

## ارزیابی تأثیر تیمار بذر با جدایه‌های مختلف تجاری و بومی *Trichoderma harzianum* در کنترل پژمردگی فوزاریومی خربزه

افدس خطیب<sup>۱</sup>، مجتبی مرادزاده اسکندری<sup>۲\*</sup>، احمد درخشان<sup>۳</sup> و هادی محمودی<sup>۴</sup>

۱ و ۳. محقق و مربی، دانشگاه علم و فرهنگ شعبه کاشمر

۲. استادیار، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تهران، ایران

۴. مربی، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۱۵)

### چکیده

در این پژوهش کارایی سه جدایه قارچ *Trichoderma harzianum* به‌دست آمده از ترکیبات تجاری تریانوم‌پی، تریکومیکس‌اچ-وی، تریکوفانگ‌اس و دو جدایه بومی Th1 و Th2 این قارچ از نظر کنترل بیماری پژمردگی فوزاریومی خربزه به روش تیمار بذر در آزمایشگاه و گلخانه ارزیابی شد. در آزمایشگاه بذر مایه‌زنی شده با بیمارگر و ترکیبات تجاری و دو جدایه بومی، از نظر میزان جوانه‌زنی بررسی شدند. نتایج نشان داد جدایه‌های تریانوم پی و Th1 با ایجاد به‌ترتیب ۹۵ و ۹۲٪ جوانه‌زنی، مؤثرترین تیمارها بوده و نسبت به شاهد که ۲۵٪ جوانه‌زنی داشت، اختلاف معنی‌دار نشان داد. در گلخانه، بذر با تیمارهایی شامل سه ترکیب تجاری بیولوژیک، دو جدایه تکثیرشده در سیوس با سه غلظت ۰/۵، ۱/۵ و ۲/۵ در هزار، دو قارچ کش رورال تی‌اس و تیابندازول با غلظت‌های ۱/۵، ۲ و ۲/۵ در هزار ضدعفونی و در گلدان‌هایی با خاک مایه‌زنی شده به قارچ کشت شدند. شاخص‌های رشدی و شدت بیماری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج شدت بیماری نشان داد تریانوم و تریکومیکس ۲/۵٪، تریکوفانگ ۱/۵ و رورال ۲٪ به‌ترتیب با ۸۰، ۶۷/۵، ۶۷/۵ و ۶۷/۵٪ بوته‌های سالم، در مقایسه با شاهد با ۷/۵ درصد، مؤثرترین تیمارها بود. شاخص‌های رشدی، رورال ۲٪، تریانوم ۲/۵ در هزار و سوسپانسیون از جدایه‌ها با غلظت ۱۰<sup>۶</sup> اسپور در میلی‌لیتر، مایه‌زنی شد، بهترین تیمارها بودند. نتایج نشان داد جدایه‌های بومی و تجاری *T. harzianum* پتانسیل کنترل این بیماری را از طریق تیمار بذر داشته، این توانایی قابل مقایسه با قارچ‌کش‌ها بوده و در بین جدایه‌های قارچ آنتاگونیست، این قابلیت متفاوت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کنترل بیولوژیک، آنتاگونیست، قارچ‌کش، جوانه‌زنی.

## Evaluation of some commercial and native isolates of *Trichoderma harzianum* for controlling Melon *Fusarium* wilt using seed coating method

Aghdas Khatib<sup>1</sup>, Mojtaba Moradzadeh Eskandari<sup>2\*</sup>, Ahmad Derakhshan<sup>3</sup> and Hadi Mahmoudi<sup>4</sup>

1, 3. Researcher, Kashmar University of Science and Culture, Iran

2. Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

4. Instructor, Plant Protection Research Department, South Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

(Received: Oct. 4, 2016 - Accepted: Apr. 4, 2017)

### ABSTRACT

The present paper tends to assess the inhibitory impacts of the three isolates of *Trichoderma harzianum* obtained from the commercial products of Trianum-P, Trichomix-HV and TricofungS and the two native isolates of *T. harzianum*, Th1 and Th2, applied to control melon *Fusarium* wilt using seed coating method under both laboratory and greenhouse conditions. Melon seeds were infected with pathogen and treated by *T. harzianum* isolates were assessed for germination *in vitro*. Research results showed that Trianum and Th1 were the most effective treatments for germination (with 95 and 92.5%, respectively), in comparison with the control sample 25% and they indicated significant difference. In greenhouse, disinfected seed by tested treatments were planted in pots containing soil infected by pathogen. Treatments included the three mentioned commercial products and two propagated isolates in bran at three concentrations of 0.5, 1.5 and 2.5% and two fungicides of Rovral TS and Thiabendazole in concentrations of 1.5, 2 and 0.25%. plant growth parameters and disease severity were measured. Trianum, Tricofung, Trichomix and Rovral in concentrations of 2.5, 1.5, 2.5 and 2% reduced disease severity by 80% and 67.5%, 67.5%, 67.5% respectively. In control samples, the percentage of plants with no wilt symptoms was 7.5%. For growth parameters, the plants treated by Rovral 2%, Th1, Th2 and Trianum 2.5% were the most effective seed coatings. Research results indicated that commercial and native isolates of *T. harzianum* had the potential of controlling *Fusarium* wilt in melon using seed coating method as well as tested chemical fungicides. However, different isolates of *T. harzianum* had different biological effects.

**Keywords:** Antagonist, biological control, Fungicide, germination.

## تازه‌های تحقیق

انجام این تحقیق در راستای معرفی مؤثرترین ترکیبات بیولوژیک حاوی *T. harzianum* در کنترل بیماری پژمردگی فوزاریومی خربزه، معرفی جدایه‌های *T. harzianum* با بیشترین قابلیت برای کنترل عامل این بیماری و همچنین مقایسه کارایی سموم با ترکیبات بیولوژیک براساس ماده مؤثره *T. harzianum* بوده است.

## مقدمه

خربزه یکی از مهم‌ترین محصولات جالیزی ایران است. اولین کشوری که اقدام به کشت خربزه کرده، کشور فرانسه در حدود ۳۰۰ سال پیش بود. سطح کل زیر کشت خربزه در دنیا، طبق آمار فائو در سال ۲۰۰۵، ۱۸۰۸۰۱۳ هکتار بوده و ایران حدود ۶/۱ درصد این سطح کشت را به خود اختصاص داده است. میانگین عملکرد جهانی خربزه ۲۱/۶ تن و بیشترین عملکرد متعلق به کانادا با ۱۲۰ تن در هکتار بوده است (Etebarian 2005). بیماری پژمردگی فوزاریومی خربزه با عامل *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* (Fom) یکی از بیماری‌های مهم جالیز محسوب می‌گردد که اولین بار در سال ۱۹۳۰ از ایالت‌های نیویورک و مینه سوتا گزارش گردید (Ashrafizade et al. 2005). این بیماری از نظر اقتصادی در کشاورزی حائز اهمیت می‌باشد چراکه هرساله خسارات قابل توجهی را به تولیدکنندگان خربزه تحمیل می‌کند (Hanson et al. 1995).

مؤثرترین روش کنترل بیماری پژمردگی فوزاریومی خربزه، کشت ارقام مقاوم است، ولی چنین ارقامی وجود ندارند و یا در صورت وجود ممکن است کیفیت و بازاری پسندی ارقام بومی را نداشته باشند. متداول‌ترین روش برای مبارزه با بسیاری از بیماری‌ها استفاده از انواع قارچ‌کش‌های شیمیایی است. مصرف سموم شیمیایی باعث آلوده شدن محیط‌زیست، افزایش برخی از بیماری‌های انسانی و همچنین ایجاد گونه‌های بیماری‌های مقاوم به سموم شود.

یکی دیگر از راه‌های کنترل بیماری‌های گیاهی استفاده از عوامل بیولوژیک می‌باشد که می‌تواند سلامت انسان و محیط‌زیست را تضمین نماید. در این میان قارچ‌های جنس *Trichoderma* قابلیت مهارکنندگی

قابل توجهی علیه بیماری‌های ناشی از گونه‌های فوزاریوم نشان داده‌اند. مطالعات نشان داده است که بعضی گونه‌های آنتاگونیست به ویژه *T. harzianum* بیشترین کاربرد را در کنترل بیولوژیک عوامل بیماری‌زا دارند.

سابقه تحقیقات در مورد خاصیت کنترل‌کنندگی تریکودرما در ایران قدیمی نیست و مربوط می‌شود به کارهای اخیر که زکیی در سال ۱۹۹۷ روی این قارچ انجام داده، ولی در کشورهای دیگر از سال‌های قبل از ۱۹۳۰ میلادی شروع شده است (Hasan zadegan et al. 2011). طی پژوهشی، محققان جدایه *T. harzianum* T39 را علیه قارچ‌های *F. oxysporum* f.sp. *melonis* در خاک‌های طبیعی و آلوده به‌کار بردند. تیمار بذر توسط جدایه‌های آنتاگونیست تریکودرما تأثیر خوبی در کنترل قارچ بیمارگر نشان داد (Sivan and Chet 1986).

ال رفائی و همکاران (۱۹۹۵) نیز اثر کنترل‌کنندگی خوبی را با کاربرد *T. harzianum* علیه این قارچ در شرایط گلخانه و مزرعه مشاهده نمودند. با توجه به این‌که عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی خربزه علاوه بر انتقال از طریق خاک، همراه با بذر نیز منتقل می‌شود؛ بنابراین ضدعفونی بذر با ترکیبات بیولوژیک سبب می‌شود که این ترکیبات همراه با بذر وارد خاک شده و اطراف بذر را کلنیزه کند و بدین ترتیب به میزان قابل توجهی در کاهش بیماری مؤثر باشد. پژوهش در زمینه یافتن چنین ترکیباتی همه دوستداران محیط‌زیست می‌باشد.

با عنایت به اهمیت بیماری پژمردگی فوزاریومی خربزه، لزوم کاهش مصرف سموم، ضرورت توجه به امر جایگزینی سموم شیمیایی با ترکیبات بیولوژیک در راستای تولید محصولات عاری از سموم این پژوهش طراحی شد تا ضمن ارزیابی کارایی جدایه‌های مختلف تجاری و بومی قارچ *T. harzianum* در مقایسه با قارچ‌کش‌های رایج مؤثرترین جدایه‌ها و ترکیبات بیولوژیک در کنترل این بیماری شناسایی شده و از این اطلاعات برای مدیریت بیماری در عرصه تولید و همچنین تحقیقات آتی بهره گرفته شود.

## مواد و روش‌ها

۱- تهیه قارچ بیمارگر، قارچ‌های آنتاگونیست و قارچ‌کش‌های مورد استفاده در این مطالعه.

بیمارگر در چهار تکرار در نظر گرفته شد. بذور خربزه بدون مایه‌زنی با بیمارگر و آنتاگونیست به‌عنوان شاهد منفی و بذور مایه‌زنی شده با عامل بیماری و بدون تیمار با آنتاگونیست به‌عنوان شاهد مثبت در نظر گرفته شد. بذور مربوط به هر تیمار به ظروف پتری سترون حاوی کاغذ صافی استریل و مرطوب منتقل شدند. هر تیمار شامل چهار پتری دیش بود و در هر ظرف پتری ۱۰ عدد بذر قرار داده شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار و چهار تکرار در نظر گرفته شد. ظروف پتری در ژرminatور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت ۷۰ درصد با شرایط نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی گذاشته شد. پس از هفت روز تیمارها از نظر درصد جوانه‌زنی بررسی شد (Ashrafizadeh et al. 2005).

۵- بررسی تأثیر تیمارهای مورد آزمایش در بروز شدت بیماری و شاخص‌های رشدی بوته‌ها در گلخانه: بذورهای خربزه رقم خاتونی با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد به مدت دو دقیقه ضدعفونی و دو بار با آب مقطر سترون شستشو داده شد. ترکیبات تجاری با سه غلظت ۰/۵، ۱/۵ و ۲/۵ در هزار تهیه گردید و برای تیمار بذر مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). سپس از قارچ بیمارگر کشت چهار تا هفت روزه آن تهیه شد و بر روی گندم طبق روش فرومل و همکاران (۱۹۹۱) مایه‌زنی انجام گرفت. پس از آغشته شدن کل دانه‌های گندم به قارچ طی مدت سه هفته در شرایط آزمایشگاهی، مخلوط گندم‌های قارچ زده به میزان ۱۴ گرم در هر کیلو خاک با خاک بکر هر گلدان مخلوط شد. برای هر تیمار چهار گلدان و در هر گلدان ۱۰ عدد بذر مایه‌زنی شده با تیمارهای مورد آزمایش کشت شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۹ تیمار در چهار تکرار اجرا شد.

جدول ۱. غلظت‌های مختلف تیمارهای مورد استفاده در گلخانه

| Range | Treatment        | Different concentrations |
|-------|------------------|--------------------------|
| 1     | Triatum p        | 0.5,1.5,2.5(1/1000)      |
| 2     | H-V              | 0.5,1.5,2.5(1/1000)      |
| 3     | Trichomix        | 0.5,1.5,2.5(1/1000)      |
| 4     | S TricoFung      | 2,1.5,2.5(1/1000)        |
| 5     | Rovral TS        | 2,1.5,2.5(1/1000)        |
| 6     | Thiabendazol     | 10 <sup>6</sup> spor/ml  |
| 7     | Th1              | 10 <sup>6</sup> spor/ml  |
| 8     | Th2              | Health                   |
| 9     | Negative control | Fom                      |
|       | positive control |                          |

1. Different concentrations of greenhouse treatments Table

۱-۱ جدایه‌های بومی: این جدایه‌ها از کلکسیون بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شد. جدایه‌های بومی در این متن با نام‌های Th1 و Th2 ذکر می‌شوند.

۱-۲ جدایه‌های تجاری: در این پژوهش ترکیبات تجاری به نام‌های تریانوم‌پی، تریکومیکس اچ-وی و تریکوفانگ اس مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. پس از جداسازی و شناسایی اولیه جنس تریکودرما از این ترکیبات بر اساس مشخصات ماکروسکوپی و میکروسکوپی، این جدایه‌ها با انتخاب تک اسپور خالص و با استفاده از کلیدهای معتبر، تعلق آن‌ها به گونه *T. harzianum* مورد بررسی و تأیید قرار گرفت.

۱-۳ جدایه قارچ بیمارگر: قارچ *F. oxysporum* f.sp. از کلکسیون بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شد.

۱-۴ قارچ‌کش‌های مورد استفاده: ایپرودیون کاربندازیم (رورال تی‌اس) و تیابندازول (تکتو یا مرتکت) به ترتیب ساخت شرکت گیاه و گل سم گرگان.

۲-۴ بررسی تأثیر تیمار بذر با جدایه‌های مختلف *T. harzianum* و قارچ‌کش‌ها بر جوانه‌زنی بذور: ابتدا بذر خربزه رقم خاتونی پس از ضدعفونی با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد به مدت چهار دقیقه، سه بار با آب مقطر سترون شستشو داده شد. سپس بذرها به مدت نیم ساعت با سوسپانسیون قارچ بیمارگر به غلظت ۱۰<sup>۶</sup> در میلی‌لیتر مایه‌زنی شدند. در ادامه، هر تیمار بعد از مایه‌زنی با قارچ بیمارگر با سوسپانسیون جدایه‌های

*T. harzianum* در غلظت ۱۰<sup>۶</sup> اسپور در میلی‌لیتر به مدت ده دقیقه مایه‌زنی شدند. بذور در تیمارهای حاوی قارچ‌کش‌های رورال تی‌اس و تیابندازول با غلظت دو در هزار به همین صورت تیمار شدند در مورد جدایه‌های بومی سوسپانسیون اسپور آن‌ها طبق روش الاد و همکاران (۱۹۸۰) تهیه و بذور خربزه با سوسپانسیونی به غلظت ۱۰<sup>۶</sup> اسپور در هر میلی‌لیتر از این جدایه‌ها تلقیح شد.

برای هر تیمار ۴۰ عدد بذر آلوده شده با قارچ

سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری نداشتند. بذور آلوده به قارچ بیمارگر و بدون هیچ تیماری، ۲۵ درصد و بذور سالم بدون تیمار ۷۰ درصد جوانه‌زنی دیده شد. مقایسه درصد جوانه‌زنی تیمارهای شاهد مثبت و منفی با تیمارهای گروه a (مؤثرترین تیمارها) نشان می‌دهد که ضدعفونی بذور با ترکیبات حاوی تریکودرما سبب می‌شود که درصد جوانه‌زنی در بذور آلوده به قارچ Fom افزایش پیدا کند. قارچ‌کش‌های رورال تی‌اس و تیابندازول به ترتیب با ۸۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی توانستند عامل قارچ بیمارگر را مهار کنند. داده‌های حاصل از نتایج درصد جوانه‌زنی در مورد کلیه تیمارها در شکل ۱ آمده است.

**نتایج بررسی تأثیر تیمارهای مورد آزمایش در بروز شدت بیماری و شاخص‌های رشدی بوته‌ها در گلخانه**  
انطباق سیستم درجه‌بندی روهو و همکاران (۱۹۸۹) با بوته‌های خربزه در گلخانه پس از ۵۰ روز از زمان کاشت بذور نشان داد که مؤثرترین تیمار از نظر کاهش وقوع بیماری تریانوم ۲/۵ در هزار بوده است به طوری که ۸۰ درصد از بوته‌های این تیمار سالم بوده و از نظر درجه‌بندی بیماری کد صفر گرفتند. از نظر درصد بوته‌های بدون علائم تیمارهای Th1 و Th2 با این تیمار در یک گروه‌اند. کم‌اثرترین تیمار مربوط به ضدعفونی با تیابندازول با غلظت ۲/۵ در هزار بود به نحوی که در این تیمار ۴۰ درصد بوته‌ها سالم بود. در تیمار شاهد مثبت و منفی هم به ترتیب ۷/۵ و ۲۵ درصد بوته‌ها سالم بود (شکل ۲).

همچنین در شکل دو و سه وزن اندام هوایی، ریشه و ارتفاع تیمارهای به کار رفته در گلخانه بعد از استفاده از ترکیبات تجاری و بومی آمده است.

یادداشت‌برداری از وضعیت ظهور علائم بیماری و همچنین شاخص‌های رشدی بوته به‌طور مرتب و پیوسته انجام شد و در نهایت ۵۰ روز بعد از کاشت بذرها، ارزیابی‌های ذیل صورت پذیرفت.

۵-۱) ارزیابی شدت بیماری: نمره دهی شدت بیماری بر اساس سیستم درجه‌بندی ۴-۰ به شرح ذیل انجام شد (Chik-Rouhou *et al.* 1989).

(۰) : بدون علائم

(۱) : شروع زردی یا پژمردگی

(۲) : زردی و خشکیدگی شدید برگ‌ها

(۳) : پژمردگی کامل برگ‌ها بدون ازپافتادگی گیاه

(۴) : مرگ کامل گیاه

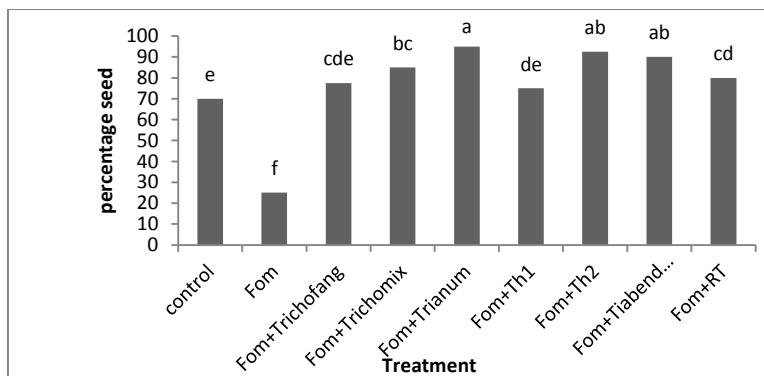
۵-۲) ارتفاع بوته: بعد از گذشت ۵۰ روز از زمان کاشت، ارتفاع بوته‌های خربزه از سطح خاک تا محل اولین انشعاب ساقه، اندازه‌گیری و ثبت شد.

۵-۳) تعیین وزن تر ریشه و اندام هوایی: با استفاده از ترازوی دیجیتالی به‌طور دقیق وزن ریشه و اندام هوایی هر تیمار اندازه‌گیری و یادداشت شد.

۵-۴) تجزیه آماری: نتایج حاصله در بخش‌های آزمایشگاه و گلخانه با نرم‌افزار SAS Version 9.4 با آزمون LSD تجزیه و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم شد.

#### نتایج بررسی تأثیر تیمار بذر با جدایه‌های مختلف *T. harzianum* بر جوانه‌زنی بذور

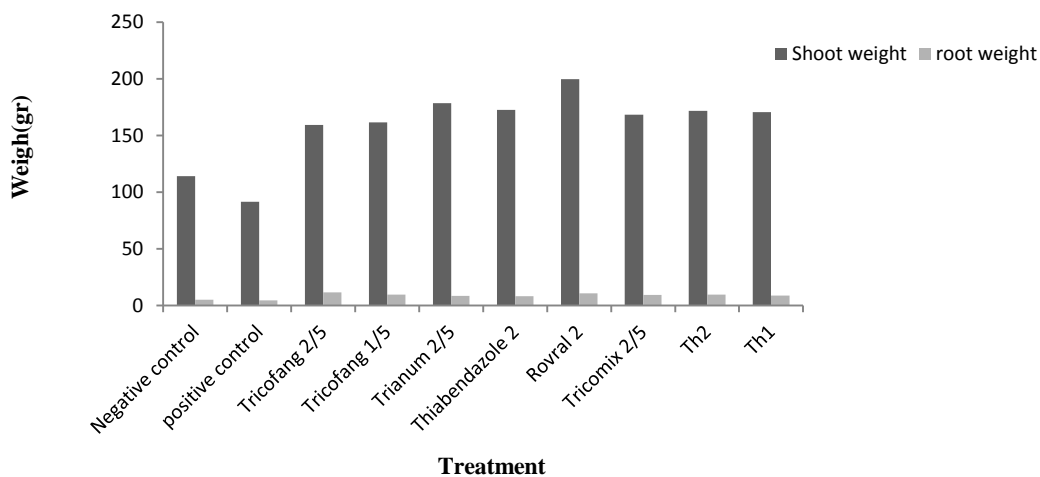
نتایج این تحقیق نشان داد بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور آلوده خربزه با ۹۵ درصد مربوط به تیمار تریانوم پی بود و تیمارهای Th2 و تریکومیکس اچ-وی به ترتیب با ۹۲/۵ و ۸۵ درصد از نظر آماری با این تیمار طبق آزمون LSD در



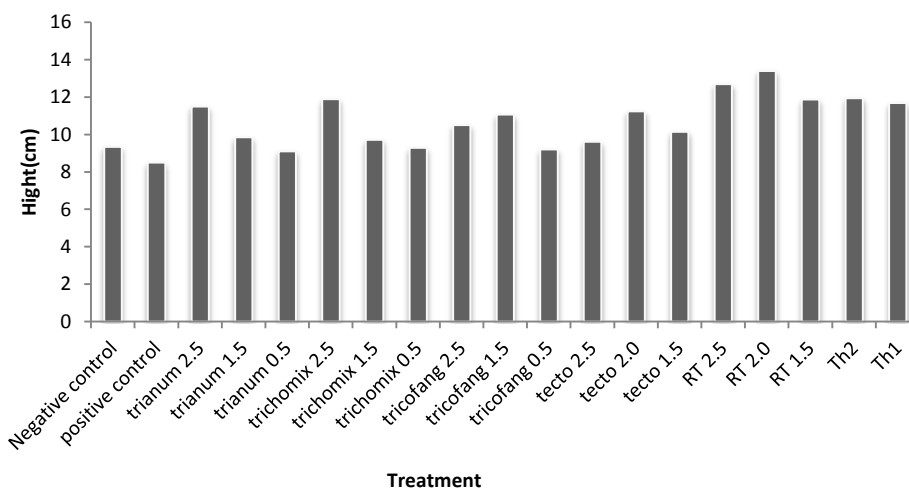
شکل ۱. تأثیر تیمار بذر با ترکیبات حاوی تریکودرما و قارچ‌کش‌ها بر درصد جوانه‌زنی در آزمایشگاه  
Figure 1. Effect of seed treatment by compounds containing *Trichoderma* and fungicides on seed germination in vitro



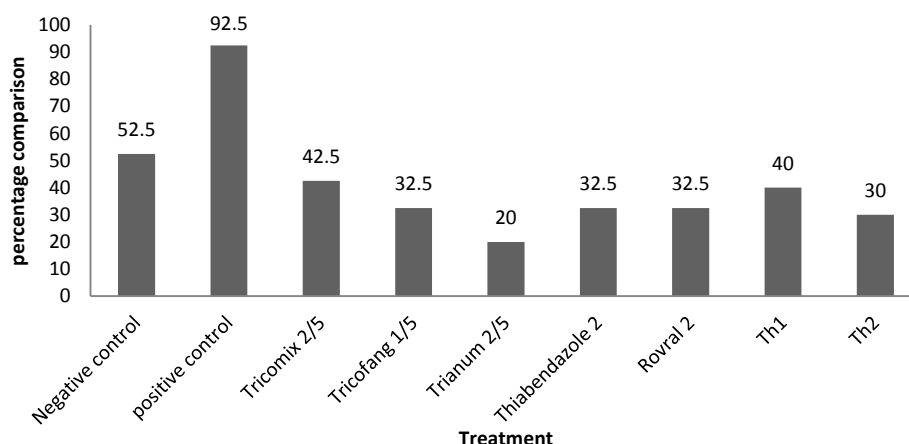
شکل ۲. شاهد منفی: تیمار بدون عامل بیماری‌گر و ترکیبات بیولوژیک (a)، شاهد مثبت: تیمار حاوی بذور تلقیح شده با عامل بیماری‌گر بدون استفاده از ترکیبات بیولوژیک (b)، تیمار حاوی بذور تلقیح شده با عامل بیماری‌گر و ترکیب بیولوژیک تریانوم پی (c)  
 Figure 2. Negative treatment: treated seed without pathogen and biological compound (a), Positive treatment: treatment inoculated seed with pathogen without biological compound (b), treatment inoculated seed with pathogen and biological compound Trianium-P (c)



شکل ۳. اثر چندین ترکیب تجاری و بومی حاوی تریکودرما بر وزن تر اندام هوایی و وزن ریشه خربزه  
 Figure 3. Effect of several *Trichoderma* commercial compound and native isolates on shoot and root weight of melon



شکل ۴. اثر ترکیبات تجاری و بومی حاوی تریکودرما و قارچ‌کش‌ها بر ارتفاع خربزه  
 Figure 4. Effect of several *Trichoderma* commercial compounds and native isolates and Fungicides on height of melon



شکل ۵. مقایسه اثر تیمارهای مختلف بر درصد کاهش شدت بیماری بر در شرایط گلخانه

Figure 5. Comparing the effect of different treatments on disease severity reduction percentage under greenhouse conditions

آمد، مشخص ساخت که تیمار بذور خربزه با ترکیبات تجاری حاوی *T. harzianum* و همچنین جدایه‌های بومی این قارچ منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی بذر می‌شود. در تحقیق دیگری قارچ *T. harzianum* در شرایط آزمایشگاهی و اثر قابل توجهی در کنترل قارچ عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی گوجه‌فرنگی را از طریق تیمار بذر نشان داد (Azarmi et al. 1993).

در بررسی‌های انجام شده در پژوهش حاضر نیز تیمار بذور خربزه با جدایه‌های *T. harzianum* نسبت به کنترل مثبت (بذور آلوده بدون تیمار) از نظر درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌دار داشتند و مانند تحقیق یادشده تأثیر مثبت تیمار بذر با این قارچ آنتاگونیست در کاهش تأثیر بیماری بر جوانه‌زنی بذر که یکی از عوارض بیماری می‌باشد، نشان داده شده است.

در آزمایش‌های گلخانه‌ای تیمار بذور با سه ترکیب تجاری تریانوم پی، تریکومیکس اچ-وی، تریکوفانگ اس، دو جدایه بومی *T. harzianum* و قارچ‌کش‌های تیابندازول و رورال تی اس نشان داد که علاوه بر بهبود شاخص‌های رشدی گیاه خربزه، شدت و وقوع بیماری پژمردگی فوزاریومی تا حد قابل توجهی کاهش یافته است. البته میزان افزایش شاخص‌های رشدی و کاهش شدت بیماری در تیمارهای مختلف، متفاوت بوده است. از بین ترکیبات بیولوژیک مختلف مورد استفاده در گلخانه، تریانوم پی ۲/۵ در هزار مؤثرترین تیمار و با ترکیب تجاری تریکومیکس ۲/۵ در هزار، جدایه‌های

## بحث

اگر چه تاکنون در ایران تحقیقات مختلفی در زمینه تأثیر گونه‌های جنس تریکودرما در کنترل بیماری‌های خاک زاد صورت گرفته است، ولی در راستای کنترل بیماری پژمردگی فوزاریومی خربزه، مطالعه و مقایسه کارایی جدایه‌های موجود در ترکیبات تجاری رایج، جدایه‌های بومی و قارچ‌کش‌های متداول، وقتی به صورت ضدعفونی بذور مورد استفاده قرار گیرند، برای اولین بار در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است.

در بخش بررسی‌های آزمایشگاهی این پژوهش مشخص شد که تیمار بذور خربزه‌ای که با قارچ عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی مایه‌زنی شده بودند، با ترکیبات تجاری حاوی قارچ *T. harzianum*، جدایه‌های بومی این قارچ و قارچ‌کش‌های تیابندازول و رورال تی اس منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی بذور شد.

با توجه به مؤثرتر بودن تیمار تریانوم پی نسبت به سایر تیمارها و همچنین تفاوت غیر معنی‌دار این تیمار با قارچ‌کش تیابندازول و تیمار جدایه بومی th2 مشخص شد که به‌طور کلی تأثیر ترکیبات بیولوژیک، جدایه بومی و قارچ‌کش رایج تیابندازول در افزایش درصد جوانه‌زنی بذور آلوده به *F. oxysporum* f.sp. *melonis* قابل مقایسه می‌باشد. در همین راستا کاوه و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی با موضوع تأثیر قارچ *T. harzianum* بر روی جوانه‌زنی بذور خربزه، نشان دادند که این قارچ تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی داشته است. تحقیق حاضر مانند نتایجی که از پژوهش کاوه و همکاران (۲۰۱۱) به‌دست

بیولوژیک بیماری مرگ گیاه چه چغندرقد ناشی از *Trichoderma harzianum* با جدایه‌هایی از *Rhizoctonia solani* در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای بررسی شده و نتایج نشان داد که پوشش بذر چغندرقد با عوامل آنتاگونیست تأثیر چشمگیری در کاهش مرگ‌ومیر گیاهچه‌ها داشته است (Shahiri et al. 2005). در تحقیقی دیگر پیرامون مبارزه بیولوژیک با بیماری‌های قارچی طوقه، ریشه و غده سیب‌زمینی به‌وسیله قارچ *T. harzianum* مشخص شد که شدت بیماری به نحو مؤثری کاهش یافته است (Soltani et al. 2005).

همان‌طور که ملاحظه می‌شود کلیه بررسی‌های انجام شده فوق‌الذکر از جهات تأثیر جدایه گونه قارچی *T. harzianum* بر افزایش درصد جوانه‌زنی بذر، ارتقاء کمی شاخص‌های رشدی گیاه، کاهش شدت بیماری‌های قارچی مختلف و کاهش درصد وقوع بیماری‌های مذکور با نتایج آزمایشات مختلفی که در این نوشته آمده است انطباق داشته و آن را تأیید می‌کند.

به‌طور کلی پژوهش حاضر نشان داد که تیمار بذر خربزه با قارچ‌کش‌های رایج، ترکیبات بیولوژیک تجاری متداول در کشور و همچنین دو جدایه بومی مورد بررسی در این آزمایشات، منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی بذور مصنوعات آلوده به قارچ *F. oxysporum* f.sp. *melonis* می‌شود. از آنجایی که عامل بیماری مذکور همراه با بذر منتقل می‌شود و یکی از خسارت‌های آن کاهش درصد جوانه‌زنی بذر می‌باشد بنابراین افزایش درصد جوانه‌زنی حکایت از کاهش یکی از عوارض بیماری در مراحل اولیه رشد گیاه دارد.

همچنین کاربرد این تیمارها در آزمایشات گلخانه‌ای منجر به کاهش شدت بیماری و درصد وقوع بیماری شد. این نکته حائز اهمیت این است که تأثیر تیمارهای مختلف از نظر کارایی در کنترل بیماری کاملاً متفاوت بود. مسئله قابل توجه در تفاوت‌های مشخص‌شده در کارایی این تیمارها نشان می‌دهد که علاوه بر این که امکان جایگزینی سموم قارچ‌کش متداول در ضدعفونی بذور خربزه با ترکیبات بیولوژیک مورد مطالعه وجود دارد، امکان استفاده از بعضی جدایه‌های بومی برای تولید ترکیبات تجاری جدید به منظور کاهش خسارت این بیماری از طریق تیمار بذر وجود دارد؛ بنابراین یافته‌های حاصل از این پژوهش علاوه بر این که کارایی ضدعفونی بذور خربزه در کنترل

بومی Th1، Th2 از نظر بهبود شاخص‌های و کاهش شدت بیماری تفاوت غیر معنی‌داری داشتند.

در رابطه با این قسمت از پژوهش انجام‌شده و به‌طور کلی تأثیر قارچ تریکودرما به ویژه زمانی که به صورت تیمار بذر مورد استفاده قرار می‌گیرد، در میزبان‌های مختلف و همچنین به منظور کاهش شدت بیماری‌های گیاهی متفاوت تحقیقات متنوع و قابل توجهی انجام‌شده است. کنترل زیستی بیماری پژمردگی فوزاریومی خربزه به روش تیمار بذر با گونه‌های تریکودرما با غلظت  $10^6$  اسپور و کمپوست مایع انجام شد و نتیجه، حاکی از کاهش  $100$  درصدی بروز بیماری، افزایش میوه و ارتقا شاخص‌های رشدی گیاه بود (Alberto et al. 2016). در تحقیقی پیرامون بررسی اثر کنترلی جدایه‌های تریکودرما علیه بیماری پژمردگی فوزاریومی گوجه‌فرنگی صورت گرفت مشخص شد که جدایه‌های بومی همانند محرکی سبب افزایش ارتفاع و وزن بوته‌ها نسبت به شاهد و دیگر جدایه‌ها شد، همان‌طوری که مشابه این نتایج را در این تحقیق داشته‌ایم (Moorthy and Balabaskar 2013). کنترل بیولوژیک بیماری ناشی از *Fusarium solani* در گندم با گونه‌های مختلف *Trichoderma* spp. در شرایط آزمایشگاه و مزرعه بیانگر این بود که در تیمارهای دارای تریکودرما ارتفاع گیاه، تعداد دانه در سنبله، وزن و عملکرد دانه‌ها افزایش قابل توجهی نسبت به شاهد داشته است. نتایج مطالعات ارزیابی چند جدایه تریکودرما در کنترل پژمردگی فوزاریومی سیب‌زمینی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه نشان داد که عملکرد تیمارهایی که در آن‌ها از جدایه تریکودرما استفاده شده بود نسبت به سایر تیمارها به نحو قابل ملاحظه‌ای بیشتر بود (Ommati et al. 2012). محققان با بررسی چند ترکیب بیولوژیک و دو جدایه بومی قارچ *T. harzianum* نشان دادند که کاربرد این قارچ در غلظت  $10^7$  اسپور باعث بهبود رشد بوته‌های گوجه‌فرنگی می‌شود (Ozbay and Newman 2010).

در تحقیقی که در زمینه کنترل بیولوژیک گونه‌های فوزاریوم بر روی گیاهان پنبه، گندم و خربزه توسط *T. harzianum* از طریق آزمایشات گلخانه‌ای (پوشش بذر و مخلوط با خاک) صورت پذیرفت، جدایه‌های این قارچ آنتاگونیست باعث کاهش شدت بیماری‌زایی بر روی هر سه میزبان شدند (Sivan and Chet 2008). امکان کنترل

### سپاسگزاری

از همکاری و مساعدت‌های بخش گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، جنوبی و دانشکده کشاورزی جهاد دانشگاهی علم و فرهنگ شعبه کاشمر، تشکر و قدردانی می‌گردد.

بیماری خاک‌زاد و بذرزاد پژمردگی فوزاریومی را نشان می‌دهد، چشم‌انداز بسیار روشنی را نیز در کاربرد غنی‌سازی بذور با ترکیبات حاوی قارچ *T. harzianum* به‌عنوان راه‌حلی مؤثر در جهت کاهش منطقی مصرف سموم و تبعاً کاهش اثرات سوء مصرف آن‌ها را نمایان می‌سازد.

### REFERENCES

- Alberto C, Gava T, Pinto JM** (2016) Biocontrol of melon wilt caused by *Fusarium oxysporum* Schlect f.sp. *melonis* using seed treatment with *Trichoderma* spp. and liquid compost. *Journal Biological Control* 97: 13-20.
- Ashrafizadeh A, Etebarian C, When Born CE** (2005) Evaluation of *Trichoderma* for biological control of melon wilts disease. *Journal of Plant Pathology* 41: 57-39.
- Azarmi R, Hajieghrari B, Giglou A** (2011) Effect of *Trichoderma* isolates on tomato seedling growth response and nutrient uptake. *Journal of Biotechnology* 10(31): 5850-5855.
- Chik-Rouhou H, Alvarez JM, González TR** (1989) Differential interaction among melon cultivars and race 1.2 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 72: 11-21.
- Etebarian H** (2005) *Vegetables diseases and ways to combat them*. University of Tehran Press. 600 pages.
- Elad V, Katan J, Chat I** (1980) Physical biological and chemical control integrated for soilborne disease in potatoes. *Phytopathology* 70: 418-422.
- Elad Y, Zvieli Y, Chet I** (1986) Biological control of *Macrophomina phaseolina* by *Trichoderma harzianum*. *Crop Protection* 5: 288-292.
- Frommel M I, Pazos GS, Nowak J** (1991) Plant-growth stimulation and biocontrol of *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*) by co-inoculation of tomato seeds with *Serratia plymuthica* and *Pseudomonas* sp. *Fitopathology* 26: 66-73.
- Hasson A** (1993) the role of fungi in fungus–nematode interactions. In: *Nematode Interactions* (Ed.M. Wajid Khan), Chapman and Publication 3: 273-288.
- Hassanzadegan F, Mohammadi S, Hosseini F, Taghizadeh M, Forughi D** (2011) Microscopic examination of the effect of *Trichoderma* isolates against the fungus *Fusarium solani*. Second national conference on Science and seed technology. Islamic Azad University of Mashhad.
- Kaveh H, Vatandoost Jartoodeh S, Aruee H, Mazhabi M** (2011) Would *Trichoderma* effect seed germination and seedling quality of two Muskmelon cultivars, Khatooni and Qasri and Increase Their transplanting Success. *Journal of Biological Control* 5(15): 169-175.
- Moorthy S, Balabaskar P** (2013) Biocontrol efficacy of *Trichoderma* spp. against wilt of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. *Journal of Applied Biology and Biotechnology* 1(30): 360-400.
- Ommati F, Zaker M** (2012) Evaluation of some *Trichoderma* isolates for biological control of potato wilt disease (*Fusarium oxysporum*) under laboratory and greenhouse conditions. *Journal of Crop Protection* 1(4): 279-286.
- Ozbay N, Newman SE, Brown WM** (2004) Evaluation of *Trichoderma harzianum* strains to control crown and root rot of greenhouse fresh market Tomatoes. *Acta Horticulture* 635: 79-85.
- Sivan A, Chet I** (2008) Biological control of *Fusarium* spp. in Cotton, Wheat and Muskmelon by *Trichoderma harzianum*. *Journal of PhytoPathology* 116(1): 39-47.
- Soltani H, Zafari D, Rohani H** (2005) A study on biological control of crown, root and tuber fungal diseases of potato by *Trichoderma harzianum* under in-vivo and field condition in Hamadan. *Agricultural Research Water, Soil and Plant in Agriculture* 5(3): 13-25.
- Shahiri Tabarestany M, Falahaty Rastegar M, Jafarpoor B, Rouhani H** (2005) Study on the possibility of biological control of sugar beet damping-off disease using *Trichoderma harzianum* Rafai antagonist, *Journal of Sugar Beet* (1) 57-75.