	0.10 ef	0.84 b	0.99 b
<i>T. harzianum</i> 42	0.30 c	0.74 c	0.61 c	0.77 c
<i>T. harzianum</i> 43	0.15 cd	0.57 d	0.22 d	0.47 d
<i>T. harzianum</i> 44	0.01 d	0.20 e	0.15 d	0.19 e
Healthy check	0.01 d	0.01 f	0.01 d	0.01 e

*اعدادی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند (LSD).

بحث

شبه قارچ *P. capsici* به عنوان مهمترین عامل بوته‌میری خیار و کدوییان در ایالات متحده آمریکا گزارش شده است که در بعضی مزرعه‌ها و گلخانه‌ها باعث از بین رفتن ۱۰۰٪ محصول شده است (Lamour, 2004) Hausbeck & (Kreutzer, 1937). این بیمارگر همچنین به عنوان عامل اصلی از بین رفتن بوته‌های خیار کشت‌های هیدروپونیک در نروژ و مکزیک (Herrero, 2008; Fernandez-Pavia & Rodriguez, 2006), چین (Ho et al., 1984) و بوته‌میری کدوییان در استان خوزستان (نصراله‌نژاد و همکاران، ۱۳۷۷) گزارش شده است. شبه قارچ *P. megasperma* نیز به عنوان یکی از عوامل بوته‌میری و پوسیدگی میوه خیار در ژاپن شناخته شده است (Hansen & Maxwell, 1991).

توانایی *Trichoderma harzianum* در کنترل بیولوژیک بیماری‌های ناشی از گونه‌های *Phytophthora* نیز مورد پژوهش‌های متعددی قرار گرفته است. حیدری‌فاروقی و همکاران (۱۳۸۳) تاثیر چهار گونه *Trichoderma* را بر *Phytophthora drechsleri* Tucker عامل بیماری بوته‌میری طالبی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه مورد بررسی قرار داده‌اند و نتیجه گرفته‌اند که یک جدایه تجارتي و یک جدایه خارجی *T. harzianum* می‌توانند به میزان معنی‌داری شدت این بیماری را کاهش دهند. سینگ و اسلام (Singh & Islam, 2010) نیز گزارش کرده‌اند که ریشه *T. harzianum* هنگامی که با ریشه Van Breda *Phytophthora nicotiana* عامل بوته‌میری توتون تماس پیدا می‌کند باعث تورم، انحلال و جلوگیری از رشد آن می‌شود. سازوکار *T. harzianum* در مهار بیمارگرها ناشی از همپوشانی ریشه‌ای و کلنیزه کردن ریشه‌های بیمارگر پس از تماس ریشه‌ها باهم و بازدارندگی از رشد آن‌ها با تولید آنزیم‌های کیتیناز و پروتئاز است (Ahmad and Baker, 1987). جفرسون و همکاران (۲۰۰۰) نیز با موفقیت از *T. harzianum* برای مبارزه با *Phytophthora cinnamomi* Rands عامل پوسیدگی ریشه و طوقه‌ی

آووکادو، استفاده کرده‌اند. مؤیدی و مستوفی‌زاده قلمفرسا (۲۰۱۰) نیز از *T. harzianum* برای مهار بیماری بوته‌میری چغندر قند ناشی از *Phytophthora drechsleri* Tucker و *Phytophthora cryptogea* Pethybr. and Laff. با موفقیت استفاده کرده‌اند.

نتیجه‌گیری

بوته‌میری از بیماری‌های مهم خیار در ایران است، که توسط گونه‌های *Phytophthora* پدید می‌آید. برای یافتن روش مناسب کنترل بیولوژیک بیماری، به عنوان جایگزین مبارزه شیمیایی، در این پژوهش، تاثیر ۲۰ جدایه ایرانی *T. harzianum* در شرایط آزمایشگاهی در توانایی فراانگلی و پادزیستی بر *P. capsici* و *P. megasperma* عوامل بوته‌میری خیار در گلخانه‌هایی در استان کهگیلویه و بویراحمد بررسی شد، که تمام جدایه‌های این قارچ توانایی فرا انگلی بیمارگرها را داشتند و در کشت مقابل نیز توانایی بازدارندگی از رشد پرگنه این شبه‌قارچ‌ها از ۲۶/۴ تا ۷۳/۰۳ درصد را نشان دادند. جدایه‌های برتر این قارچ نیز در آزمایش گلخانه‌ای توانایی کاهش معنی‌دار شدت بیماری، بعضی نیز بدون اختلاف معنی‌دار با شاهد سالم، را نشان دادند، بنابراین می‌توان کاربرد آن‌ها را برای مدیریت بیماری پیشنهاد کرد. توانایی جدایه‌های ایرانی *T. harzianum* در کنترل بیولوژیک بیماری بوته‌میری خیار برای نخستین بار گزارش می‌شود.

منابع

- ارشاد، ج. (۱۳۷۱). گونه‌های فیتوفترای ایران: جداسازی، خالص‌سازی و شناسایی. انتشارات سازمان تحقیقات کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، ۲۱۷ ص.
- بهداد، الف. (۱۳۸۸). فیتوپاتولوژی و بیماری‌های مهم گیاهی ایران، چاپ دوم، انتشارات سپهر، ۸۰۰ ص.
- حیدری فاروقی، ش.، اعتباریان، ح. ر. و زمانی‌زاده، ح. ر. (۱۳۸۳). ارزیابی جدایه‌های *Trichoderma* برای کنترل بیولوژیک بوته‌میری جالیز (*Phytophthora drechsleri*) در گلخانه. آفات و بیماری‌های گیاهی، ۷۲(۲): ۱۳۴-۱۱۳.
- خسروفر، ف. و ض. بنی‌هاشمی. (۱۳۸۳). نقش علف‌های هرز و نباتات زراعی در پایداری قارچ *Phytophthora drechsleri* عامل بوته‌میری کدو بیابان در استان فارس. بیماری‌های گیاهی، ۴۰(۲): ۱۵-۹.
- طباطبایی، م. (۱۳۶۵). گیاهشناسی کاربردی برای کشاورزی و منابع طبیعی - کتاب اول گیاهان زراعت‌های بزرگ. واحد فوق برنامه بخش فرهنگی واحد مرکزی جهاددانشگاهی.
- نصراله‌نژاد، س.، الف. علیزاده و بنی‌هاشمی، ض. (۱۳۷۷). شناسایی گونه‌های *Phytophthora* عامل بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه‌ی کدو بیابان در استان خوزستان، خلاصه‌ی مقالات سیزدهمین کنگره‌ی گیاه‌پزشکی ایران، دانشکده کشاورزی دانشگاه

تهران، کرج، ص ۱۷۹.

یزدی صمدی، ب.، رضایی، الف. و ولیزاده، م. (۱۳۹۲) طرح‌های آماری در پژوهش‌های کشاورزی. دانشگاه تهران، ۷۶۴ ص.

- Ahmad, J. S. and Baker, R. (1987). Rhizosphere competence of *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology*, 77:182-189.
- Baudoin, A. B. A. M., Hooper, G. R., Mathre, D. E. and Carorol, R. B.(1988). *Laboratory Exercises in Plant Pathology:An Instruction Kit*. APS Press, MN,USA.
- Davet, P. and Rouxel, F. (2000). *Detection and Isolation of Soil Fungi*. Science Publisher, Paris, France.
- Desai, S., Reddy, M. S. and Kloepper, M. S.(2002). Comprehensive testing of biological agents. In: S. S. Gnanamanickam (Ed.). *Biological Control of Crop Diseases*. (pp: 387–420), Marcel Dekker Inc., New York, USA.
- Erwin, D. C. and Ribeiro, O. K.(1996). *Phyophthora: Diseases World Wide*. APS Press. St. Paul, MN., USA.
- Fernandez-Pavia, S. P. and Rodriguez, G.(2006). First Report of *P. capsici* causing wilt on hydroponically grown cucumber in Mexico. *Plant Disease*, 90:1552.
- Gams, W. and Bisset, J.(1998). Morphology and identification of *Trichoderma*. Pp:57-74. In: Kubicek V P and Harman G E (Eds.). *Trichoderma and Gliocladium*. Vol. I. Basic Biology, Taxonomy and Genetics. Taylor and Francis Ltd., London, UK.
- Hansen, E.M. and Maxwell, D.P. (1991). Species of the *Phytophthora megasperma* complex. *Mycologia*, 83: 376-381.
- Hausbeck, M. K. and Lamour, K. H. (2004). *Phytophthora capsici* on vegetable crops: Research progress and management challenges. *Plant Disease*, 88:1292-1303
- Herrero, M.L., Brurberg, M.B. and Hermansen, A.(2008). First report of crown and root rot caused by *Phytophthora capsici* on hydrponically grown cucumbers in Norway. *Plant Disease*, 92:1138.
- Ho, H.H., Lu, J. Y. and L.Y.Gong .(1984). Mating types of heterothallic species of *Phytophthora* in China. *Acta Mycology Sinica*, 3:29-32.
- Jefferson, L., Costa, S., Menge, J. A. and Casale, W. L. (2000). Biological control of *Phytophthora* root rot of avocado with microorganisms grown in organic mulches. *Brazilian Journal of Microbiology*, 31:239-246.
- Kreutzer, W.A. (1937). A *Phytophthora* rot of cucumber fruit. *Phytopathology*, 27: 955.
- Moayedī, G. and Mostowfızadeh-Ghālamfarsa, R. (2010). Antagonistic activities of *Trichoderma* spp. on *Phytophthora* root rot of sugar beet. *Iran Agricultural Researches*, 28:21-37.
- Singh, A. and Islam, M. N. (2010). In vitro evaluation of *Trichoderma* spp. against *Phytophthora nicotianae*. *Int. J. Expt. Agric.* 1:20-25.
- Smith, V. L., Wilcox, W. F. and Harman, J. E. (1991). Potential for biological control of *Phytophthora* root and crown rots of apple by *Trichoderma* and *Gliocladium* spp. *Phytopathology* 80:880-885.
- Zitter, T.E., Hapkins, D.L. and Thomas, K. E. (1998). *Compendium of Cucurbits Diseases*. APS Press, MN,USA, 284p.