تأثیر برخی جدایه‌های قارچ *Trichoderma* spp. بر افزایش رشد گیاهچه‌های خیار در شرایط گلخانه

میثم تقی نسب درزی[۱*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۴/۱۳)

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر برخی جدایه‌های *Trichoderma* spp. به عنوان افزایش دهنده رشد گیاهچه‌های خیار (*Cucumis sativus* L.) در شرایط گلخانه اجرا گردید. اینوکولوم‌های ۱۹ جدایه قارچ تریکودرما با استفاده از بذر گندم سترون تهیه گردید. نیمه بالایی خاک گلدان‌ها (حاوی خاک مزرعه و ماسه) به نسبت ۳٪ وزنی با این اینوکولوم‌ها مخلوط گردید و گلدان‌ها به مدت ۲۸ روز با آب شهری آبیاری شدند. سپس همه گیاهچه‌ها پس از چهار هفته جهت مقایسه طول ساقه، طول ریشه و وزن تر کل مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که برخی جدایه‌ها تأثیر معنی‌داری در افزایش رشد گیاهچه‌ها داشتند و برخی اثر بازدارنده داشتند. جدایه‌های *Trichoderma* spp. 17 و *T. longibraciatum* بیشترین تأثیر را در افزایش طول ساقه، هر یک به میزان ۷۴٪ نسبت به شاهد داشتند. هم‌چنین، همین دو جدایه به ترتیب با ۴۰٪ و ۲۵٪ افزایش وزن تر کل، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ با شاهد داشتند. از سوی دیگر، جدایه *Trichoderma* spp. ۱۹ اختلاف معنی‌داری را در کاهش طول ساقه، طول ریشه و وزن تر کل نسبت به شاهد نشان داد. این نتایج نشان دهنده توانایی جدایه‌های ایرانی تریکودرما در افزایش رشد گیاه خیار و پتانسیل آن برای سایر گیاهان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: قارچ‌های افزایش دهنده رشد گیاه، اینوکلوم، تریکودرما

مقدمه

تریکودرما قارچی است که در بسیاری از خاک‌هایی کـه گیـاه در آن کشت می‌شود وجود دارد. تریکودرما به عنوان افزایش دهنـده رشد در دامنه وسـیعی از گیاهـان زراعـی و زینتـی ماننـد توتـون (*Nicotiana* sp.)، گوجـه‌فرنگـی (*Lycopersicum esculentum*)، فلفـــل (*Piper nigrum*)، بادمجـــان (*Solanum melanena*)، میخک (*Dianthus caryophyllus*) و داوودی (*Denderanthema grandiflora*) مؤثر بوده است (۸).

میزان افزایش رشد گیاهان تحت تأثیر قـارچ تریکودرمـا در میزبان‌های مختلف متفاوت بوده است. به عنوان مثال، زمانی که تریکودرما (به صورت سوسپانسیون کنیدی) به عنـوان افـزایش دهنده رشد به خاک اضافه گردید موجب افـزایش وزن خـشک گیاه در گوجه‌فرنگی و فلفل شد. اما در لوبیا و تربچه تأثیری بـر افـزایش رشـد ایـن گیاهـان نداشـت (۸). اسـتفاده از گونـه *Trichoderma harzianum* به‌طور مؤثری میزان محصول نهـایی را در خیار افزایش داده است (۲). هم‌چنین شکل مایه تلقیح نیـز

۱. گروه گیاهپزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: taghinasab@gau.ac.ir

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-12-19]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.3.8.0]

می‌تواند بر تحریک رشد گیاه تأثیر بگذارد. به عنوان مثال، بیکر و همکاران (۵) توانستند با به‌کارگیری *Trichoderma* spp. در کمپوست پیت- سبوس نسبت به سوسپانسیون کنیدی آن وزن خشک بیشتری در ساقه تربچه به‌دست بیاورند. هم‌چنین توانایی افزایش دهندگی رشد تریکودرما به نوع جدایه و هم‌چنین اینوکولوم به کار گرفته شده بستگی دارد (۱۴). اخیراً موتانت‌هایی از تریکودرما تولید شده‌اند که قادرند پس از مایه‌زنی به بذر ریزوسفر گیاه را کلونیزه کنند. این موتانت‌ها می‌توانند ریشه‌های در حال رشد و تکامل یافته گیاه را از حمله میکروبی حمایت کنند و هم‌چنین مواد تحریک‌کننده رشد تولید نمایند (۵). افزایش رشد ایجاد شده توسط *T. harzianum* در گیاه به دلیل افزایش سطح ریشه و در نتیجه افزایش توانایی جستجوی مواد غذایی توسط آن و در نهایت دسترسی به مواد غذایی بیشتر، به‌خصوص در خاک‌های فقیر، بوده است (۲۵). مطالعات در شرایط آزمایشگاهی نشان داده که عناصر ریزمغذی و فسفات غیر محلول در حضور *T. harzianum* به‌صورت قابل دسترس و محلول در اختیار ریشه گسترش یافته قرار می‌گیرند (۳). از سوی دیگر استفاده از قارچ‌های دیگر مانند قارچ‌های میکوریز آربوسکولار تأثیری بر افزایش رشد گیاهانی مانند گوجه‌فرنگی نداشته‌اند (۱)، که این موضوع توجه به قارچ تریکودرما را دوچندان می‌کند. کلوپر و اسکروچ (۱۲) و کلوپر و همکاران (۱۳) برای اولین بار اصطلاح PGPR (Plant growth promoting rhizobacteria) را برای باکتری‌های افزایش دهنده رشد گیاهان به کار بردند که پس از مدت کوتاهی مورد استقبال و استفاده جهانی قرار گرفت. از مزیت‌های به‌کارگیری این اصطلاحات نخست، دست‌یابی آسان به اطلاعات موجود در این زمینه در پایگاه‌های اطلاعاتی، جهت‌دهی دقیق به تحقیقات پایه‌ای و کاربردی و انسجام و درک بهتر در همکاری‌های مشترک میان محققین می‌باشد. از آنجایی‌که گونه‌های تریکودرما اغلب به عنوان عوامل آنتاگونیست شناخته می‌شوند شاید تاکنون در منابع تأکید چندانی بر استفاده از جدایه‌های تریکودرما به عنوان افزایش دهنده رشد گیاهان صورت نگرفته است. در این تحقیق، سعی شده است تا توانایی یا عدم توانایی ۱۹ جدایه از تریکودرما بر افزایش رشد گیاهچه خیار در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به گسترش کشت گلخانه‌ای خیار در کشور، این موضوع حائز اهمیت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جدایه‌های مختلفی از قارچ تریکودرما از دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان دریافت گردید. این جدایه‌ها از خاک مزرعه گندم و از کاه گندم جداسازی شده بودند. همه جدایه‌ها در محیط سیب‌زمینی دکستروز آگار در دمای ۲۰ درجه سلسیوس نگه‌داری شدند.

تهیه اینوکولوم قارچی

برای آماده سازی اینوکولوم، ارلن‌های ۵۰۰ میلی‌لیتری حاوی گندم استریل شده مرطوب با انتقال یک ششم از پتری کاملاً کلونیزه شده تریکودرما روی محیط سیب زمینی دکستروز آگار تلقیح شدند. آنگاه ارلن‌ها به مدت شش روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس روی شیکر قرار داده شدند. از گندم‌های تلقیح شده به عنوان مایه تلقیح قارچی استفاده گردید.

آزمایش‌های گلخانه‌ای

تعداد ۲۱ تیمار جهت بررسی توانایی جدایه‌های تریکودرما در افزایش رشد خیار به مدت ۲۸ روز مورد بررسی قرار گرفتند. نوع تیمارها صرفاً بر اساس به کارگیری جدایه‌های مختلف قارچ تریکودرما با هم تفاوت داشتند. در برخی تیمارها از گونه‌های شناخته شده‌ای استفاده گردید که شامل تیمار دوم *T. longinbrachiatum* Rifai، تیمار چهارم *T. harzianum* Rifai، تیمار پنجم *T. parceramosum* Bissett، تیمار هشتم *T. pseudokoningii* Rifai، تیمار هجدهم *T. koningi* Oudem، تیمار بیستم *T. virens* Miller و سایر تیمارها به عنوان *Trichoderma* sp. به‌کار گرفته شدند. تیمار چهاردهم که در آن

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-12-19]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.3.8.0]

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده بر اساس میانگین مربعات در تیمارهای مختلف قارچی

	درجه آزادی	طول ریشه	طول ساقه	وزن کل
تیمار	۱۹	۲۸*	۸۱*	۰/۰۴۱*
خطا	۴۰	۲/۹	۴/۲	۰/۰۱۳
کل	۵۹			

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

هیچ‌گونه اینوکولوم قارچی به‌کار نرفت به عنوان شاهد تلقی گردید.

برای انجام آزمایش‌های گلخانه‌ای از روش لینک و همکاران (۱۴) استفاده گردید. برای تأمین نور اضافی در زمستان از لامپ فلورسنت برای تأمین ۱۶ ساعت روشنایی استفاده شد. گلدان‌ها با نسبت مساوی از خاک مزرعه و ماسه انباشته گردیدند. برای تعیین پ- هاش خاک، با اضافه نمودن ۳ گرم از خاک گلدان به ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر و پس از همگن سازی، از دستگاه پ- هاش‌متر استفاده شد و پ- هاش آن بین ۵/۵ تا ۶/۵ تعیین گردید. برای آبیاری گلدان‌ها از آب شهری استفاده گردید.

جدایه‌های تریکودرما با نسبت وزنی ۳٪ به خاک نیمه بالایی گلدان‌ها (با قطر ۹ سانتی‌متر) اضافه گردید و نیمه دیگر با خاک بدون اینوکولوم قارچی پر گردید. برای خاک گلدان‌ها از ترکیب مساوی از خاک مزرعه و ماسه در گلدان استفاده گردید. بین ۵ تا ۶ بذر خیار (*Cucumis sativus*) روی سطح بالایی گلدان قرار داده شد و با لایه نازکی (کمتر از ۲ میلی‌متر) از خاک‌برگ پوشانیده شد. بذرها قبل از کاشت به مدت دو روز در پارچه مرطوب استریل نگه‌داری شدند. دمای گلخانه ۱۵±۲ درجه برای ۸ ساعت شب و ۱۸±۲ درجه سلسیوس برای ۱۶ ساعت روز تنظیم گردید. در پایان آزمایش، طول ریشه، طول ساقه و وزن تر کل بعد از ۴ هفته اندازه‌گیری شدند.

بررسی کلونیزاسیون ریشه توسط قارچ

برای این منظور، لام میکروسکوپی از ریشه هر یک از گیاهان در تیمارهای مختلف تهیه شد و لام‌ها برای مشاهده ریسه‌ها و کنیدی‌ها مورد بررسی قرار گرفتند.

طرح و آنالیزهای آماری

تیمارها، شامل ۱۹ جدایه گوناگون از قارچ تریکودرما، با شاهد مقایسه گردیدند. داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی و در سطح معنی‌داری ۵٪ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. پس از یافتن اثر معنی‌دار، با آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و با استفاده از آزمون تعقیبی، منبع این اختلافات معنی‌دار بررسی شد.

نتایج و بحث

بررسی نتایج نشان داد که طول ریشه، طول ساقه و وزن تر کل تحت تأثیر نوع جدایه تریکودرمای به‌کارگرفته شده قرار گرفتند (جدول ۱). اثر قارچ تریکودرما بر همه خصوصیات مورد بررسی روی گیاهچه خیار معنی‌دار شد.

در بررسی مقایسه میانگین‌ها، از نظر شاخص طول ریشه، ۳۶٪ جدایه‌ها راندمانی بیشتر از شاهد داشتند، ۵٪ بی‌تأثیر بودند و ۵۲٪ موجب کاهش طول ریشه نسبت به شاهد گردیدند. از لحاظ طول ساقه، ۵۷٪ جدایه‌ها موجب افزایش طول ساقه نسبت به شاهد شدند و ۴۲٪ طول ساقه را کاهش دادند. از نظر وزن کل، ۳۶٪ جدایه‌ها وزنی بیشتر از شاهد، ۲۱٪ بی‌تأثیر و ۴۲٪ وزن را کاهش دادند. با ملاحظه میانگین سه شاخص از نظر افزایش طول ریشه، جدایه‌های *Trichoderma* sp. 25 با ۳۰٪ افزایش رشد و *Trichoderma* sp. 56 و *T. koningi pseudo* با ۱۹٪ افزایش، بیشترین میزان تأثیر را در میان تمام جدایه‌ها نسبت به شاهد در افزایش طول

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-12-19]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.3.8.0]

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در تیمارهای مختلف قارچ *Trichoderma* spp.

جدایه‌ها	طول ریشه (سانتی‌متر)	طول ساقه (سانتی‌متر)	وزن کل (گرم)
Trichoderma sp. 1	۶/۶۷ef	۱۰de	۰/۴۰a-d
T. longibraciatum	۱۱cd	۲۲/۶۷a	۰/۵۰ab
Trichoderma sp. 7	۶/۶۷ ef	۷ef	۰/۲۳cde
T. harzianum	۱۲/۶۷a-d	۱۹/۳۳ab	۰/۵۰ab
T. parceramosum	۱۲/۶۷a-d	۵f	۰/۴۰a-d
Trichoderma sp. 17	۱۱cd	۲۲/۶۷a	۰/۵۶a
Trichoderma sp. 3	۹/۶۷de	۱۶bc	۰/۴۳abc
T. pseudokoningii	۱۴/۳۳ab	۱۵/۶۷bc	۰/۳۶a-d
Trichoderma sp. 10	۱۱cd	۱۲/۶۷cd	۰/۲۰de
Trichoderma sp. 19	۵/۶۷f	۷/۳۳ef	۰/۱۳e
Trichoderma sp. 20	۱۳/۳۳abc	۷/۳۳ef	۰/۱۳e
Trichoderma sp. 22	۱۲bcd	۱۵/۶۷bc	۰/۳۳b-e
Trichoderma sp. 57	۱۵ab	۱۶bc	۰/۴۳abc
Control	۱۲bcd	۱۳cd	۰/۴۰a-d
Trichoderma sp. 56	۱۴/۳۳ab	۱۵/۶۷bc	۰/۴۰a-d
Trichoderma sp. 25	۱۵/۶۷a	۱۷/۶۷b	۰/۴۳abc
Trichoderma sp. 16	۱۲bcd	۱۸b	۰/۴۶ab
T. koningi	۷/۶۷ef	۸/۶۷ ef	۰/۳۳b-e
Trichoderma sp. 12	۷ef	۱۰de	۰/۳۳b-e
T.virens	۶/۶۷ef	۱۰de	۰/۴۰a-d

در هر تیمار، اعداد میانگین سه تکرار می‌باشند. اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

ریشه نشان دادند (جدول ۲). در مشاهده میکروسکوپی ریشه‌ها، نفوذ و همپوشانی انتهای ریشه در این جدایه‌ها به وضوح مشاهده گردید. یدیا و همکاران (۲۵) نیز با به‌کارگیری جدایه T-203 از *Trichoderma harzianum* ۷۵٪ افزایش طول ریشه نسبت به شاهد را مشاهده نمودند. هم‌چنین جدایه‌های *Trichoderma* sp. 17 و *T. longibrachiatum* با ۷۴٪ افزایش بیشترین تأثیر معنی‌دار را بر رشد ساقه نسبت به شاهد در میان همه جدایه‌ها نشان دادند. جدایه‌های *T. harzianum* با ۴۸٪، جدایه *Trichoderma* sp. 16 با ۳۸٪ و جدایه *Trichoderma* sp. 25 با ۳۵٪ افزایش رشد، تفاوت معنی‌داری با شاهد از نظر طول ساقه داشتند. اشرفی‌زاده و همکاران (۴) نیز افزایش معنی‌داری در ارتفاع بوته خربزه نسبت به شاهد پس از ۱۰ روز با افزودن جدایه *T. virens* DAR به خاک مشاهده نمودند. از نظر وزن تر کل گیاهچه‌ها نیز *Trichoderma* sp. 17 با ۴۰٪، *T. logibraciatum* و *T. harzianum* با ۲۵٪، *Trichoderma* sp. 16 با ۱۵٪، *Trichoderma* sp. 3، *Trichoderma* sp. 57 و *Trichoderma* sp. 25 با ۷٪ افزایش، وزن کل گیاه را نسبت به شاهد بهبود بخشیدند. در بررسی اثر شش جدایه *Trichoderma* sp. بر رشد کاهو توسط کوسلی و همکاران (۲۰) نشان داده شد که جدایه‌های WT و T35 وزن تر ساقه را در نسبت وزنی- وزنی ۱٪ (مایه تلقیح به خاک) افزایش دادند. اما هیچیک در نسبت وزنی- وزنی ۰/۱٪ تأثیری نداشتند. بجز این دو جدایه، سایر جدایه‌ها اثر بازدارنده داشتند. با به‌کارگیری جدایه PC01 از

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-12-19]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.3.8.0]

T. harzianum روی تربچه چینی گزارش گردید که وزن تر و خشک نهایی به ترتیب ۷۷٪ و ۵۶٪ نسبت به شاهد افزایش یافته است (۱۶). هم‌چنین وزن تر و طول ساقه خیار با به کارگیری *T. viride* افزایش یافته است (۱۷). افزودن جدایه‌های *T. longipile* و *T. tomentosom* به خاک گلدان‌های حاوی گیاهچه‌های کاهو، وزن خشک ریشه و ساقه در تیمارهای گوناگون را از ۹۱ تا ۱۵۸٪ افزایش داده است (۲۱).

در مجموع، جدایه‌های *Trichoderma* sp. 17 و *T. longibrachiatum* بیشترین افزایش رشد را نسبت به شاهد در تمام شاخص‌ها نشان دادند. در نتایج به‌دست آمده توسط یدیا و همکاران (۲۵) نیز جدایه *T. harzianum* T-203 از نظر وزن خشک (۸۰٪)، طول ساقه (۴۵٪) و گسترش برگی (۸۰٪) شاخص‌ها را نسبت به شاهد افزایش داد. استفاده از گونه‌های *T. harzianum* و *T. viride* به همراه کود دامی و کمپوست زباله درصد ظهور اولیه گیاهچه سویا نسبت به شاهد را افزایش داده است (۲۴).

برخی فاکتورها در میزان تأثیر تریکودرما در افزایش رشد گیاهان نقش دارند که شامل نوع گیاه، نوع جدایه تریکودرما، نوع تهیه و به‌کارگیری اینوکولوم، میزان غلظت اینوکولوم، نوع خاک به‌کار گرفته شده و شرایط محیطی می‌شوند (۱۱، ۱۵، ۱۸ و ۱۹).

هم‌چنین بال و آلتیناس (۶) اعلام نمودند که ارتباط مستقیمی میان ترشحات ریشه گیاه و میزان رشد گونه‌های تریکودرما در اطراف آن وجود دارد. به‌طوری که برخی گیاهان تأثیر بازدارنده بر رشد گونه‌های تریکودرما دارند. این دو محقق با افزودن سه نسبت مختلف از اینوکولوم *T. harzianum* به خاک خیار مشاهده کردند که کمترین غلظت یعنی چهار گرم در متر مربع بیشترین تأثیر معنی‌دار را در افزایش محصول نهایی داشته است.

فرایند یا فرایندهای افزایش دهندگی رشدی در قارچ تریکودرما هنوز دقیقاً مشخص نشده‌اند؛ اما فرضیات مختلفی بیان شده است. ویندهام و همکاران (۲۳) بیان نمودند که *Trichoderma* spp. فاکتورهای تنظیم‌کنندگی رشدی را تولید می‌کند که سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک ساقه‌ها و ریشه‌ها را افزایش می‌دهد. بیکر (۵) متذکر می‌گردد که عوامل مؤثر در رشد توسط جدایه‌های تریکودرما در گیاه القا می‌گردند. ظاهراً این فرایند با دو مکانیسم کنترل پاتوژن‌های ضعیف و فرعی و نیز با تولید عوامل تنظیم‌کننده رشدی انجام می‌گردد. هم‌چنین نفوذ و همپوشانی قسمت‌های انتهایی ریشه گیاه توسط *T. harzianum* نیز مشاهده شده است (۱۱). دیگر مکانیسم احتمالی مطرح شده می‌تواند تأثیر *T. harzianum* در افزایش کارآیی انتقال مواد غذایی از خاک به ریشه‌ها از طریق مسیرهایی مشابه با عملکرد قارچ‌های میکوریزا باشد. کوسلی و همکاران (۱۹) به تأثیر *T. harzianum* در حذف یا کاهش عوامل سمی موجود در خاک که تأثیر بازدارندگی رشدی دارند در افزایش رشد گیاه اشاره نمودند. ویپس (۲۲) محلول‌سازی عناصر غیرمحلول مورد نیاز گیاه و انتقال عناصر کمیاب به گیاه را از مکانیسم‌های مؤثر جدایه‌های تریکودرما در افزایش رشد گیاه می‌داند.

تعداد اندکی از قارچ‌های آنتاگونیست وجود دارند که توانایی تولید متابولیت‌های افزایش دهنده رشد گیاهان را نیز دارا باشند (۹). از مجموع مکانیسم‌هایی که در افزایش رشد گیاهان مؤثرند، گونه‌های مختلف تریکودرما علاوه بر توانایی تولید اکسین، توانایی تولید اسیدهای آلی مانند اسید گلوکونیک، سیتریک و فوماریک را نیز دارند که این توانایی تولید اسیدهای آلی با کاهش پ- هاش خاک، فسفات و برخی عناصر مانند آهن، منیزیم و منگنز را به صورت محلول در می‌آورد تا به آسانی در اختیار گیاه قرار گیرند (۷ و ۱۰). مطالعه انجام شده، از اولین مطالعاتی است که در ایران، در زمینه بررسی توانایی جدایه‌های ایرانی تریکودرما در افزایش رشد گیاهان انجام شده است که هدف آن گشایش مسیری جدید برای محققین ایرانی در یافتن و به‌کارگیری جدایه‌های بومی تریکودرما و نیز مطالعه دقیق مکانیسم‌های آن می‌باشد. هم‌چنین با توجه به نقش مؤثر این دسته از قارچ‌ها در افزایش رشد گیاهان، برای اولین بار در

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-12-19]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.3.8.0]

این مقاله، اصطلاح PGPF (Plant growth promoting fungi) برای قارچ‌های افزایش دهنده رشد گیاهان، پیشنهاد می‌گردد. امید است با به‌کارگیری این اصطلاح دست‌یابی به اطلاعات موجود در مورد قارچ‌های بومی افزایش دهنده رشد گیاهان در پایگاه‌های اطلاعاتی آسان‌تر گردد.

سپاسگزاری

از آ قای دکتر حمید روحانی برای اهدای جدایه‌های قارچی و آقای مهندس ابراهیم کریمی به‌خاطر همکاری صمیمانه در انجام پروژه قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. شیرمحمدی، ا.، ن. علی اصغر زاد، ش. اوستان، ن. نجفی و ب. شیرمحمدی. ۱۳۸۹. تأثیر کمبود برخی فلزات و اینوکلوم‌های دو گونه قارچ میکوریز آربوسکولار بر ترشح ترکیبات کی‌لیت کننده از ریشه گیاه گوجه‌فرنگی. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۱(۳): ۶۳-۷۰.

2. Altinas, S. and U. Bal. 2005. Application of *Trichoderma harzianum* increases yield in cucumber (*Cucumis sativus*) grown in an unheated glasshouse. J. Appl. Hort. 7: 25-28.
3. Altomare, C., W. A. Norvell, W. A. Bjorkman and G. E. Tharman. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* fifai 1295-22. Appl. Environ. Microbiol. 65: 2926-2933.
4. Ashrafizadeh, A., H. R. Etebarian and H. R. Zamanizadeh. 2005. Evaluation of Trichoderma isolates for biocontrol of Fusarium wilt of melon. Iran. J. Plant Path. 41: 39-57.
5. Baker, R. 1988. *Trichoderma* spp. as plant growth stimulants. Critical Rev. Biotechnol. 7: 97-106.
6. Bal, U. and S. Altinas. 2008. Effect of *Trichoderma harzianum* on lettuce in protected cultivation. J. Central Europ. Agric. 9: 63-70.
7. Benitez, T., A. M. Rincon, M. C. Limon and A. C. Codon. 2004. Biocontrol mechanisms of Trichoderma strains. Intl. Microbiol. 7(4): 249-260.
8. Chang, Y. C., Y. C. Chang, R. Baker, O. Kleifeld and I. Chet. 1986. Increased growth of plants in the presence of the biological control agent T. *harzianum*. Plant Dis. 70: 145-148.
9. Cutler, H. G., R. H. Cox, F. G. Crumley and P. D. Cole. 1986. 6-Pentyl-*α*-pyrone from *Trichoderma harzianum*: Its plant growth inhibitory and antimicrobial properties. Agric. Biol. Chem. 50: 2943-2945.
10. Harman, G. E., C. R. Howell, A. Viterbo, I. Chet and M. Lorito. 2004. Trichoderma species- opportunistic, avirulent plant symbionts. Nat. Rev. Microbiol. 2(1): 43-56.
11. Kleifeld, O. and I. Chet. 1992. *Trichoderma harzianum* interaction with plants and effects on growth response. Plant Soil 144: 267-272.
12. Kloepper, J. W. and M. N. Schroth. 1978. Plant growth promoting rhizobacteria on radishes. Proc. of the 4th Intl. Conf. on Plant Pathogenic Bacteria, Station de Pathologie Vegetal et Phytobacteriologie, 2: 879-882, Angers, France.
13. Kloepper, J. W., J. Leong, M. Teintze and M. N. Schroth. 1980. Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth-promoting rhizobacteria. Nature 286: 885-886.
14. Lynch, J. M., K. L. Wilson, M. A. Qusley and J. M. Whipps. 1991. Response of lettuce to *Trichoderma* treatment. Lett. Appl. Microbiol. 12: 59-61.
15. Paulitz, T. M. and T. Windham. 1986. Effect of peat: vermiculite mixes containing *Trichoderma harzianum* on increased growth response of radish. J. Am. Soc. Hort. Sci. 111: 810-814.
16. Phuwiwat, W. and K. Soytong. 1999. Growth and yield response of Chinese radish to application of *Trichoderma harzianum*. Thammasat Intl. J. Sci. Technol. 4(1): 68-71.
17. Polma, P., K. Jakson, A. Merivee and A. Albert. 2000. *Trichoderma viride* promotes growth of cucumber plants. Proc. intl. Conf. on Develop. of Environ. Friendly protec. in the Baltic Region, Trans. of Estonian Agric. Univ., 209: 162-164, Tartu, Estonia.
18. Qusley, M. J., J. M. Lynch and J. M. Whipps. 1994a. Potential of *Trichoderma* spp. as consistent plant growth stimulators. Biol. Fertil. Soils 17: 85-90.
19. Qusley, M. A., J. M. Lynch and J. M. Whipps. 1994b. The effects of addition of *Trichoderma* inocula on flowering and shoot growth of bedding plants. Sci. Hort. 59: 147-155.
20. Qusley, M. A., J. Lynch and J. M. Whipps. 1993. Effect of *Trichoderma* on plant growth: A balance between

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-12-19]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.3.8.0]

inhibition and growth promotion. Microbiol. Ecol. 26: 277-285.
21. Rabeenderan, N., D. J. Moot, E. E. Jones and A. Stewart. 2000. Inconsistent growth promotion of cabbage and lettuce from *Trichoderma* isolates. New Zealand Plant Protec. J. 53: 143-146.
22. Whipps, J. M. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. J. Exp. Bot. 52: 487-511.
23. Windham, M. T., Y. Elad and R. Baker. 1986. A mechanism for increased plant growth induced by *Trichoderma* spp. Phytopath. 144(3): 267-272.
24. Yazdani, M., H. Pirdashti, M. A. Tajik and M. A. Bahmanyar. 2008. Effect of *Trichoderma* spp. and different organic manures on growth and development in soybean [*Glycine max* (L.) Merril.]. EJCP 1(3): 65-82.
25. Yeidia, I., A. Srivastva, Y. Kapulink and I. Chet. 2001. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentration and increased growth of cucumber plants. Plant Soil 235: 235-242.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-12-19]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.3.8.0]