مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۶، شماره ۶، سال ۱۳۸۴ (۱۳۱۶-۱۳۰۵)

اثر شرایط خاک روی تغییرات جمعیت وبقاء قارچ آنتاگونیست *Trichoderma harzianum*

حمید روحانی
دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
تاریخ پذیرش مقاله ۸۳/۹/٤

خلاصه

اضافه کردن قارچ تریکودرما به خاک به منظور افزایش جمعیت آن از روشهای رایج برای مبارزه بیولوژیکی با عوامل بیمارگر خاکزی است. حفظ جمعیت و بقاء هر چه بیشتر این قارچ در خاک از عوامل مهم موفقیت در این زمینه بشمار میرود، این خصوصیت تحت تاثیر شرایط خاک تغییر میکند به این جهت اثر پنج فاکتور شامل: رطوبت های۳۰ ، ٤۰، ۵۰ ،٦۰ و۷۰ درصد؛ دماهای۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و۳۰ درجه سانتیگراد؛ پ - هاش ۳/۸، ٤/۹، ۲/۷ و۸/۱؛ میزان مواد آلی ۰/۸، ۱/۳، ۱/۸، ۲/۵ و۳/۲ درصد و هم چنین فعالیت بیولوژیکی خاک معادل صفر، ۲۵ ، ۵۰، ۷۵ و۱۰۰ (بر حسب در صد خاک غیراستریل در خاک استریل) در پنج آزمایش روی تغییرات جمعیت و میزان بقاء قارچ ***Trichoderma harzianum*** جدایه **H32**، که در مبارزه بیولوژیکی علیه قارچهای بیمارگرگیاهی بکارمی‌رود، بمدت۹۰ روز مورد بررسی قرار گرفت. تمام آزمایش‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی شامل پنج تیمار و چهارتکرار در شرایط کنترل شده به انجام رسید. تغیرات جمعیت، درصد بقاء پروپاگل‌ها و ضریب همبستگی بین آنها با شرایط مختلف خاک تعیین گردید. خاک پایه دارای بافت لومی رسی شنی (۵۸٪ لوم، ۲٦٪ رس و ۱٦٪ شن) با پ- هاش۸/۱، **Ec=5 dS/m** و میزان مواد آلی برابر ۰/۸ درصد بود. جمعیت تریکودرما در تمام تیمارها با اضافه کردن سوسپانسیون اسپور قارچ مزبور به $۱۰^{۵}$ پروپاگل در هر گرم خاک خشک رسانده شد و هر ده روز یکبار، با استفاده از روش سری رقت‌ها، جمعیت پروپاگل‌ها (**cfu**) در هر گرم خاک خشک روی محیط نیمه انتخابی پاپاویزاس و لومسدن تعیین گردید. پس از رسم نمودارهای مربوط به تغییرات جمعیت مشخص شدکه کاهش جمعیت در تمام تیمارها از روز دهم شروع و با شدت‌های متفاوت تا روز ۹۰ ادامه یافته است. بیشرین میانگین جمعیت با $۱۰^{٤}$ × ٦/۲، $۱۰^{٤}$ × ۲، $۱۰^{۳}$ × ٤/ ۸ ، $۱۰^{۳}$× ٤/٦ و$۱۰^{۳}$× ٤/٦ پروپاگل. هر گرم خاک خشک به ترتیب در تیمارهای دارای مواد آلی ۳/۲ ٪، پ-هاش ٤/۹، رطوبت ۷۰٪، دمای ۲۵ درجه و فعالت بیولوژیکی معادل صفر مشاهده شد. به همین ترتیب نیز بیشترین میزان بقاء در پایان آزمایش با ٤۵/۸۸، ۳/۸۸، ۰/۵۱، ۰/٤۸، ۰/٤۷ درصد پروپاگل‌های اولیه به ترتیب مربوط به تیمارهای دارای مواد آلی۳/۲٪، پ- هاش ٤/۹، رطوبت ۷۰٪، فعالیت بیولوژیکی معادل صفر و دمای ۲۵ درجه تعیین گردید. در بین فاکتورهای مورد مطالعه بیشترین و کمترین ضریب همبستگی با ۰/۸۳ و۰/۱۹ به ترتیب مربوط به همبستگی بین میزان مواد آلی و پ-هاش خاک با درصد بقاء پروپاگل در مدت۹۰ روز تعیین شد. ضرایب همبستگی بین رطوبت و دمای خاک با فاکتورهای مورد مطالعه حالت حد واسطی را نشان دادند، در حالیکه بین فعالیت بیولوژیکی خاک و درصد بقای پروپاگل‌ها همبستگی منفی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: **Trichoderma harzianum** ، شرایط خاک، تغییرات جمعیت، بقاء

e-mail: hrouhai@yahoo.com

مقدمه

در بین آنتاگونیست‌های قارچهای بیمارگر گیاهی، گونه‌های تریکودرما بخصوص *Trichoderma harzianum* Rifai از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشند، تحقیقات متعددی در زمینه استفاده از این گونه‌ها برای کنترل قارچهای بیمارگر گیاهی صورت گرفته است (۱۷). بعضی گونه‌های تریکودرما ازجمله *T. harzianum* با برخورداری توام از خواصی مثل میکوپارازیتیسم[1]، آنتی بیوزیس[2]، و قابلیت رقابت ساپروفیتی[3] قادرند جمعیت قارچهای بیمارگر را به میزان قابل توجهی کاهش دهند (۳)، ولی در شرایط طبیعی عموما بدلیل پائین بودن تعداد پروپاگل آنها در خاک، نمی‌توانند به نحو موثری در کنترل بیماریهای قارچی موثر باشند، به این دلیل در سال‌های اخیر محصولات تجارتی متعددی از جدایه‌های فعال تریکودرما به بازار عرضه شده که می‌توان با اضافه کردن آنها به خاک جمعیت تریکودرما را افزایش داد (۴)، در غالب موارد این افزایش موقتی بوده و بدلیل عدم سازگاری جدایه مورد استفاده با شرایط خاک پس از مدت کوتاهی تعداد پروپاگل‌های آن کاهش یافته و قابلیت کنترل کنندگی آن از بین میرود. تحقیقات داوه (۱۹۷۹) نشان می‌دهند که بعد از اضافه کردن تریکودرما به خاک، جمعیت آن برای مدتی ثابت می‌ماند و سپس شروع به کاهش می‌نماید. بعضی محققین (۱۸، ۲۰) بقاء اسپورهای *T. harzianum* را در خاک بین۱۱۰ و۱۳۰ روز ذکر کرده‌اند، اعتقاد بر این است که غالب اسپورها قبل از جوانه زدن لیز شده و یا اینکه مدت کوتاهی پس از جوانه‌زنی بعلت نامناسب بودن شرایط خاک از بین می‌روند. لویس و پاپاویزاس (۱۹۸۴) نشان دادند که بقاء جدایه‌هائی که تولید کلامیدوسپور بیشتری می‌نمایند زیادتر از جدایه‌هائی است که تولید کلامیدوسپور کمتری می‌نمایند. از طرف دیگر مشخص شده که بقاء اسپورهای تریکودرما در خاک تحت تاثیر دو عامل جدایه و پدیده بازدارندگی[4] تغییر می‌کند (۲۲)، بر این اساس جمعیت جدایه‌هائی که به این پدیده حساسیت بیشتری دارند سریع تر کاهش می‌یابد. محققین دیگری (۵) شرایط فیزیکوشیمیائی خاک را روی بقاء و روند تغییرات جمعیت تریکودرما موثر می‌دانند و معتقدند که حساسیت اسپورهای تریکودرما نسبت به پدیده فوق در خاک‌های قلیائی و خنثی بیشتر از خاک‌های اسیدی است، به این معنی که اسپور تریکودرما در خاک‌های اسیدی از بقاء بیشتری برخوردار است.

شیپرز و همکاران(۱۹۸۲) گزارش کردند که علت پائین بودن بقاء اسپور بعضی گونه‌های تریکودرما در خاک‌هائی که دارای پدیده بازدارندگی قوی می‌باشند بالا بودن غلظت آمونیاک در این نوع خاک‌هاست، وجود این ترکیب حتی به میزان یک میکروگرم در هر گرم هوای موجود در خاک می‌تواند از جوانه زدن اسپور *T. hamatum* و *T. Koningii* جلوگیری نماید در حالیکه همین شرایط تاثیری روی جوانه زدن اسپور *T. harzianum* و *Gliocladium roseum* ندارد و چنین نتیجه می‌گیرند که عدم کارآئی *T. hamatum* در مبارزه بیولوژیک حسایت شدید آن به آمونیاک موجود در خاک می‌باشد. با اینحال اعتقاد بر این است که آمونیاک تنها در خاک‌های قلیائی می‌تواند از جوانه زدن اسپورهای تریکودرما جلوگیری کند (۱۵). تولید آنتی بیوتیک‌های مختلف، ترکیبات لیز کننده دیواره سلولی، انواع توکسین‌ها و بعضی متابولیت‌های فرار توسط میکروفلور خاک بخصوص باکتریها از دیگر عوامل باز دارنده رشد و تکثیر تریکودرما در خاک ذکر شده‌اند (۱۷). از نظردرصد مواد آلی نیز یک همبستگی مثبت بین جمعیت تریکودرما و میزان بقایای گیاهی کاملا تجزیه شده در خاک دیده می‌شود، این همبستگی در مورد بقایای گیاهی تازه صادق نیست (۱۶). پوشش دادن اسپور تریکودرما بوسیله بعضی ترکیبات مثل آلجینات سدیم بقاء انها را چندین برابر افزایش می‌دهد (۱۴)، سیلیکات آلومینیوم (۱۹) نیز باعث می‌شود که در مدت کوتاهی جمعیت تریکودرما از$۱۰^{۳}$ × ۵ به $۱۰^{۶}$ ×۷-۶ پروپاگل در هر گرم خاک افزایش یابد، در حالیکه بدون آن جمعیت مزبور برای۱۰ الی ۲۰ روز ثابت مانده و سپس رو به کاهش می‌گذارد (۱۹).

1. Mycoparasitism
2. Antibiosis
3. Competitive Saprophytic Ability
4. Fungistasis

مواد و روش‌ها

جدایه تریکودرمای مورد استفاده در این بررسی از خاک اطراف ریشه[1] سیب‌زمینی در یکی از مزارع همدان جداسازی، خالص و تک اسپور شد و تا موقع استفاده روی آب آگار و دمای یخچال نگهداری گردید. برای شروع آزمایش جدایه مزبور در تعدادی پتری‌دیش PDA حاوی ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات استرپتومایسین کشت داده شد و به مدت یک هفته در دمای ۲۵ درجه‌سانتیگراد و نور طبیعی نگهداری گردید، اسپورهای تولید شده در هر پتری‌دیش بوسیله ۵ میلی‌لیتر آب مقطر استریل شسته شد و به ارلن مایرهای ۲۵۰ میلی لیتری منتقل گردید، غلظت آنها با اضافه کردن آب مقطر استریل به $۱۰^{۶}$ اسپور در هر میلی‌لیتر رسانده شد. خاک مورد استفاده در این بررسی از قسمتهای کاشت نشده همان مزرعه‌ای که جدایه تریکودرما از آن بدست آمده بود تهیه گردید. این خاک از نوع لومی رسی شنی (۵۸٪ لوم، ۲۶٪ رس و ۱۶٪ شن) با پ-هاش ۸/۱، Ec=5dS/m و میزان مواد آلی ۰/۸ درصد بود. ذرات درشت و قطعات گیاهی موجود در نمونه خاک بوسیله الک دارای سوراخ های ۴ میلی‌متر مربع جداشد و دو بار به فاصله ۲۴ ساعت در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد و فشار ۱/۵ اتمسفر اتوکلاو گردید. مقداری از این خاک نیز بدون اتوکلاو نگهداری شد، خاک اتوکلاو شده به ۵ قسمت مساوی برای ۵ آزمایش مربوط به بررسی اثر رطوبت، دما، پ-هاش، میزان مواد آلی، و فعالیت بیولوژیکی خاک روی تغییرات جمعیت *T. harzianum* H32 و میزان بقاء آن تقسیم شد. مراحل اجرائی هر آزمایش به شرح زیر است:

اثر رطوبت- نمونه خاک اتوکلاوشده مورد استفاده در این آزمایش در سینی‌های آلومینیومی پخش شد و برای کاهش رطوبت در حد ۲۰ درصد بمدت ۷۲ ساعت زیر هوداستریل قرار داده شد. سپس نمونه مزبور به ۵ قسمت مساوی تقسیم و به هر قسمت بر اساس وزن خشک آن آنقدر سوسپانسیون اسپور *T. harzianum* H32 با غلظت $۱۰^{۶}$ اسپور در هر میلی لیتر اضافه شد تا تعداد آنها به $۱۰^{۵}$ عدد به ازای هر گرم خاک خشک رسید. نمونه‌ها بخوبی در کیسه‌های پلاستیکی مخلوط شدند و هر نمونه به میزان ۲۵۰ گرم در ۴ گلدان ۳۰۰ سانتیمتر مکعبی تقسیم شد، به این ترتیب ۵ سری گلدان تهیه شد. رطوبت آنها با وزن کردن گلدانها و اضافه کردن آب مقطر استریل به ترتیب به ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، و ۷۰ درصد ظرفیت اشباع رسانده شد. گلدانها در قالب طرح آماری کاملا تصادفی با ۵ تیمار و۴ تکرار برای ۹۰ روز در اطاقک رشد با دمای ۰/۵± ۲۵ درجه سانتیگراد نگهداری شدند و هر ۱۰ روز یکبار با وزن کردن آنهاو اضافه نمودن آب مقطر استریل رطوبت آنها به حد اولیه برگردانده شد. در طول آزمایش بفاصله هر ۱۰ روز یکبار یک گرم خاک هرگلدان از عمق حدود ۲ سانتیمتری بوسیله یک قاشک استریل برداشته شد و در یک لوله حاوی ۹ میلی‌لیترمحلول استریل ۲/۵ در هزار آب آگار به حالت سوسپانسیون در آورده شد، سپس ۰/۲ میلی‌لیتر از رقت‌های $۱۰^{-۲}$، $۱۰^{-۴}$، و $۱۰^{-۶}$در آب مقطر استریل روی محیط نیمه انتخابی پاپاویزاس و لومسدن (۲۱) بخوبی پخش شد و بر اساس تعدادکلنی‌های تریکودرمای ظاهر شده (cfu)[2] در هر پتری دیش بعد از ۲ تا ۴ روز جمعیت پروپاگل‌های تریکودرما در هر گرم خاک گلدانها (بر اساس وزن خشک) تعیین گردید. نمودار تغییرات جمعیت قارچ در هر تیمار به فاصله هر ۱۰ روز با استفاده از نرم افزار اکسل رسم گردید، محاسبات آماری از جمله تجزیه واریانس، مقایسه میانگین ها و ضریب همبستگی توسط نرم افزار اس-آ-اس، تست آنووا و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت.

برای ارزیابی قابلیت محیط کشت مورد استفاده در جداسازی تریکودرما ازخاک، ۲۴ ساعت بعد از اضافه کردن اسپورهای تریکودرما به خاک مقداری از خاک گلدانهای مربوط به تیمار رطوبت ۷۰ در صد (خاک پایه) توسط روش سری رقت‌ها روی محیط کشت نیمه انتخابی تریکودرما کشت داده شد وجمعیت پروپاگل‌ها در هر گرم خاک (بر اساس وزن خشک) تعیین گردید، مقایسه این جمعیت با تعداد اسپورهائی که در ابتدی آزمایش (۲۴ ساعت قبل) به خاک اضافه شده بود

1 . Colony forming unit

2 . Rhizosphere

($۱۰^{۵}$× ۱) نشان داد که این محیط کشت تنها قادر است ۸۵ درصد جمعیت واقعی را نشان دهد. بنابراین کلیه جمعیت‌های شمارش شده در این آزمایش و همچنین در سایر آزمایش‌ها در ۱/۱۷ = ۸۵ : ۱۰۰ ضرب گردید.

اثر دما- مراحل انجام این آزمایش مانند آزمایش مربوط به بررسی اثر رطوبت بود با این تفاوت که رطوبت گلدانها به ۷۰٪ رسانده شد و در تمام طول آزمایش با اضافه کردن آب مقطر استریل در این حد حفظ شد. تیمارهای مربوطه به ترتیب در اطاقک‌های رشد با دماهای ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۹۰ روز قرار داده شدند.

اثر پ-هاش- در این آزمایش طبق روش پولیتز و بیکر (۱۹۸۷) با افزودن محلول۱۰٪ اسیدسولفوریک نرمال به مقداری از خاک استریل مورد استفاده پ- هاش آن از ۸/۱ به ۲/۵ رسانده شد، سپس خاک اسیدی شده بخوبی در یک ساک پلاستیکی مخلوط و در زیر هود استریل خشک گردید، پس از نرم کردن آن در هاون چینی به میزان‌های مختلف با ۵ قسمت یک کیلوگرمی خاک که برای آزمایش پ-هاش تهیه شده بود به خوبی مخلوط شد. با استفاده از روش کلرور کلسیم پ-هاش نمونه‌ها به ترتیب به ۳/۸، ۴/۹، ۶، ۷/۲، و۸/۱ رسانده شد، برای نمونه خاک با پ-هاش ۸/۱ از خاک اصلی استفاده شد. آلوده‌سازی نمونه‌ها با اسپور تریکودرما، تهیه گلدانها و بقیه مراحل این آزمایش شبیه آزمایش مربوط به اثر رطوبت بود با این تفاوت که رطوبت تمام گلدانها به ۷۰٪ رسانده شد و به مدت ۹۰ روز در دمای ۰/۵± ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

اثر مواد آلي- مراحل انجام این آزمایش نیز قابل مقایسه با آزمایش مربوط به اثر رطوبت بود با این تفاوت که با افزودن مقادیر مختلف خاک پیت خالص و استریل به هر یک از نمونه‌های خاک میزان مواد آلی آنها به ترتیب به ۰/۸ (بدون خاک پیت)، ۱/۳، ۱/۸، ۲/۵، و ۳/۲ درصد رسانده شد. رطوبت گلدانها نیز با اضافه کردن آب مقطر استریل در حد ۷۰ درصد تنظیم و برای تمام دوره آزمایش در دمای ۰/۵ ± ۲۵ درجه سانتیگراد نگهداری شدند.

اثر فعالیت بیولوژیکي خاك- در این آزمایش نیز مانند آزمایش مربوط به اثر دما عمل شد، با این تفاوت که با اضافه کردن مقادیر مختلف خاک غیراستریل به ۵ نمونه مورد استفاده، درصد خاک غیر استریل آنها به ترتیب به صفر (بدون خاک غیراستریل)، ۲۵، ۵۰، ۷۵، و۱۰۰ در صد (بدون خاک استریل) رسانده شد. رطوبت گلدانها در حد ۷۰٪ تنظیم و برای تمام دوره آزمایش در دمای ۰/۵ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. از آنجائیکه خاک غیراستریل مورد استفاده از همان مزرعه‌ای انتخاب شده بود که جدایه تریکودرمای مورد استفاده از آن بدست آمده بود و وجود احتمالی تریکودرما در آن می‌توانست روی شمارش پروپاگل‌ها در خلال آزمایش اثر گذار باشد، بنابراین قبل از استفاده از این خاک تعداد پروپاگل‌های تریکودرمای موجود در آن توسط روش سری رقت‌های تعیین گردید، این تعداد که برابر $۰/۸×۱۰^{۱}$ عدد در هر گرم خاک خشک بود در محاسبات مربوط به تعیین جمعیت در خلال آزمایشها مد نظر قرا گرفت.

نتایج

نتایج بدست آمده نشان دادند که شرایط خاک از نظر درصد رطوبت، دما، پ-هاش، میزان مواد آلی و فعالیت بیولوژیکی اثرات گوناگونی روی روند تغییرات جمعیت *T. harzianum* H32 و میزان بقاء پروپاگل‌های آن در خاک دارد.

اثر رطوبت- کاهش جمعیت پروپاگل‌ها (cfu) در تیمارهای رطوبتی۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، و۷۰ درصد از روزدهم بعدازآلودگی (اولین نمونه برداری) تیمارها بوسیله اسپور قارچ مزبور شروع و تاپایان آزمایش ادامه یافته است. سیر نزولی جمعیت در رطوبت ۳۰ درصد روند سریع‌تری را نسبت به سایر تیمارها نشان می‌دهد، در حالیکه کاهش جمعیت در تیمار ۷۰ درصد کندتر از سایر تیمارها می‌باشد، نمودارهای مربوط به رطوبت‌های ۴۰، ۵۰ و۶۰ درصد به ترتیب دارای شیب بیشتری نسبت به رطوبت ۷۰ درصد بود (شکل ۱)، همین وضعیت در مورد میانگین جمعیت در طول آزمایش و همچنین در مورد میزان بقاء پروپاگل‌ها در پایان آزمایش دیده شد. بیشترین میانگین جمعیت با$۱۰^{۳}$ × ۴/۸ پروپاگل در هر گرم خاک خشک و بالاترین میزان بقاء با ۰/۵۱

درصد پروپاگل‌هائی که در ابتدای آزمایش به خاک اضافه شده بودند مربوط به رطوبت ۷۰ درصد می‌باشد، در حالیکه کمترین جمعیت با میانگین ۲×۱۰^{۲} پروپاگل و پائین‌ترین میزان بقاء با ۰/۰۲ درصد جمعیت اولیه پروپاگل‌ها مربوط به رطوبت ۳۰ درصد تعیین گردید (جدول ۱). تیمارهای دیگر ازنظر میانگین جمعیت ودر صد بقاء حالت حد واسطی را نشان دادند. همبستگی نسبتاً خوبی بین رطوبت خاک (۳۰ تا۷۰ درصد) با میانگین جمیت، جمعیت نهائی و درصد بقاء پروپاگل‌ها در پایان آزمایش بدست آمد، ضریب این همبستگی‌ها به ترتیب ۰/۷۴۳، ۰/۶۱۲ و ۰/۷۸۱ تعیین گردید (جدول۲).

اثر دما- سیر نزولی جمعیت در دماهای ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و۳۰ درجه سانتیگراد از هماهنگی بیشتری نسبت به آنچه که در مورد رطوبت‌های مختلف توضیح داده شد برخوردار است (شکل ۲). این در حالی است که از نظر میانگین جمعیت در مدت ۹۰ روز اختلاف معنی‌داری بین تمام دماها دیده می‌شود. بیشترین جمعیت با میانگین $۴/۶ \times ۱۰^{۳}$ پروپاگل در هرگرم خاک خشک مربوط به دمای ۲۵ درجه و کمترین آن با میانگین $۱/۳ \times ۱۰^{۳}$ مربوط به دمای ۳۰ درجه می‌باشد (جدول ۱). میانگین جمعیت در تیمار های ۱۰، ۲۰ و ۱۵ درجه به ترتیب بیشتر از میانگین جمعیت در تیمار ۳۰ درجه است. با وجودی که روند نزولی جمعیت در دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه در ۳۰ روز اول آزمایش سریعتر از روند نزولی جمعیت در دماهای ۱۰ و۱۵ درجه در همین دوره زمانی می‌باشد ولی تغییر این وضعیت در ۶۰ روز بعدی آزمایش سبب گردیده که بالاترین میزان بقاء در پایان آزمایش با ۰/۴۷ و ۰/۲۳ درصد پروپاگل‌هائی که در ابتدای آزمایش به خاک تیمارها اضافه شده بود به ترتیب متعلق به دماهای ۲۵ و ۲۰ درجه باشد، در حالیکه کمترین آنها با۰/۱۰ و ۰/۱۱ در صدپروپاگل‌های اولیه به ترتیب مربوط به دماهای ۱۰ و ۱۵ درجه می‌باشد، این میزان برای دمای ۳۰ درجه ۰/۱۵ درصد می‌باشد. ضرایب همبستگی بدست آمده بین دمای خاک (۱۰ تا ۳۰ درجه) با میانگین جمعیت، جمعیت نهائی و درصد بقاء پروپاگل‌ها در پایان آزمایش که به ترتیب ۰/۴۱۲، ۰/۳۱۸ و ۰/۲۱۴ تعیین گردیدند (جدول۲) نشان می‌دهند که همبستگی ضعیفی بخصوص بین حرارت خاک و در صد بقاء پروپاگل‌ها وجود دارد.

اثر پ-هاش- تغییرات جمعیت در پ-هاش‌های مختلف نشان می‌دهد که کاهش جمعیت در پ-هاش ۴/۹ آرامتر از سایر پ-هاش ها صورت گرفته است، بعد از آن به ترتیب نمودارهای مربوط به پ-هاش‌های ۶ و ۷/۲ شیب کمتری را نشان می‌دهند، در حالیکه سیر نزولی جمعیت در پ-هاش‌های ۳/۸ و۸/۱ به ترتیب سریعتر از سایر پ-هاش‌ها می‌باشد (شکل ۳). همین وضعیت نیز از نظر میانگین جمعیت در مدت نود روز برای سایر پ-هاش ها مشاهده می‌گردد، بیشترین آن بامیانگین ۲×۱۰^{۴}پروپاگل در هر گرم خاک خشک مربوط به پ-هاش ۴/۹ و کمترین آن با میانگین $۱/۹ \times ۱۰^{۳}$ مربوط به پ-هاش ۳/۸ است. در حالیکه پ-هاش‌های ۶، ۷/۲ و ۸/۱ به ترتیب با میانگین‌های ۱×۱۰^{۴}، $۸/۷ \times ۱۰^{۳}$ و $۴/۹ \times ۱۰^{۳}$ شرایط نسبتا بهتری را برای حفظ جمعیت پروپاگل‌ها ایجاد کرده‌اند(جدول۱)، بهمین ترتیب بیشترین میزان بقاء با ۳/۸۸ درصد پروپاگل‌های اولیه در پ-هاش ۴/۹ و کمترین آن با ۰/۱۷ در صد در پ-هاش ۳/۸ دیده می‌شود، بقیه پ-هاش‌ها از این نظر حالت حد واسطی را نشان دادند. ضرایب همبستگی بین پ-هاش خاک (۳/۸ تا ۸/۱) با میانگین جمعیت، جمعیت نهائی و درصد بقاء پروپاگل‌ها در پایان آزمایش که به ترتیب ۰/۲۰۱ ، ۰/۱۸۰ و ۰/۱۹۳ تعیین گردیدند (جدول۲) نشان دهنده همبستگی ضعیفی بین آنها می‌باشد.

اثر مواد آلي- سیر نزولی جمعیت در تیمارهای دارای مقادیر مختلف مواد آلی نیز به وضوح دیده می‌شود (شکل ۴) در این بین آرام ترین سیر نزولی جمعیت مربوط به خاکی است که دارای ۳/۲ درصد مواد آلی بوده است، در این تیمار کاهش جمعیت در ۲۰ روز اول آزمایش نزدیک به صفر می‌باشد، در بقیه مدت آزمایش نیز تغییرات جمعیت بسیار بطئی است، همین وضعیت کم و بیش در تیمار دارای ۲/۵ در صد مواد آلی مشاهده می‌گردد. در حالیکه شدت کاهش جمعیت در تیمارهای حاوی ۰/۸، ۱/۳ و ۱/۸ در صد به ترتیب بیشتر از تیمار ۲/۵ درصدمواد آلی می‌باشد. از نظر میانگین جمعیت تیمار دارای

۳/۲ درصد مواد آلی با میانگین $۱۰^{۴}$ × ۶/۲ پروپاگل بیشترین و تیمار دارای ۰/۸ درصد مواد آلی با میانگین $۱۰^{۳}$× ۴/۴ پروپاگل کمترین جمعیت را نشان می‌دهند (جدول ۱). تیمارهای دارای ۲/۵، ۱/۸ و ۱/۳ درصد مواد آلی به ترتیب با میانگین‌های $۱۰^{۴}$× ۳/۷ ، $۱۰^{۴}$×۹/ ۱ و $۱۰^{۳}$ × ۹/۸ پروپاگل بین دو حد ذکر شده قرار می‌گیرند. از نظرمیزان بقاء تیمار ۳/۲ و ۰/۸ درصد مواد آلی به ترتیب با ۴۵/۸۸ و ۰/۴۸ در صد پروپاگل‌های اولیه به ترتیب بیشترین و کمترین بقاء را باعث شده‌اند. از این نظر تیمارهای حاوی ۲/۵ ، ۱/۳ و ۰/۸ در صد مواد آلی به ترتیب شرایط نسبی بهتری را برای حفظ پروپاگل‌ها نشان می‌دهند. در بین فاکتورهای مورد بررسی بالاترین همبستگی بین درصد مواد آلی خاک (۳۰ تا ۷۰ درصد) با میانگین جمعیت، جمعیت نهائی و درصد بقاء پروپاگل‌ها در پایان آزمایش بدست آمد، این ضرایب به ترتیب ۰/۸۱۸، ۰/۷۸۲ و ۰/۸۳۱ تعیین گردیدند (جدول۲).

اثر فعالیت بیولوژیکی- فعالیت بیولوژیکی که براساس درصد وزنی خاک غیراستریل در خاک استریل ارزیابی گردید اثر کاملا مشخصی روی روند تغییرات جمعیت، میانگین آنها و درصد بقاء پروپاگل‌ها نشان داد. شدت کاهش جمعیت در خاک غیراستریل بیشتر از تیمارهائی است که دارای مقادیر مختلف خاک استریل بودند، شدیدترین کاهش نسبی جمعیت به ترتیب در تیمارهای حاوی ۱۰۰، ۷۵، ۵۰، ۲۵ و صفر درصد خاک غیراستریل مشاهده می‌شود (شکل ۵). وضعیت قابل مقایسه‌ای در مورد میانگین جمعیت در این تیمارها دیده می‌شود (جدول ۱). بالاترین میانگین جمعیت با $۱۰^{۳}$× ۴/۶ پروپاگل در مدت آزمایش مربوط به خاک کاملا استریل و کمترین آن با میانگین $۱۰^{۲}$ × ۱/۷ پروپاگل مربوط به خاک کاملا غیراستریل می‌باشد. تیمارهای حاوی ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد خاک غیر استریل به ترتیب میانگین های نسبی بالاتری را نشان می‌دهند. از نظر میزان بقاء نیز بیشرین آن با ۰/۴۸ در صد و کمترین آن با ۰/۰۱ در صد پروپاگل‌های اولیه به ترتیب مربوط به تیمارهای خاک کاملا استریل و خاک کاملا غیراستریل می‌باشد. درصد بقاء در سایر تیمارها بین دو حد ذکر شده در نوسان است.

همبستگی منفی نسبتاً بالائی بین فعالیت بیولوژیکی خاک (معادل صفر تا ۱۰۰ در صد خاک غیر استریل در خاک استریل) بامیانگین جمعیت، جمعیت نهائی و در صد بقاء پروپاگل‌ها در پایان آزمایش بدست آمد، این ضرایب به ترتیب ۰/۶۵۱- ، ۰/۵۹۳- و ۰/۶۱۸- تعیین گردیدند (جدول۲).

بحث

شرایط خاک شامل رطوبت، دما، پ-هاش، میزان مواد آلی و فعالیت بیولوژیکی آن اثر معنی‌داری (در سطح۵٪) روی تغییرات جمعیت *T. harzianum* H32 ومیزان بقاء آن بوجود آورده است، در بین آنها اثر رطوبت، میزان مواد آلی و فعالیت بیولوژیکی خاک بیشتر از اثر مربوط به دما و پ-هاش می‌باشد (شکل‌های ۱ تا ۵). جمعیت پروپاگل‌ها که نتیجه جوانه زنی و رشد اسپورها در ده روز اول آزمایش است در خاک دارای رطوبت ۷۰ درصد ۹/ ۱۶ مرتبه بیشتر از خاکی است که رطوبت آن در حد ۳۰٪ تنظیم گردیده بود، این نسبت درمورد میزان بقاء پروپاگل‌ها در پایان آزمایش به ۲۴ برابر بالغ می‌گردد (جدول ۱)، این تفاوتها نشان می‌دهندکه رطوبت خاک عامل تعیین کننده و مهمی در تغییرات جمعیت تریکودرما و میزان بقاء پروپاگل‌های آن می‌باشد، و از این نظر همبستگی بالائی بین رطوبت خاک با میانگین جمعیت (r =۰/۷۴۳)، جمعیت نهائی (r=۰/۶۱۲) و در صد بقاء پروپاگل‌های تریکودرما در پایان آزمایش (r=۰/۷۸۱) در خاک دیده می‌شود (جدول ۲). اثر رطوبت می‌تواند در موردگونه‌ها و جدایه‌های مختلف متفاوت باشد، بعضی استرین‌های تریکودرما قادرند بقاء خود را برای مدتی در رطوبت ۴۵٪ حفظ کنند در حالیکه بعضی دیگر نیاز به رطوبت‌های حدود ۷۰٪ دارند و در رطوبت‌های کمتر از۲۰٪ بقای خود را به سرعت از دست می‌دهند (۲۴) در بین آنها گونه‌های *T. hamatum* و *T. pseudokoningii* احتیاج به خاک‌های با رطوبت بسیار بالا دارند و در رطوبت‌های پائین قادر به حفظ بقاء خود نیستند (۷). مطالعات داوه(۱۹۸۱و۱۹۷۹) نشان می‌دهند که اکثر گونه‌های تریکودرما نمی‌توانند بقاء خود را برای مدت طولانی در شرایط خشک حفظ کنند. در این بررسی نیز مشخص شد که در صد بقا پروپاگل‌ها و تغییرات

جمعیت آنها در مدت آزمایش ارتباط مستقیم با میزان رطوبت خاک دارد (شکل ۱). بنظر می‌رسد شرایط نامناسب رطوبتی از طرفی باعث محدود شدن رشد ساپروفیتی قارچ و از طرف دیگر موجب کاهش جوانه‌زنی اسپورها و لیز شدن بیشتر لوله‌های تندشی آنها میگردد، در نتیجه جمعیت پروپاگل‌ها در طول زمان با نوعی بیلان منفی روبرو می‌شود.

جدول ۱- اثر شرایط خاک روی تغییرات جمعیت و میزان بقاء *Trichoderma harzianum* H32

شرایط خاک	جمعیت در روز ۱۰ (اولین نمونه برداری)*	جمعیت در روز ۹۰ (آخرین نمونه برداری)	درصد بقاء در روز ۹۰ (آخرین نمونه برداری)	میانگین جمعیت (در طول آزمایش)
رطوبت(درصد)				
۳۰	۱/۳×۱۰^۳ e	۲/۰×۱۰^۱ e	۰/۰۲ e	۲/۰×۱۰^۲ e
۴۰	۳/۹×۱۰^۳ d	۳/۹×۱۰^۱ d	۰/۰۴ d	۵/۱×۱۰^۲ d
۵۰	۷/۹×۱۰^۳ c	۱/۰×۱۰^۲ c	۰/۱۱ c	۱/۱×۱۰^۳ c
۶۰	۱/۴×۱۰^۴ b	۲/۵×۱۰^۲ b	۰/۲۹ b	۱/۵×۱۰^۳ b
۷۰	۲/۲×۱۰^۴ a	۴/۴×۱۰^۲ a	۰/۵۱ a	۴/۸×۱۰^۳ a
دما (oC)				
۱۰	۳/۲×۱۰^۴ a	۸/۷×۱۰^۱ e	۰/۱۰ d	۳/۴×۱۰^۳ b
۱۵	۲/۰×۱۰^۴ b	۱/۰×۱۰^۲ d	۰/۱۱ d	۲/۱×۱۰^۳ d
۲۰	۱/۴×۱۰^۴ c	۲/۰×۱۰^۲ b	۰/۲۳ b	۲/۹×۱۰^۳ c
۲۵	۲/۱×۱۰^۴ b	۴/۰×۱۰^۲ a	۰/۴۷ a	۴/۶×۱۰^۳ a
۳۰	۵/۸×۱۰^۳ d	۱/۳×۱۰^۲ c	۰/۱۵ c	۱/۳×۱۰^۳ e
پ-هاش				
۳/۸	۷/۵×۱۰^۳ e	۱/۵×۱۰^۲ e	۰/۱۷ e	۱/۹×۱۰^۳ e
۴/۹	۵/۲×۱۰^۴ a	۳/۳×۱۰^۳ a	۳/۸۸ a	۲/۰×۱۰^۴ a
۶/۰	۳/۸×۱۰^۴ b	۲/۰×۱۰^۳ b	۲/۳۰ b	۱/۰×۱۰^۴ b
۷/۲	۲/۷×۱۰^۴ c	۱/۰×۱۰^۳ c	۱/۱۷ c	۸/۷×۱۰^۳ c
۸/۱	۲/۲×۱۰^۴ d	۴/۰×۱۰^۲ d	۰/۴۷ d	۴/۹×۱۰^۳ d
مواد آلی(درصد)				
۰/۸	۲/۳×۱۰^۴ e	۴/۱×۱۰^۲ e	۰/۴۸ e	۴/۴×۱۰^۳ e
۱/۳	۳/۳×۱۰^۴ d	۱/۵×۱۰^۳ d	۱/۷۹ d	۹/۸×۱۰^۳ d
۱/۸	۵/۲×۱۰^۴ c	۴/۵×۱۰^۳ c	۵/۲۹ c	۱/۹×۱۰^۴ c
۲/۵	۶/۴×۱۰^۴ b	۱/۳×۱۰^۴ b	۱۵/۲۹ b	۳/۷×۱۰^۴ b
۳/۲	۸/۵×۱۰^۴ a	۳/۹×۱۰^۴ a	۴۵/۸۸ a	۶/۲×۱۰^۴ a
فعالیت بیولوژیکی**				
۰	۲/۲×۱۰^۴ a	۴/۱×۱۰^۲ a	۰/۴۸ a	۴/۶×۱۰^۳ a
۲۵	۹/۷×۱۰^۳ b	۱/۸×۱۰^۲ b	۰/۲۱ b	۲/۱×۱۰^۳ b
۵۰	۶/۳×۱۰^۳ c	۱/۰×۱۰^۲ c	۰/۱۱ c	۹/۲×۱۰^۲ c
۷۵	۲/۱×۱۰^۳ d	۳/۲×۱۰^۱ d	۰/۰۳ d	۳/۸×۱۰^۲ d
۱۰۰	۱/۰×۱۰^۳ e	۱/۴×۱۰^۱ e	۰/۰۱ e	۱/۷×۱۰^۲ e

* - در هر پنج آزمایش جمعیت اولیه پروپاگل ها (زمان صفر) برابر ۱×۱۰^۵ عدد در هر گرم خاک خشک بوده است-

**- بر اساس درصد خاک غیر استریل در خاک استریل

- میانگین هائی که درهرردیف دارای حروف مشترک هستنددر آزمون چند دامنه ای دانکن دارای اختلا ف معنی داردرسطح ۵ درصد میباشند (P <۰/۰۵)

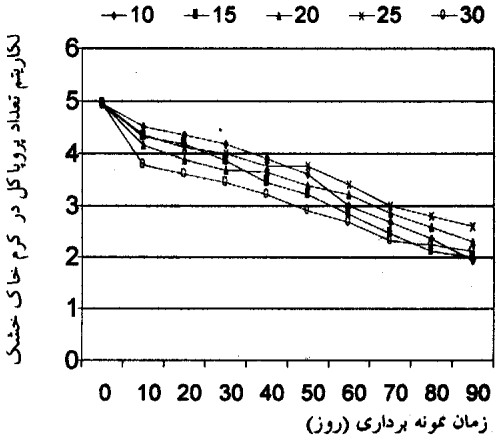
جدول ۲- ضریب همبستگی بین رطوبت، دما، پ-هاش، مواد آلی و فعالیت بیولوژیکی خاک با میانگین جمیت، جمعیت نهائی و درصد بقاء پروپاگل های *T.harzianum* H32 در مدت ۹۰ روز

شرایط خاک	ضریب همبستگی		
	میانگین جمعیت	جمعیت نهائی	درصد بقاء
رطوبت (۳۰ تا ۷۰ %)	۰/۷۴۳	۰/۶۱۲	۰/۷۸۱
دما (۱۰ تا ۳۰ ^{OC})	۰/۴۱۲	۰/۳۱۸	۰/۲۱۴
پ-هاش (۳/۸ تا ۸/۱)	۰/۲۰۱	۰/۱۸۰	۰/۱۹۳
موادآلي (۰/۸ تا ۳/۲ %)	۰/۸۱۸	۰/۷۸۲	۰/۸۳۱
فعا لیت بیولوژیکي (۰ تا۱۰۰%)*	-۰/۶۵۱	-۰/۵۹۳	-۰/۶۱۸

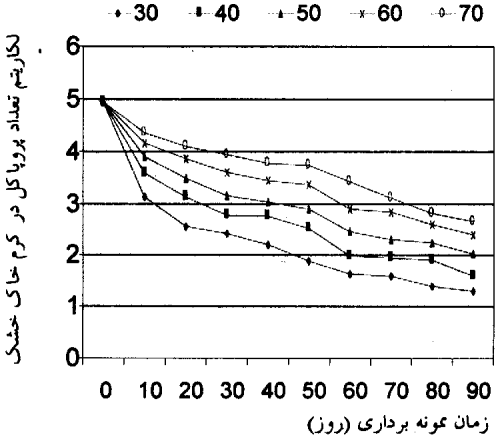
*- بر اساس در صد خاک غیر استریل در خاک استریل

شرایطی کم و بیش مشابه در مورد اثر دما مشاهده می‌گردد با این تفاوت که نمودارهای مربوط به تغییرات جمعیت در دماهای مختلف دارای شیب ملایم‌تر و هماهنگی بیشتری نسبت به نمودارهای مربوط به رطوبت می‌باشند (شکل ۲)، این وضعیت نشان دهنده عکس‌العمل خفیف‌تر جدایه مورد آزمایش نسبت به تغییرات دمای خاک است. با وجودی که دماهای ۱۰ و تا حدودی نیز ۱۵ درجه در ۴۰ روز اول آزمایش به ترتیب شرایط نسبی بهتری را برای بقاء پروپاگل‌ها بوجود آورده‌اند ولی در ۵۰ روز بعدی به ترتیب دماهای ۲۵ و ۲۰ درجه از این نظر اثر بهتری را نشان دادند، همین امر باعث شده که ضریب همبستگی بین دمای خاک با میانگین جمعیت (r = ۰/۴۱۲)، جمعیت نهائی (r = ۰/۳۱۸) و بخصوص درصد بقاء پروپاگل‌ها در پایان آزمایش (r = ۰/۲۱۴) کاهش یابد. به این ترتیب بنظر می‌رسد پائین بودن دما باعث شده که جوانه زدن اسپورها و در نتیجه لیز شدن این جوانه‌ها برای مدتی به تاخیر بیفتد در نتیجه اسپورها توانسته‌اند تا حدودی بقاء خود را در اوائل آزمایش حفظ کنند ولی پس از جوانه‌زدن بدلیل پائین بودن نسبی دما نتوانسته‌اند از نظر رشد ساپروفیتی با آنچه که در دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه وجود داشته است برابری کنند، در حالیکه نمودار تغییرات جمعیت در دمای ۳۰ درجه نشان دهنده کاهش نسبی جمعیت قارچ در ۷۰ روز اول آزمایش و افزایش آن در ۲۰ روز آخر می‌باشد، زیرا بالا بودن دما باعث شده که سرعت و درصد جوانه زنی اسپورها در دمای ۳۰ درجه افزایش یابد و به دنبال آن در اثر نامناسب بودن سایر خصوصیات خاک سرعت و میزان لیز شدن اسپورها افزایش یافته و باعث کاهش نسبی جمعیت گردیده است. از طرف دیگر مناسب بودن دمای ۳۰ درجه برای رشد رویشی باعث شده که تا حدودی جمعیت پروپاگل‌ها در ۲۰ روز آخر آزمایش نسبت به دماهای ۱۰و ۱۵ درجه افزایش یابد. به این ترتیب بنظر می‌رسد که جمعیت نهائی پروپاگل‌ها نتیجه سرعت و میزان لیز شدن اسپورها و لوله‌های تندشی آنها از یک طرف و قابلیت رشد ساپروفیتی قارچ از طرف دیگر باشد. دماهای ۲۵ و ۲۰ درجه به ترتیب شرایط بهتری را برای افزایش جمعیت در طول آزمایش فراهم آورده‌اند، زیرا علیرغم اینکه فعالیت اسپورهای *T .harzianum* در تولید لوله تندشی از دماهای ۵ الی ۱۰ درجه شروع می‌شود ولی بهترین رشد ساپروفیتی آن در دماهای نزدیک به ۲۵ درجه صورت می‌گیرد (۱۲). در گروه‌بندی حرارتی نیز گونه *T. harzianum* جزء گونه‌های گرمسیری قرار داده می‌شود در حالیکه گونه‌هائی مثل *T. viride* و *T. polysporum* بیشتر منسوب به مناطق نسبتا سرد می‌باشند (۷).

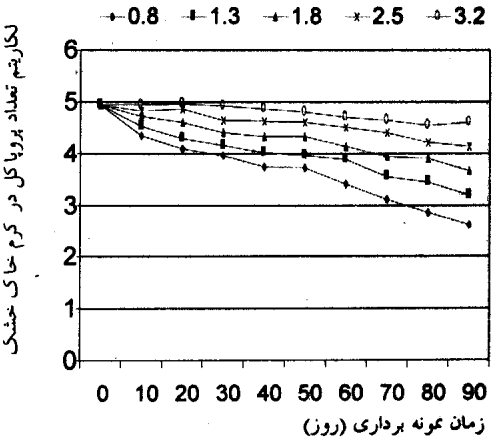
نمودارهای مربوط به اثر پ-هاش (شکل ۳) نیز نشان می‌دهند که پ-هاش‌های ۴/۹، ۶ و ۷/۲ به ترتیب شرایط بهتری را نسبت به پ-هاش‌های ۳/۸ و ۸/۱ درحفظ جمعیت قارچ و میزان بقاء آن فراهم کرده‌اند، به این ترتیب می‌توان پذیرفت که بین پ-هاش‌های مختلف خاک و موقعیت جمعیتی تریکودرما رابطه‌ای خطی وجود ندارد، بهمین جهت برای پ-هاش‌های بین ۳/۸ و ۸/۱ همبستگی ضعیفی بامیانگین جمعیت (r =۰/۲۰۱)، جمعیت نهائی (r = ۰/۱۸۰) و درصد بقاء پروپاگل‌ها در پایان آزمایش (r=۰/۱۹۳) دیده می‌شود. این اثر را باید نتیجه مستقیم اثر پ-هاش روی جوانه زدن اسپورها تلقی کرد زیرا آزمایش مزبور در شرایط استریل صورت گرفته و اثر پ-هاش روی فعالیت بیولوژیکی خاک مطرح نبوده است. بررسی‌هائی که روی اثر پ-هاش صورت گرفته نشان می‌دهند که یون هیدروژن در غلظت‌های متوسط باعث افزایش جوانه‌زنی اسپورهای تریکودرما می‌گردد، در حالیکه افزایش بیش از حد آن، در حد پ-هاش‌های کمتر از چهار، رشد رویشی را کاهش داده و شرایط بهتری را برای تولید کلامیدوسپور فراهم می‌کند (۵).



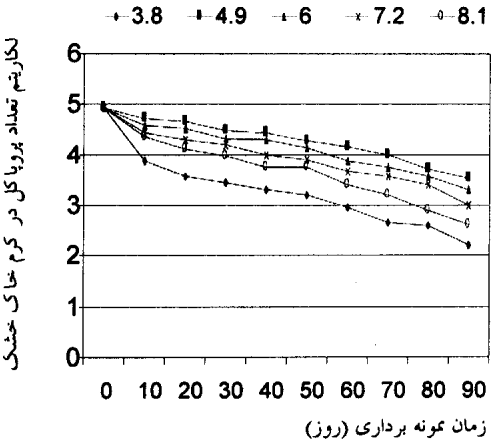
شکل ۲- اثردما (درجه سانتیگراد)



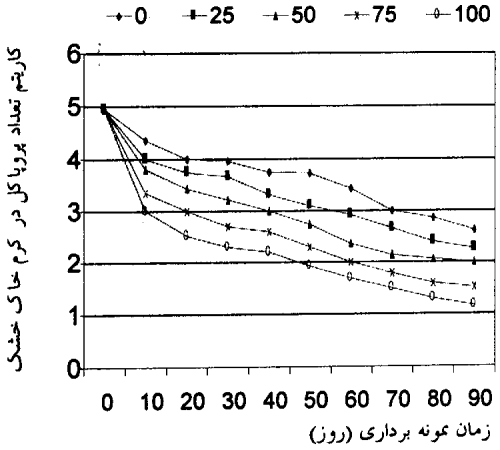
شکل ۱- اثر رطوبت (درصد)



شکل ٤- اثرمواد آلی (درصد)



شکل ۳- اثر پ-هاش



شکل ۵- اثرفعالیت بیولوژیکی خاک

(درصدخاک غیراستریل درخاک استریل)

شکل‌های ۱ تا ۵- اثر رطوبت، دما، پ-هاش، میزان مواد آلی، و فعالیت بیولوژیکی خاک (درصد خاک غیر استریل در خاک استریل) روی تغییرات جمعیت و میزان بقاء *Trichoderma harizanum* H32

پره ایرا و همکاران (۱۹۹۸) پ-هاش‌های نزدیک به۵/۵ ویا کمتر را مناسب‌تر از سایر پ-هاش‌ها برای رشد *T. harzianum* می‌دانند، با اینحال ترکیب طبیعی جمعیت گونه‌های تریکودرما در پ-هاش‌های مختلف یکسان نیست. بعضی محققین اثر پ-هاش را روی تریکودرما در ارتباط با تراکم C02 و یون $HCO3^-$ موجود در خاک ارزیابی می‌کنند و معتقدند که این دو ترکیب بطور مستقیم و غیرمستقیم روی جمعیت و فراوانی نسبی گونه‌های تریکودرما اثر می‌گذارند (۶).

افزایش مقادیر مختلف مواد آلی به خاک اثر مثبت و پیوسته‌ای روی جمعیت و بقاء قارچ بجا گذاشته است (شکل ۴). در تمام موارد اضافه شدن مواد آلی خاک باعث افزایش معنی‌داری روی میانگین جمعیت و همچنین جمعیت نهائی قارچ گردیده است. بطوریکه بالاترین میزان همبستگی بین درصد مواد آلی خاک با میانگین جمعیت (r = ۰/۸۱۸)، جمعیت نهائی (r = ۰/۷۸۲) و درصد بقاء پروپاگل‌ها در پایان آزمایش (r =۰/۸۳۱) دیده می‌شود (جدول ۲). بیشترین تغییرات جمعیتی بین تیمارهای دارای ۰/۸ و ۱/۳ درصد مواد آلی دیده می‌شود (جدول ۱)، در این تیمارها با اضافه شدن ۰/۵٪ مواد آلی جمعیت نهائی ۱۶ بار افزایش یافته است (از ۱×۱۰^{۳} به $۱۰^{۳}$ × ۶/۳)، در حالیکه افزایش مواد آلی از ۲/۵ به ۳/۲ درصد تنها کمی بیش از دو برابر جمعیت را افزایش داده است (از $۱۰^{۴}$× ۱/۶ به $۱۰^{۴}$× ۴)، به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که افزایش مواد آلی در خاک‌های فقیر اثر بیشتری روی بقاء قارچ دارد، و حداقلی از مواد آلی برای بقاء قارچ ضروری است، زیرا مواد آلی نه تنها منبع تغذیه قارچ بشمار می‌روند بلکه بستری مناسب برای تثبیت و رشد آن نیز می‌باشند. در این آزمایش که در خاک استریل صورت گرفته اثر مواد آلی محدود به اثر مستقیم آن روی رشد قارچ می‌باشد و نمی‌توان آنرا به فعالیت میکروفلور خاک نسبت داد. علاوه بر کمیت مواد آلی، نوع و کیفیت آن نیز می‌تواند روی جمعیت و میزان بقاء گونه‌های تریکودرما اثرگذار باشد.

تحقیقات متعددی در زمینه اثر مواد آلی مختلف روی جمعیت تریکودرما صورت گرفته است، کاسین و همکاران (۱۹۹۵) اثر بقایای گیاهان مختلف از جمله جو، سویا و ذرت را روی جمعیت تریکودرما مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که تمامی آنها باعث افزایش جمعیت تریکودرما می‌گردند، ولی بقایای جو اثر بهتری بجا می‌گذارد. همین نتیجه را الناگی و همکاران (۱۹۹۸) در مورد بقایای نیشکر، برنج، و اکالیپتوس بدست آوردند، در بین اینها بقایای نیشکر و بعد از آن کاه برنج مناسب‌ترتشخیص داده شدند. از نظر پراکندگی جغرافیائی نیز مشخص شده که ارتباط مستقیمی بین میزان مواد آلی خاک و پراکندگی گونه‌های تریکودرما وجود دارد.

درصد خاک غیراستریل در خاک استریل که بعنوان معیاری برای فعالیت بیولوژیکی خاک در نظر گرفته شد یکی دیگر از فاکتورهای موثر روی تغییرات جمعیت و بقاء تریکودرما بشمار می‌رود. نمودارهای تغییرات جمعیت در تیمارهای دارای درصد های مختلف خاک استریل (شکل ۵) نشان میدهند که کاهش جمعیت در فقدان میکروارگانیسم های رقیب آهسته تر صورت میگیرد بطوریکه میانگین جمعیت وهم چنین جمعیت نهائی قارچ در تیمار خاک کاملا استریل به ترتیب ۲۷ و ۲۹ مرتبه بیشتر از وقتی است که در صد خاک استریل صفر بوده است (جدول ۱)، این تفاوت جمعیت نشان می‌دهد که علیرغم برخورداری تریکودرما از قابلیت بالای آنتاگونیستی روی قارچهای دیگر در مقابل دیگر اعضای میکروفلور خاک بخصوص گونه‌های سودوموناس و باسیلوس ضعیف است و نمی‌تواند جمعیت و بقای خود را برای مدت طولانی حفظ کند. بین و همکاران (۱۹۹۱) نشان دادند که افزایش جمعیت سودوموناده‌ها در خاک باعث کاهش جمعیت تریکودرما میگردد، همین نتیجه در خصوص اثر کاهندگی مجموعه میکروفلور خاک روی جمعیت تریکودرما بدست آمده است (۱۲). این عوامل با اشغال و مصرف ابعاد اکولوژیکی[1] و همچنین تولید ترکیبات بازدارنده[2] و کشنده مختلف مانند انواع آنزیمها، توکسینها، هورمونها و بعضی متابولیتهای فرار از رشد تریکودرما جلوگیری کرده و نهایتاً باعث کاهش جمعیت آن می‌گردند. هر چند در این بررسی میزان آمونیاک موجود در خاک اندازه‌گیری نشد ولی از آنجائیکه وجود

1 . Ecological nich

2 . Inhibitors

آمونیاک در خاک که نتیجه فعالیت میکروارگانیسم ها و تجزیه ترکیبات ازت‌دار می‌باشد پدیده‌ای طبیعی بشمار می‌رود و می‌تواند به میزان بسیار کم (1 μ g/g) اثر بازدارندگی روی تریکودرما داشته باشد (۱۵) می‌توان پذیرفت که یکی از دلایل پائین بودن جمعیت تریکودرما در خاک‌های طبیعی وجود رقبای آن باشد. ضرایب همبستگی بدست آمده بین فعالیت بیولوژیکی خاک با میانگین جمعیت (r = -۰/۶۵۱)، جمعیت نهائی (r = -۰/۵۹۳) و درصد بقاء پروپاگل‌ها در پایان آزمایش (r = -۰/۶۱۸) نیز نشان دهنده اثرمنفی و قابل توجه فعالیت بیولوژیکی خاک روی وضعیت جمعیتی تریکودرما می‌باشد (جدول ۲).

در مجموع می‌توان پذیرفت که شرایط خاک اثر تعیین کننده‌ای روی دینامیک جمعیت و میزان بقاء *T.harzianum* دارد، به این معنی که خاکهای دارای مواد آلی بیشتر، پ-هاش اسیدی، رطوبت نسبتا بالا، دمای حدود ۲۵ درجه و فعالیت بیولوژیکی کمتر شرایط بهتری را برای حفظ جمعیت و بقاء *T. harzianum* فراهم می‌کنند و برای مبارزه بیولوژیکی با قارچهای بیمارگر خاکزی مناسبتر از سایر خاک‌ها بشمار می‌روند. به این ترتیب بنظر می‌رسد که قبل از استفاده از قارچ تریکودرما برای کنترل عوامل بیمارگر خاکزی لازمست عکس‌العمل گونه و حتی جدایه مورد استفاده نسبت به شرایط خاک مورد مطالعه دقیق قرار گیرد.

REFERENCES

1. Bin, L., G. R. Knudsen, & D.J. Eschen. 1991. Influence of an antagonstic Strain of *Pseudomonas fluorescens* on growth and ability of *Trichderma harzianum* to colonize sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in soil. Phytopathology. 81(9): 994-1000
2. Causin, R., V. D'Ambra, & L. Montecchio. 1995. Effect of crop residues from different sources on population of *Trichoderma* sp. naturally present in a soil. Informatore Fitopatologico 45(7-8): 55-57
3. Cook, R.J. 1993. Making greater use of introduced microorganisms for biological control of plant pathogens. Ann. Rev. Phytopathol. 31: 53-80
4. Copping, L.G. 1998. The Biopesticide Manual (First Edition). British Crop Protection Council, UK. 301 Pp.
5. Danielson, R.M. & C.B. Davey. 1973. Effect of nutrients and acidity on Phialospore germination of *Trichderma in vitro*. Soil Biol. Biochem 5: 517-524
6. Danielson, R.M. & C.B. Davey. 1973. Non nutritional factors affecting the growth of *Trichoderma* spp. on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii*- scanning electron microscopy. Phytolathology 73: 85-88
7. Danielson, R. M. & C.B. Davey. 1973. The abundance of *Trichderma* propagules and the distribution of species in forest soil. Soil Biol. Biochem. 5: 485-494
8. Davet, P. 1981. Effects de quelques pesticides sur la colonization d'un substrat par le *Trichoderma harzianum* Rifai en presence des autres champignons du sol.. Soil. Biol. Biochem. 13: 513-517
9. Davet, P. 1979. Technique pour l'analyse des population de *Trichoderma* et de *Gliocladium virens* dans le sol. Ann. Phytopathol. 11: 529-533
10. Domsch, K.H.,W. Gams, & T. H. Anderson. 1980. Compendium of Soil Fungi, Vol.1. London Academic Press. 859 Pp.
11. Elnaghy, M.A., M. Gehan, H. Shaban, S. A. El-Khodary, & M.M. Yaser. 1998. Effect of organic amendments on *Trichderma* in different Egyptian soil type. African Journal of Mycology and Biotechnology 6(1): 27-39
12. Jayaraj, J. & R. Rmabadra. 1999. Effect of moisture level on the survival of *T. koningii* in soil. Indian Phytopathology. 52(2): 188-189
13. Lewis, J.A. & G.C. Papavizas. 1984. Chlamidospore formation by *Trichoderma* spp. in natural substrates. Can.J. Microbiolo. 30: 1-7
14. Lewis, J. A. & G.C. Papavizas. 1984. Profileration of *Trichoderma* and *Giocladium* from alginate pellets in natural soil and reduction of *Rhizoctonia solani* inoculum. Phytopathology 74: 836 (abstr.)
15. Lockwood, J. L. 1977. Fungistasis in soil. Bio. Rev. 52: 1-43

16. Nelson, E. B., G. A. Kuter, & H. A. J. Hoitink. 1983. Effect of fungal antagonists and compost age on suppression of *Rhizoctonia* damping-off in container media amended with composted hard wood bark. Phytopathology 73: 1457-1462
17. Papavizas, G.C. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium* Biology, Ecology, and Potential for Biocontrol, Ann. Rev. of Phytopathol. 23: 23-5
18. Papavizas, G.C. 1981. Survival of *Trichoderma harzianum* in soil and in pea and bean rhizosphere. Phytopathology, 71: 121-125
19. Papavizas, G.C., M. T. Dunn, J. A. Lewis, & J. Beagle-Risatino. 1984. Liquid fermentation technology for experimental production of biocontrol fungi. Phytopathology 74: 1171-1175
20. Papavizas, G.C., J. A. Lewis, & T.H. Abd-El Moity. 1982. Evaluation of new biotypes of *Trichodrma harzianum* for tolerane to benomyl and enhanced biocontrol capabilities. Phytopathology, 72: 126-132
21. Papavizas G.C. & R.D.Lumsden. 1982. Improved medium for isolation of *Trichoderma* spp. from soil. Plant Dis. 66: 1019-1020
22. Papavizas, G.C. & R.D. Lumsden. 1980. Biological control of soil borne fungal propagules. Ann. Rev. Phhytopathol. 18: 389-413
23. Paulitz, T.C. & R. Baker. 1987. Biological control of *Pythium* damping-off of cucumber with *Pythium nunn.* Population dynamics and diseases suppression. Phytopathology 77: 335-340
24. Pereira, J.C.R., G. M. Chaves, L. Zambolium, K. Matsuoka, R. S. Acuna, & F.X. R. Do-Vall. 1998. Survival of *Trichoderma harzianum* and *Bacillus Subtilis* in vermi compost. Summa Phytopathlogica 24(3-4): 231-238
25. Schippers, B., J. W. Meijer, & J. I. Liem. 1982. Effect of Ammonia and other soil volatiles on germination and growth of soil fungi. Trns. Br. Mycol. Soc. 79: 253-259