اثر بازدارندگی تفاله شیرین‌بیان و بستر پرورش قارچ صدفی (*Pleurotus ostreatus*) بر نماتد ریشه‌گرهی (*Meloidogyne javanica*)*

Inhibitory effects of licorice residue and spent mushroom compost of oyster mushromm (*Pleurotus ostreatus*) on root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*

نرگس علمی [۱]، محمد عبدالهی [۲]**

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۸)

چکیده

اثر بازدارندگی تفاله شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra*) و بستر استفاده شده (کمپوست) قارچ خوراکی صدفی (*Pleurotus ostreatus*) بر نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* بررسی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور ترکیبات تیماری اصلاح‌کننده خاک در ۱۰ سطح و مایه‌زنی در دو سطح و در چهار تکرار با طرح پایه کاملاً تصادفی طراحی گردید. شاخص‌های رشدی گیاه دو ماه پس از مایه‌زنی نشان داد که استفاده از ۶۰ گرم کمپوست سترون نشده به طور معنی‌داری بهترین نتیجه را داشته، ولی استفاده از تفاله شیرین‌بیان نه تنها رشد گیاه را بهبود نبخشید بلکه در مقایسه با تیمار مایه‌زنی نشده و بدون اصلاح کننده، موجب کاهش شاخص‌های رشدی گیاه گردید. در شاخص‌های مربوط به نماتد، مصرف ۶۰ گرم از هر یک از سه اصلاح کننده، فاکتورهای تکثیری نماتد را به طور معنی‌داری کاهش دادند که البته اثر کمپوست قارچ به مراتب بیشتر از تفاله شیرین‌بیان بود. از تفاوت قابل توجه اثر نماتدکشی تفاله شیرین‌بیان و تفاله شیرین‌بیانی که یک دوره قارچ بر روی آن پرورش داده شده بود، می‌توان به توانایی قارچ در فرآوری تفاله شیرین‌بیان و ایجاد ماده‌ای با اثر نماتدکشی بهتر با اثر سوء کمتر بر گیاه پی برد.

کلیدواژه: ضایعات، قارچ صدفی، تفاله شیرین‌بیان، کمپوست، اصلاح کننده خاک

---

* به عنوان بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول، تحت راهنمایی نگارنده دوم، محل اجرای تحقیق: دانشگاه یاسوج

** مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mdabdollahi@gmail.com

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد نماتدشناسی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه یاسوج

۲- دانشیار نماتدشناسی گروه گیاهپزشکی دانشگاه یاسوج

مقدمه

حدود ۲۰ درصد محصولات کشاورزی در اثر حمله نماتدها از بین می‌رود (Kearn *et al.* 2014). نماتدهای ریشه‌گرهی جنس *Meloidogyne* در زمره‌ی نماتدهای بسیار مهم انگل گیاهی قرار دارند و به علت دامنه وسیع میزبانی و نوع خسارت، یکی از سه یا پنج عامل بیماری‌زای مهم گیاهی محسوب می‌گردد. در این جنس بیش از ۹۰ گونه موجود است که خسارت‌زاترین و رایج‌ترین آن‌ها، گونه‌های *M. incognita*، *M. javanica* و *M. arenaria* می‌باشند. این نماتدها مکانیزم بسیار تخصص یافته‌ای برای بقا، نفوذ و توسعه در میزبان دارند (Sikora & Fernandez 2005).

با توجه به مضرات فراوان سموم شیمیایی، جایگزین کردن روش‌های بیولوژیکی اهمیت بسیاری یافته‌اند. افزودن اصلاح‌کننده‌های آلی به خاک بر شرایط فیزیکی و فعالیت بیولوژیکی خاک اثر مثبت دارد. مواد آلی حاصل از تجزیه بقایای گیاهی با ایجاد تغییرات فیزیکی و شیمیایی در خاک و افزایش غلظت فسفر قابل جذب، پتاسیم و سدیم، باعث کاهش تعداد لارو و تخم‌های *M. javanica* شده‌اند (Dropkin *et al.* 1958). در حین پوسیده شدن مواد آلی، برخی ترکیبات فنلی و گازهای فرار آمونیاک، نیترات و سولفور و همچنین اسیدهای آلی تولید می‌شوند که به طور مستقیم و غیرمستقیم بر تفریخ تخم و زنده‌مانی لاروها تاثیر می‌گذارند (Kang *et al.* 1981). استفاده از کود مرغی و ضایعات کشاورزی مثل کمپوست چوب‌پنبه، تفاله انگور خشک، تفاله زیتون و سبوس برنج برای کنترل نماتد ریشه‌گرهی جمعیت نماتد را ۲۴-۸۷ درصد کاهش داده است (Nico *et al.* 2004). حسن و همکاران Hassan (*et al.* 2010) نیز از پوست برنج و خاک اره و ضایعات دفن شده به میزان‌های ۱۵، ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار برای کنترل نماتد ریشه‌گرهی در گوجه‌فرنگی استفاده کردند که در بین این سه ماده، ضایعات دفن شده به مقدار ۴۵ تن در هکتار بیشترین کاهش جمعیت نماتد (۱۰۰-۱۷ درصد) را داشته است.

در بین عوامل مختلفی که قادر به کاهش جمعیت نماتدهای گیاهی می‌شوند، قارچ‌ها اهمیت بیشتری داشته و بعضی از آن‌ها پتانسیل بالایی در کنترل بیولوژیک نماتدها دارند (Ciancio & Mukerji 2008). خاصیت نماتدکشی قارچ‌های شاخه *Basidiomycota* اولین بار در بین گونه‌های *Nematoctonus* مشاهده شد (Barron 1977). پس از آن، گونه‌های مختلفی از بازیدیومیست‌های کلاهک‌دار با توانایی نماتدکشی، از جمله گونه‌هایی از *Resupinatus*، *Conocybe* و *Pleurotus*، معرفی شدند (Tzen & Liou 1993). بعضی از قارچ‌های کلاهک‌دار از جمله گونه‌های *Pleurotus* که به صورت تجاری جهت مصرف خوراکی کشت می‌شوند، دارای توانایی نماتدکشی هستند. بر اساس مطالعات *تورن و بارون* (Thorn & Baron 1984)، *Pleurotus ostreatus* (Jacquin: Fries) Kummer توانایی حمله به نماتد و تغذیه از آن را دارد. بر این اساس، این قارچ از نماتد به عنوان منبع نیتروژن استفاده می‌کند.

بارون و تورن (Baron & Thorn 1987) سمیت هیف‌های رویشی *P. ostreatus* را گزارش کرده و رفتار نماتدها در تماس با این قارچ را تشریح کردند. بر اساس مطالعات ایشان، به محض تماس نماتد با ریسه این قارچ، نماتد به سرعت غیرفعال شده و ظرف مدت کوتاهی توسط قارچ کلنیزه می‌گردد و در نهایت هضم می‌شود. به دام افتادن نماتد در ریسه‌های قارچ‌های این جنس منحصر به فرد است، به طوری که از زواید بسیار ظریف آن قطرات

کوچک توکسین ترشح می‌شود. سمیت هیف‌های این قارچ به ترشحات حاوی توکسین trans-2-decenedoic acid ارتباط داده شده است (Kwok *et al.* 1992). مطالعات آزمایشگاهی *لارسن و نانسن* (Larsen & Nansen 1991) نشان داد که قارچ *P. pulmonarius* اثر فلج کنندگی بر لاروهای پیش عفونی برخی گونه‌های نماتدهای انگل جانوری دارد ولی لاروهای عفونی کمتر تحت تاثیر قرار می‌گیرند که احتمالاً به دلیل پوشش کوتیکول خارجی آن‌ها است.

با استفاده از عصاره کشت *P. sajor-caju*، قابلیت کنترل *Aphelenchoides composticola* در کشت قارچ *Agaricus bisporus* نشان داده شده است (Sharma 1994). در شرایط آزمایشگاهی، اثر آنتاگونیستی پنج گونه *Pleurotus* شامل *P. ostreatus*، *P. sajor-caju*، *P. cornucopiae*، *P. florida* و *P. eryngii* بر لارو سن دوم *Meloidogyne javanica* مطالعه شده است (Heydari *et al.* 2006). بر اساس بررسی ایشان، تمامی گونه‌های مورد مطالعه این قارچ بر روی محیط کشت آب آگار قطرات کوچکی از توکسین به وجود می‌آورند که در اثر تماس با این قطرات، نماتدها بلافاصله واکنش می‌دهند. قارچ از طریق دهان و منافذ بدن به درون بدن نماتد نفوذ کرده و ظرف دو یا سه روز محتویات آن‌را تجزیه می‌کند. حتی عصاره کشت این قارچ‌ها بر نماتد اثر داشت که البته این اثر در گونه‌های مختلف متفاوت بود. در این بررسی، بیشترین اثر کشندگی در گونه *P. ostreatus* و کمترین اثر در *P. eryngii* مشاهده گردید.

پالیزی و همکاران (Palizi *et al.* 2009) با استفاده از کمپوست قارچ *P. ostreatus* با نسبت وزنی ۳٪ در مزارع چغندرقند، موفق به کنترل ۸۵ درصدی نماتد سیستی چغندرقند شدند. در آزمایشات *حیدری و پورجم* (Heydari & Pourjam 2013) با کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ گرم کمپوست دو قارچ *P. ostreatus* و *P. sajor-caju* به ازای هر پنج کیلوگرم خاک، شاخص گال ریشه در مقایسه با تیمارهای شاهد کاهش نشان داد. در بین تیمارهای مایه‌زنی شده با ۴۰۰۰ نماتد، کمترین میانگین شاخص گال ریشه در تیمارهای استفاده شده از ۱۵۰ گرم کمپوست *P. ostreatus* و سپس در تیمارهای استفاده شده از همین مقدار کمپوست از قارچ *P. sajor-caju* مشاهده شد. در بررسی ایشان، اگر چه مقدار عددی شاخص گال ریشه با افزایش وزن کمپوست کاهش یافت، ولی این تفاوت معنی‌دار نبود. بر اساس تحقیقات *چینگ و وانگ* (Ching & Wang 2014) کمپوست قارچ خوراکی *P. ostreatus* در شرایطی که میزان ماده آلی در خاک کافی باشد، اثر بیشتری دارد. یافته‌های ایشان همچنین نشان داد که افزودن این کمپوست به خاک اطراف ریشه نشاء هفت روز قبل از انتقال نشاء به مزرعه، بوته را از آلوده شدن به نماتد ریشه گرهی *M. incognita* محافظت کرده است. در همین بررسی مشخص شد که افزودن کمپوست *P. eryngii* با نسبت ۲٪ وزنی رشد ریشه را افزایش داد. در آزمایشات *خان* و همکاران (Khan *et al.* 2014) اثرات نماتدکشی *P. ostreatus*، *P. florida* و *P. citronopileatus* علیه نماتدهای انگل گیاهی سبزیجات مطالعه گردید و نشان داده شد که قارچ *P. citronopileatus* بیشترین اثر در مرگ و میر تمامی نماتدهای مورد بررسی دارد.

با عنایت به نتایج قابل توجه آزمایشات مقدماتی یکی از پرورش‌دهنده‌های قارچ صدفی در استان کهگیلویه و بویراحمد و استفاده از کمپوست قارچ در بستر کشت گوجه‌فرنگی، آزمایشی به منظور بررسی اثر نماتدکشی بستر قارچ صدفی و همچنین تفاله شیرین‌بیان که از پسماندهای کارخانه عصاره‌گیری شیرین‌بیان است و به

عنوان بستر کشت قارچ صدفی استفاده می‌گردد، در گلخانه گیاهپزشکی دانشگاه یاسوج طراحی و اجرا گردید.

روش بررسی

تهیه جمعیت خالص نماتد *Meloidogyne javanica*:

با بررسی مناطق آلوده در سطح استان و شناسایی گلخانه‌های گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه‌گرهی، نمونه‌برداری از خاک آلوده و ریشه بوته‌های گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه‌گرهی صورت گرفت. جهت تهیه جمعیت خالص نماتد، یک توده‌ی تخم نماتد از ریشه آلوده جدا و در کنار ریشه یک نشای شش برگی گوجه‌فرنگی رقم محلی فلات درون گلدان حاوی خاک شنی سترون قرار داده شد. نماتد ماده جهت بررسی مشخصات الگوی کوتیکول انتهای بدن استفاده شد. جهت تعیین گونه نماتد از جپسون (Jepson 1987) استفاده گردید. پس از چند دوره متوالی تکثیر بر روی گوجه‌فرنگی در شرایط دمایی ۲۸ درجه سلسیوس، جمعیت کافی از لارو سن دوم نماتد به دست آمد. با تهیه حجم مشخصی از سوسپانسیون نماتد، تعداد لارو سن دوم، در پتری مدرج حاوی یک میلی‌لیتر سوسپانسیون در زیر بینوکولر شمارش شد.

طراحی آزمایش

این آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور ترکیبات تیماری اصلاح کننده خاک (در ۱۰ سطح: ۱- شاهد بدون اصلاح کننده، ۲-۴- تفاله شیرین‌بیان به میزان ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک، ۵-۷- کمپوست سترون شده قارچ صدفی به میزان ۲۰، ۴۰، و ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک، ۸-۱۰- کمپوست سترون نشده قارچ صدفی به میزان ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک) و مایه‌زنی با نماتد (در دو سطح: ۱- مایه‌زنی در مرحله شش برگی گوجه‌فرنگی با ۱۵۰۰ لارو سن دوم نماتد، ۲- عدم مایه‌زنی با نماتد) در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید.

تفاله شیرین‌بیان به عنوان بستر اولیه پرورش قارچ صدفی که هنوز روی آن قارچ پرورش داده نشده بود، از کارخانه عصاره‌گیری شیرین‌بیان و کمپوست قارچ صدفی *P. ostreatus* از کارگاه پرورش قارچ خوراکی آقای فرهادی واقع در حومه یاسوج، تهیه گردید. برای تهیه کمپوست سترون شده، تفاله شیرین‌بیانی که یک دوره قارچ *P. ostreatus* به روی آن پرورش داده شده و پس از اتمام دوره پرورش به مدت یک ساعت تحت فشار یک اتمسفر و دمای ۱۲۰°C سترون شده بود استفاده گردید.

مقادیر ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک از هر کدام از تفاله و کمپوست مورد بررسی با خاک خشک سترون با بافت لومی-شنی مخلوط و در گلدان‌های با ظرفیت دو کیلوگرم خاک ریخته شد. در تیمارهای شاهد (با و بدون مایه‌زنی با نماتد) مواد اصلاح کننده اضافه نشد. جهت تهیه نشاء، ابتدا بذور گوجه‌فرنگی به مدت سه دقیقه با هیپوکلریت سدیم ۰/۵٪ ضدعفونی سطحی گردید و پس از شستشو با آب مقطر سترون در ظروف نشاء حاوی خاک سترون کشت شدند. دو هفته پس از کاشت، گیاهچه‌های چهار برگی به گلدان‌های اصلی با ظرفیت دو کیلوگرم خاک انتقال داده شدند. یک هفته پس از انتقال نشاها و در مرحله شش برگی، با ایجاد سه سوراخ در اطراف هر بوته، ۱۵۰۰ لارو سن دوم نماتد *M. javanica* در مجاورت ریشه قرار داده شد. گلدان‌ها در شرایط یکسان در محیط گلخانه با دمای تقریبی ۲۸°C و رطوبت نسبی ۶۵٪ نگه‌داری و هر ۴۸ ساعت یک بار آبیاری شدند. در زمان

نگهداری بوته‌ها در گلخانه، به طور هفتگی به مقدار ۲۰ میلی‌لیتر از NPK به نسبت ۲۰:۲۰:۲۰ و با غلظت سه در هزار به ازای هر بوته استفاده شد (Hosseininejad & Khan 2000). دو ماه پس از مایه‌زنی سوسپانسیون نماتد به گیاهچه‌ها، اقدام به ارزیابی تیمارهای اعمال شده در گیاهچه‌های آلوده گردید. شاخص‌های رویشی گیاه گوجه‌فرنگی، شامل طول، وزن تر و وزن خشک شاخسار و ریشه و همچنین شاخص‌های مربوط به تکثیر و تولیدمثل نماتد از قبیل تعداد گال و تعداد کیسه تخم در ریشه، تعداد لارو سن دوم در خاک و فاکتور تولیدمثل مورد بررسی قرار گرفت. شاخص تولید گال و کیسه تخم با استفاده از روش *ساسر و تیلور* (Sasser & Taylor 1987) اندازه‌گیری گردید. توده‌های تخم از طریق فرو بردن در محلول ۰/۴٪ اسید فوشین به مدت ۲۰ دقیقه رنگ‌آمیزی و شمارش شدند. تعداد لارو سن دوم موجود در ۲۰۰ گرم خاک نیز با استفاده از روش *کاونس و جنسن* (Caveness & Jensen 1955) استخراج و سپس شمارش گردید. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 20 صورت پذیرفت. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطوح یک و پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

شناسایی گونه *Meloidogyne*

بر اساس مشخصات نقوش کوتیکولی ناحیه پیرامون مخرج نماتدهای ماده، اندازه‌گیری پارامترهای ریختی و ریخت‌سنجی ماده و لارو سن دوم، گونه مورد بررسی *M. javanica* تشخیص داده شد که مشخصات آن با شرح جپسون (Jepsen 1987) مطابقت داشت.

تاثیر تفاله شیرین‌بیان و کمپوست قارچ صدفی بر شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی

مقایسه میانگین فاکتورهای رشدی شاخساره در جدول ۱ نشان داده شده است. همان گونه که ملاحظه می‌گردد، بیشترین طول ساقه در تیمار مایه‌زنی شده با نماتد همراه با افزودن ۶۰ گرم کمپوست سترون نشده مشاهده گردید که طول ساقه در آن‌ها حتی از تیمار مایه‌زنی نشده با نماتد بیشتر بود. در بین سه سطح، بهترین تیمار ۶۰ گرم کمپوست سترون نشده به ازای یک کیلوگرم خاک در حالت مایه‌زنی شده با نماتد و در درجه دوم ۲۰ و ۴۰ گرم کمپوست سترون نشده در هر دو حالت مایه‌زنی شده و مایه‌زنی نشده با نماتد بودند که در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. در مورد وزن تر شاخسار، هر سه سطح ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم کمپوست سترون نشده در بین تیمارهای مایه‌زنی شده با نماتد، تیمار ۶۰ گرم کمپوست سترون نشده و همچنین تیمار شاهد مایه‌زنی نشده که اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند بهترین تیمارهای آزمایش بودند. استفاده از ۶۰ گرم کمپوست سترون نشده در بین تیمارهای مایه‌زنی نشده با نماتد به طور معنی‌داری باعث تولید بیشترین وزن خشک شاخساره شد. دلیل این موضوع را می‌توان به این صورت بیان کرد که در تیمار مایه‌زنی شده به دلیل تحریک رشد گیاه توسط نماتد، شاخص‌های رشدی گیاه افزایش یافته است، لیکن با توجه به اثر نماتدکشی قارچ صدفی، از صدمه نماتد به گیاه جلوگیری شده است.

در مورد ریشه (جدول ۲)، بیشترین طول ریشه در بین تیمارهای مایه‌زنی نشده با نماتد و با افزودن ۶۰ گرم کمپوست سترون نشده مشاهده گردید که طول ریشه از تیمار شاهد مایه‌زنی نشده نیز بیشتر بود. بیشترین طول

جدول ۱: مقایسه میانگین رشد و نمو شاخساره گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه‌گرهی و تیمار شده با نسبت‌های مختلف تفاله شیرین‌بیان و کمپوست قارچ صدفی *Pleurotus ostreatus* در شرایط گلخانه.

Table 1: Comparison mean of shoot growth parameters of infected tomato by *Meloidogyne javanica*, treated with different ratios of licorice residue and spent mushroom compost of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in greenhouse conditions.

Treatments	Amount	Inoculation	Shoot		
			Length (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
Sterilized compost	20g	Inoculated	13.00 ± 0.46HI	1.33 ± 0.09EG	0.23 ± 0.05FG
	40g		17.63 ± 0.94EG	2.30 ± 0.11BE	0.50 ± 0.07EG
	60g		17.88 ± 0.43DF	2.88 ± 0.16BC	0.60 ± 0.16EF
Unsterilized compost	20g		24.00 ± 0.41B	5.20 ± 0.23A	1.20 ± 0.14CD
	40g		24.50 ± 0.87B	5.63 ± 0.41A	1.58 ± 0.05BC
	60g		30.00 ± 1.47A	5.83 ± 0.32A	1.60 ± 0.09B
Licorice residue	20g		11.88 ± 0.43I	0.66 ± 0.02G	0.14 ± 0.02G
	40g		12.00 ± 0.71I	0.83 ± 0.03G	0.17 ± 0.03G
	60g		13.00 ± 0.41HI	1.01 ± 0.05FG	1.50 ± 0.04BC
Unamended			15.00 ± 1.83EI	1.79 ± 0.08CG	0.38 ± 0.06FG
Sterilized compost	20g	Uninoculated	14.88 ± 0.52EI	1.46 ± 0.05DG	0.28 ± 0.02FG
	40g		16.00 ± 0.41EI	1.55 ± 0.05DG	0.30 ± 0.05FG
	60g		16.75 ± 0.48EH	2.80 ± 0.18BC	0.88 ± 0.09DE
Unsterilized compost	20g		22.00 ± 0.41BD	2.57 ± 0.03BD	0.51 ± 0.03EG
	40g		22.63 ± 0.85BC	3.37 ± 0.23B	0.59 ± 0.03EF
	60g		25.50 ± 0.65B	6.05 ± 0.06A	3.38 ± 0.13A
Licorice residue	20g		13.50 ± 0.29GI	0.72 ± 0.05G	0.14 ± 0.02G
	40g		13.75 ± 0.48FI	0.77 ± 0.06G	0.16 ± 0.02G
	60g		18.50 ± 1.55CE	2.11 ± 0.19CF	0.31 ± 0.01FG
Unamended			24.50 ± 0.68B	5.26 ± 0.65A	1.04 ± 0.10D

*Values presented are means followed by SE (presented as bold figures), n=4

**Means followed by dissimilar letters in a column are significantly different from each other at 5% probability level

ریشه بعد از تیمارهای فوق، از بین تیمارهای مایه‌زنی شده با نماتد با استفاده از ۶۰ گرم از هر یک از کمپوست سترون و غیر سترون حاصل گردید. نکته قابل توجه در این بررسی، تاثیر ۶۰ گرم تفاله شیرین‌بیان بر اندازه طول ریشه در تیمار مایه‌زنی شده بود که از این نظر تفاوت معنی‌داری با شاهد مشابه مایه‌زنی نشده نداشت. بیشترین وزن تر ریشه در تیمار مایه‌زنی شده با نماتد همراه با افزودن ۶۰ گرم کمپوست سترون نشده قارچ ایجاد شد که حتی از وزن تر ریشه در تیمار مایه‌زنی نشده با نماتد بیشتر بود. وزن خشک ریشه در تیمار ۶۰ گرم تفاله شیرین‌بیان در هر کیلوگرم خاک بهترین نتیجه را داشت.

در آزمایشی که توسط حیدری و پورجم (Heydari & Pourjam 2013) انجام گرفت در بین تیمارهای مایه‌زنی شده با جمعیت ۴۰۰۰ نماتد، بیشترین وزن ریشه در تیمارهایی مشاهده شد که از ۱۵۰ گرم کمپوست *P. ostreatus* در گلدان پنج کیلوگرمی استفاده شده بود. کاربرد ۱۵۰ گرم کمپوست *P. sajor-caju* نیز توانست شاخص وزن ریشه را در تیمارهای مایه‌زنی شده با نماتد تغییر دهد. در تیمارهای بدون نماتد آزمایش ایشان، میانگین وزن ریشه در سطوح مختلف وزنی قارچ اختلافی نداشت. همچنین کاربرد این مقادیر، با تیمارهای شاهد (بدون نماتد و قارچ) تفاوتی نشان نداد. بنابراین کاربرد

جدول ۲: مقایسه میانگین رشد و نمو ریشه گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه‌گرهی و تیمار شده با نسبت‌های مختلف تفاله شیرین‌بیان و کمپوست قارچ صدفی *Pleurotus ostreatus* در شرایط گلخانه.

Table 2: Comparison mean of root growth parameters of infected tomato by *Meloidogyne javanica*, treated with different of licorice residue and spent mushroom compost of oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus* in greenhouse conditions.

Soil treatments	Amount	Inoculation	Root related factors		
			Root length (cm)	Fresh weight of root (g)	Dry weight of root (g)
Sterilized compost	20g	Inoculated	19.50 ± 0.65G-I	1.27 ± 0.09FG	0.05 ± 0.01G
	40g		21.00 ± 0.71G-I	1.82 ± 0.20FG	0.17 ± 0.02 FG
	60g		30.38 ± 0.55B-D	2.02 ± 0.11EF	0.17 ± 0.03FG
Unsterilized compost	20g		27.50 ± 1.19C-E	3.52 ± 0.34CD	0.28 ± 0.05D-F
	40g		29.88 ± 1.74B-D	4.59 ± 0.30B	0.41 ± 0.02CD
	60g		32.63 ± 0.75B	5.72 ± 0.18A	0.46 ± 0.02BC
Licorice residue	20g		20.75 ± 0.85G-I	1.41 ± 0.02FG	0.12 ± 0.03FG
	40g		23.25 ± 1.11E-H	1.70 ± 0.23FG	0.14 ± 0.02FG
	60g		29.00 ± 0.58B-D	1.74 ± 0.09FG	1.02 ± 0.10A
Unamended			16.50 ± 1.55I	1.73 ± 0.24FG	0.13 ± 0.01FG
Sterilized compost	20g	Uninoculated	18.75 ± 1.03HI	1.03 ± 0.03G	0.13 ± 0.01FG
	40g		21.63 ± 0.80GH	1.39 ± 0.18FG	0.20 ± 0.01E-G
	60g		24.00 ± 0.41E-H	1.64 ± 0.10FG	0.21 ± 0.03E-G
Unsterilized compost	20g		31.25 ± 0.95B-D	2.89 ± 0.13DE	0.29 ± 0.02D-F
	40g		33.50 ± 0.65B	3.53 ± 0.26CD	0.35 ± 0.02C-E
	60g		38.75 ± 0.63A	4.60 ± 0.18B	0.61 ± 0.02B
Licorice residue	20g		22.25 ± 0.85F-H	1.41 ± 0.06FG	0.18 ± 0.02FG
	40g		26.88 ± 1.33D-F	1.48 ± 0.06FG	0.18 ± 0.01FG
	60g		32.25 ± 0.75BC	2.05 ± 0.09EF	0.21 ± 0.01E-G
Unamended			31.63 ± 0.69B-D	3.93 ± 0.32BC	0.45 ± 0.05BC

*Values presented are means followed by SE (presented as bold figures), n=4

**Means followed by dissimilar letters in a column are significantly different from each other at 5% probability level

کمپوست قارچ به تنهایی نتوانست اثری بر افزایش وزن ریشه داشته باشد.

در بررسی حاضر، در مجموع تیمار استفاده از ۶۰ گرم کمپوست سترون نشده بیشترین تاثیر را بر شاخص‌های رشدی گیاه داشت که نقش قارچ موجود در ضایعات را پر رنگ‌تر می‌کند. با انجام مقایسه‌ای در بین تیمارهای بدون مایه‌زنی با نماتد، می‌توان دریافت که کمپوست سترون شده نه تنها شاخص‌های رویشی گوجه‌فرنگی را افزایش ندادند، بلکه موجب ایجاد کاهش معنی‌داری در این شاخص‌ها نیز شدند. بنابراین می‌توان استنباط نمود که تنها در موارد وجود آلودگی به این نماتد استفاده از این مواد توجیه دارد وگرنه نیازی به افزودن این ضایعات به خاک نیست. افزودن تفاله شیرین‌بیان و کمپوست سترون شده قارچ نیز توجیه اقتصادی ندارد.

تاثیر تفاله شیرین‌بیان و بستر قارچ صدفی بر شاخص‌های نماتد ریشه گرهی، *M. javanica*

با توجه به جدول مقایسه میانگین اثر ضایعات بر شاخص‌های مرتبط با نماتد (جدول ۳) بین تیمارهای مختلف از نظر تعداد گال، کیسه‌ی تخم و تخم در ریشه و تعداد لارو سن دوم در خاک و همچنین فاکتور تولیدمثل اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شد. البته ذکر این

جدول ۳: مقایسه میانگین فاکتورهای مربوط به نماتد در ریشه گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه‌گرهی و تیمار شده با نسبت‌های مختلف تفاله شیرین‌بیان و کمپوست قارچ صدفی *Pleurotus ostreatus* در شرایط گلخانه.

Table 3: Comparison mean of nematode-related factors of infected tomato by *Meloidogyne javanica*, treated with different ratios of licorice residue and spent mushroom compost of oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus* in greenhouse condition.

Soil amendment	Amount	Nematode factors				
		No. of gall/ root	No. of egg mass/ root	No. of egg/ root	J2s/ soil	RF
Sterilized compost	20g	31.50 ± 2.87B	16.50 ± 1.44B	837.50 ± 42.70B	280.25 ± 19.58C	0.76 ± 0.02B
	40g	20.50 ± 0.65C	11.50 ± 0.65C	305.00 ± 36.17C	28.50 ± 5.48E	0.23 ± 0.02D
	60g	1.25 ± 0.48EF	0.75 ± 0.25E	92.50 ± 3.23DE	23.75 ± 4.75E	0.08 ± 0.01E
Unsterilized compost	20g	14.00 ± 0.82D	5.75 ± 0.25D	383.00 ± 48.27C	104.50 ± 12.26D	0.33 ± 0.04C
	40g	5.50 ± 0.29E	1.75 ± 0.48DE	50.75 ± 7.67E	38.00 ± 7.76E	0.06 ± 0.01EF
	60g	3.50 ± 0.87EF	1.50 ± 0.29E	26.25 ± 2.39E	33.25 ± 9.10E	0.04 ± 0.01EF
Licorice residue	20g	33.25 ± 1.38B	14.75 ± 0.63BC	362.50 ± 11.09C	361.00 ± 20.52B	0.36 ± 0.01C
	40g	5.00 ± 0.82EF	2.75 ± 0.48DE	175.00 ± 6.45D	118.75 ± 14.25D	0.32 ± 0.01C
	60g	0.25 ± 0.25EF	0.00 ± 0.00E	0.00 ± 0.00E	104.50 ± 12.26D	0.08 ± 0.01E
Unamended		106.50 ± 2.90A	80.75 ± 2.93A	1052.50 ± 43.08A	479.75 ± 23.75A	1.08 ± 0.03A

*Values presented are means followed by SE (presented as bold figures), n = 4

**Means followed by dissimilar letters in a column are significantly different from each other at 5% probability level

نکته ضروری است که به دلیل کم بودن جمعیت اولیه از یک طرف و افت دمای گلخانه از طرف دیگر، تعداد تخم در کیسه تخم و تعداد تخم در کل ریشه و همچنین فاکتور تولیدمثلی نماتد در تیمار شاهد نیز افزایش قابل توجهی نداشت لیکن اختلاف آماری بین تیمارها بیانگر اثرات مفید تیمارهای مورد بررسی بود. بر اساس این نتایج، تمامی تیمارها موجب کاهش معنی‌دار تمامی شاخص‌های تکثیری نماتد نسبت به شاهد مایه‌زنی شده و بدون قارچ و تفاله شیرین‌بیان، شدند. در بین شاخص‌های مرتبط با نماتد، بیشترین کاهش در تعداد گال، توده تخم و تخم در هر سه تیمار تفاله شیرین‌بیان، کمپوست سترون شده و کمپوست سترون نشده قارچ صدفی با نسبت ۶۰ گرم در هر کیلوگرم خاک ایجاد شد که البته با تیمارهای ۴۰ گرم از تفاله شیرین‌بیان و کمپوست سترون نشده اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید. پیشتر تاثیر تفاله شیرین‌بیان بر نماتد ریشه گرهی نشان داده شده است (Abdollahi & Ramezani 2012). در بررسی ایشان، اثر متقابل رقم گوجه‌فرنگی و تفاله شیرین‌بیان بر نماتد ریشه گرهی *M. javanica* بررسی گردید. نتایج نشان داد که در گوجه‌فرنگی رقم GH 12 مقدار پنج گرم و در گوجه‌فرنگی رقم Manisha مقدار سه گرم تفاله شیرین‌بیان به ازای هر کیلوگرم خاک، فاکتور تولیدمثلی نماتد را کاهش دادند.

با مقایسه این موضوع با تاثیر تفاله شیرین‌بیان بر شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی، می‌توان نتیجه گرفت که ترکیباتی در این ماده وجود دارد که هم بر گیاه و هم بر نماتد تاثیر سوء می‌گذارند. این در حالی است که در مطالعات *ندایی نیا و محمدی* (Nedaeenia & Mohammadi 2011)، اثر مثبت گیاه شیرین‌بیان بر روی رشد قارچ *Rhizoctonia solani*، عامل بیماری سوختگی غلاف برنج، به اثبات رسیده است. بنابراین می‌توان اثرات شیرین‌بیان بر قارچ‌های مختلف را متفاوت دانست. تعدادی از مواد موثره شیرین‌بیان شامل تری‌ترپن‌های ساپونینی، فلاونوییدها، چالکون‌ها و ایزوفلاون‌ها است. مهم‌ترین ماده موجود در گیاه شیرین‌بیان، اسید گلیسریزیک است که اثر

ویروس‌کشی این ترکیب به اثبات رسیده است (Nassiri-Asl & Husseinzadeh 2007).

در آزمایش حاضر تیمارهای مورد بررسی بر جمعیت لارو در خاک تاثیر معنی‌داری داشتند که این مطالعات با بررسی‌های *حیدری و پورجم* (Heydari & Pourjam 2013) که با کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ گرم کمپوست قارچ‌های *P. sajor-caju* و *P. ostreatus* رشد یافته بر بستر سلولزی کاه گندم به ازای هر پنج کیلوگرم خاک، جمعیت لارو در خاک را تا حد زیادی کاهش دادند، هم‌خوانی دارد. به این ترتیب که کمترین مقدار عددی جمعیت لارو در تیمارهای مایه‌زنی شده با نماتد، مربوط به تیمارهایی بود که از ۱۵۰ گرم کمپوست قارچ‌ها استفاده گردید. با توجه به این که در آزمایشات حاضر کلنیزه شدن قارچ بر روی لاروهای نماتد مشاهده نشد، یافته‌های پیشین مبنی بر ایجاد قطرات سمی توسط قارچ بر علیه نماتد تایید می‌گردد (Sharma 1994؛ Heydari *et al.* 2006).

در رابطه با اثر مواد مورد استفاده بر جمعیت نهایی نماتد، نتایج کمی متفاوت با موارد دیگر است. در این بررسی کمترین اثر در تیمار استفاده از ۲۰ گرم کمپوست سترون شده قارچ صدفی مشاهده شد. بیشترین اثر در تیمارهای استفاده از ۶۰ گرم از هر یک از افزودنی‌ها دیده شد و اختلاف معنی‌دار آماری با هم و با تیمار استفاده از ۴۰ گرم کمپوست سترون نشده قارچ صدفی نداشتند. نتیجه‌گیری کلی این که کاربرد ۶۰ گرم کمپوست سترون نشده قارچ صدفی *P. ostreatus* بهترین اثر را بر پارامترهای رشدی ریشه و شاخسار داشته بیشترین کاهش در پارامترهای رشد و نمو نماتد را سبب شده است.

یکی از موارد قابل توجه در نتایج، در مقایسه اثر تفاله شیرین‌بیان و کمپوست سترون شده قارچ مشاهده می‌گردد. در ظاهر هر دو ماده نباید تفاوتی داشته باشند ولی در واقع نتایج متفاوتی از کاربرد آن‌ها به دست آمده است. توجیه این موضوع با استناد به مطالعات *دهقانی و همکاران* (Dehghani *et al.* 2004) ساده‌تر است. ایشان طی یک بررسی گوارش‌پذیری تفاله شیرین‌بیان را با استفاده از قارچ *P. sajor-caju* بالا بردند. طی این فرآوری، میزان ماده خشک، پروتئین خام و عصاره بدون نیتروژن در تفاله شیرین‌بیان افزایش یافت. هر چند در آزمایش ایشان تنها تعداد معدودی ترکیب مورد تجزیه قرار گرفتند، ولی این امکان وجود دارد که پس از یک دوره کشت قارچ بر روی تفاله شیرین‌بیان، برخی ترکیبات ضدنماتدی مثل ترکیبات فنلی آزاد شوند که بر شاخص‌های تکثیری نماتد تاثیر می‌گذارند. به همین دلیل پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی ترکیبات بیشتری از تفاله شیرین‌بیان که یک دوره قارچ صدفی بر روی آن پرورش داده است، مورد تجزیه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نگارندگان از آقای عبدالحمید فرهادی به خاطر در اختیار گذاردن کمپوست کارخانه پرورش قارچ خوراکی قدردانی می‌کنند. از حمایت‌های مالی و معنوی دانشگاه یاسوج به دلیل فراهم آوردن امکانات آزمایشگاهی و گلخانه‌ای قدردانی می‌گردد. از آقای دکتر اکبر کارگربیده که مشاوره پایان‌نامه را بر عهده داشتند، نهایت قدردانی را می‌نماییم. بر خود لازم می‌دانیم از دقت نظر داوران محترم مجله بیماری‌های گیاهی که با صرف وقت در بهبود ارائه یافته‌های این پژوهش مساعدت نمودند، تشکر بیکران خود را ابراز داریم.

منابع

Abdollahi, M. and Ramezani, H. 2012. Effect of *Glycyrrhiza glabra* L. root pulp on management of *Meloidogyne javanica* in some tomato cultivars. 2nd Int. Conf. on Agrochemicals Protecting Crops, Health and Natural Environment – Role of Chemistry for Sustainable Agriculture. February 15-18, New Delhi, India. P220

Barron, G.L. 1977. The Nematode-Destroying Fungi. Canadian Biological Publications. Guelph, Ontario.

Barron, G.L. and Thorn, R.G. 1987. Destruction of nematodes by species of *Pleurotus*. Can. J. Bot., 65: 774-778.

Caveness, F.E., and Jensen, H.J. 1955. Modification of the centrifugal-flotation technique for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue. Proc. Helminthol. Soc. Wash., 22:87-89.

Ching, S. and Wang, K.H. 2014. Mushroom compost to battle against nematode pests on vegetable crops. Hānai'Ai Newsletter. August 2014. 7 pp.

Ciancio, A. and Mukerji, K.G. 2008. Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes. Springer Pub. 356 pp.

Dehghani, M.R., Zamiri, M.J., Roghani, E. and Banihashemi, Z. 2004. Effect of *Pleurotus sajor-cajou* treatment on digestibility of *Glycyrrhiza glabra* L. pulp. J. Sci. and Technol. Agric. and Nat. Resour. Isf. Univ. Tech., 8(3): 135-143.

Dropkin, V.H., Marting, C. and Johnsorv, W. 1958. Effect of osmotic concentration on hatching of some plant parasitic nematodes. Nematologica, 3: 115-126.

Hassan, M.A., Chindo, P.S., Marley, P.S. and Alegbejo, M.D. 2010. Management of root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) on tomato (*Lycopersicon esculentum*) using organic wastes in Zaria, Nigeria. Pl. Prot. Sci., 46: 34-39.

Heydari, R., Pourjam, E. and Mohammadi Goltapeh, E. 2006. Antagonistic Effect of Some Species of *Pleurotus* on the Root-knot Nematode, *Meloidogyne javanica in vitro*. Plant Pathol. J., 5(2): 173-177.

Heydari, R. and Pourjam, E. 2013. Efficiency of two species of *Pleurotus* in biological control of the root knot nematode, *Meloidogyne javanica*. Biol. Cont. Pests Plant Dis., 2.

Hosseininejad, S.A. and Khan, M.W. 2000. Interactions of Root-Knot nematode *Meloidogyne javanica* (Race1) and wilt fungus, *Fusarium oxysporium* f.sp. *ciceri* on chickpea varieties. Pests and Plant Diseases of Iran, 68(1-2): 1-12.

Jepson, S.B. 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Wallingford, UK, CAB International.

Kang, B.T., Sipkens, L., Wilson, G.F. and Nangju, D. 1981. Leucaena [*Leucaena leucocephala* (Lal) de Wit] prunings as nitrogen sources for maize (*Zea mays* L.). Fert. Res., 2: 279-287.

Kearn, J., Ludlow, E., Dillon, J., O'Connor, V. and Holden-Dye, L. 2014. Fluensulfone is a nematicide with a mode of action distinct from anticholinesterases and macrocyclic lactones. Pestic. Biochem. Physiol., 109: 44-57.

Khan, A., Saifullah, Iqbal, M. and Hussain, S. 2014. Organic control of phytonematodes with *Pleurotus* species. Pak. J. Nematol., 32(2): 155-161.

Kwok, O.C.H., Plattner, R., Weislender, D. and Wicklow, D.T. 1992. A nematicidal toxin from Pleurotus ostreatus NR RL 3526. J. Chem. Ecol., 18: 127-136.

Larsen, M. and Nansen, P. 1991. Ability of the fungus *Pleurotus pulmonarius* to immobilise preparasitic nematode larvae. Res. Vet. Sci., 51(3): 246-249.

Nassiri-Asl, M and Husseinzadeh, H. 2007. Review of antiviral effects of *Glycyrrhiza glabra*. J. Med. Herb., 6(22): 1-12.

Nedaeenia, S. and Mohammadi, S. 2011. Evaluating *Glycyrrhiza glabra* extract on *Rhizoctonia solani*, Rice Sheath Blight Disease. Proc. 1st National Conf. of New Topics in Agric. Azad University, Saveh Branch, Saveh, Iran. p.176 (In Farsi with English Summary).

Nico A.I., Jimenez-Diaz R.M. and Castilla, P. 2004. Control of root knot nematodes by composed agroindustrial wastes in potting mixtures. Crop Prot., 23: 581–587.

Palizi, P., Goltapeh, M., Pourjam, E. and Safaie, N. 2009. Potential of oyster mushrooms for the biocontrol of sugar beet nematode (*Heterodera schachtii*). J. Plant Protec. Res., 49 (1): 27-33.

Sasser, J.N. and Tylor, A.L. 1978. Biology, identification and control of root knot nematode (*Meloidogyne* spp.).

Department of Plant Pathology, North Carolina States University, United States Agency for International Development.

Sharma, V.P. 1994. Potential of *Pleurotus sajor-caju* for biocontrol of *Aphelenchoides composticola* in *Agaricus bisporus* cultivation. Mushroom Res., 3: 15-20.

Sikora, R.A. and Fernandez, E. 2005. Nematode parasites of vegetables. In: M. Luc M, Sikora RA and J. Bridge (eds.). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. CAB International, Wallingford, UK.

Thorn, R.G. and Barron, G.L. 1984. Carnivorous mushrooms. Science, 224: 76-78.

Tzen, S.S. and Liou, J.Y. 1993. Nematophagous resupinate basidiomycetous fungi. Phytopathology, 83: 1015-1020.