نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۴۰۸-۳۹۷

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No.4, Winter 2019, P. 397-408

تأثیر برخی از عناصر پرمصرف بر فعالیت نماتد ریشه‌گرهی، *Meloidogyne javanica* در بادمجان (*Solanum melongena* L.)

سمانه مظفریان[۱]- حبیب‌اله چاره‌گانی[۲*]- محمد عبدالهی[۳]- رسول رضائی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۳

چکیده

استفاده از روش‌هایی ایمن در مهار نماتدهای ریشه‌گرهی امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. در مطالعه حاضر تأثیر سطوح مختلف عناصر پرمصرف نیتروژن و فسفر بر فعالیت نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* روی بادمجان رقم دلمه‌ای در شرایط گلخانه مطالعه گردید. در این مطالعه از سطوح انتخابی صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نیتروژن و صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک، به ترتیب از منابع نانوکود کلات نیتروژن و نانوکود کلات فسفر استفاده گردید. بذر بادمجان رقم دلمه‌ای در گلدان‌های پلاستیکی حاوی دو کیلوگرم بستر کشت شامل نسبت مساوی از ماسه، خاک مزرعه و کود دامی در شرایط کنترل شده گلخانه کشت گردید. در مرحله چهار برگی مایه‌زنی نماتد با افزودن پنج تخم و لارو سن دوم نماتد در گرم خاک انجام و ۱۰ روز پس از مایه‌زنی سطوح مختلف نیتروژن و فسفر همراه با آب آبیاری (۱۰۰ میلی‌لیتر در گلدان) به گلدان‌ها اضافه گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. ۶۰ روز پس از مایه‌زنی شاخص‌های رشدی گیاه و جمعیتی نماتد اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد استفاده از ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک از منابع نانوکود کلات نیتروژن و نانوکود کلات فسفر به عنوان بهترین تیمار مورد استفاده در این آزمایش بود که علاوه بر افزایش شاخص‌های رویشی گیاه، باعث کاهش شاخص‌های جمعیتی نماتد شامل تعداد تخم، گال، کیسه تخم و فاکتور تولیدمثل به ترتیب به میزان ۵۳، ۵۲، ۶۲ و ۵۵ درصد گردید.

واژه‌های کلیدی: مدیریت، نانوکود کلات نیتروژن، نانوکود کلات فسفر، نماتد ریشه‌گرهی

مقدمه

بادمجان با نام علمی *Solanum melongena* L. گیاهی علفی از خانواده سیب‌زمینی Solanaceae می‌باشد. بادمجان یک محصول گلخانه‌ای محبوب با پتانسیل عملکرد بالا، رشد سریع و کیفیت خوب می‌باشد. میزان خسارت ناشی از نماتدهای جنس *Meloidogyne* حدود ۵٪ از محصولات کشاورزی گزارش شده است (۲۶). هر چند مدیریت نماتدها با توجه به خاک‌زاد بودن این بیمارگر، نرخ بالای تکثیر، دامنه میزبانی گسترده، هزینه‌های مصرفی و نوع محصول باعث محدودیت‌هایی می‌گردد، با این وجود روش‌های مدیریتی عبارتند از اعمال تناوب زراعی، استفاده از ارقام مقاوم، مهار زیستی، کنترل حرارتی و کنترل شیمیایی و در عمل تلفیقی از چندین روش مبارزه برای کنترل نماتدهای بیماری‌زای گیاهان استفاده می‌شود (۲۲).

افزایش محصولات کشاورزی به میزان زیادی وابسته به نوع کودهای شیمیایی برای تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاهان می‌باشد. کشت مستمر گیاهان باعث کم شدن عناصر ضروری در خاک شده و استفاده از کودهای شیمیایی باعث بازگشت این عناصر به خاک می‌شوند. استفاده از کودهای شیمیایی نه تنها باعث بهبود شرایط کیفی خاک شده، بلکه باعث حفظ و بقاء میکروارگانیسم‌های مفید موجود در خاک نیز می‌شوند (۱۷). نیتروژن یکی از اصلی‌ترین عناصر غذایی مهم محدودکننده رشد گیاه است و برای ساخت کلروفیل مورد نیاز می‌باشد و گیاهان را قادر به گرفتن انرژی برای جذب مواد غذایی می‌کند. برگ گیاهانی که با کمبود نیتروژن رو به رو هستند به صورت سبز مایل به زرد دیده می‌شوند. برگ‌های مسن بیشتر از برگ‌های جوان آسیب دیده و کاملاً زرد شده و می‌ریزند. برگ‌ها عموماً از رشد بازمانده، کوچک شده و فاصله میان گره‌ها و قطر ساقه‌ها کاهش می‌یابد (۳۰). کمبود نیتروژن رشد برگ‌ها را کاهش می‌دهد و باعث کم رنگ‌تر شدن برگ‌ها می‌شود زیرا میزان کلروفیل در برگ‌ها کاهش می‌یابد، پیری برگ تسریع می‌گردد (۱۶). کمبود این عنصر

۱، ۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب دانشجوی سابق، استادیار، استاد و استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
(*- نویسنده مسئول: (Email: h.charehgani@yu.ac.ir
DOI: 10.22067/jpp.v33i4.80082

www.SID.ir

Archive of SID

اغلب در شرایطی که مدیریت تغذیه گیاه صحیح نبوده و به مقدار کافی در اختیار گیاه نمی‌باشد، مشاهده می‌شود. در برخی موارد نیز کود نیتروژن بیش از حد مورد نیاز در اختیار گیاه قرار می‌گیرد که به طور معمول منجر به آبدارشدن پروتوپلاسم، تردی و شکنندگی گیاه شده که در نتیجه گیاه در برابر بیماری‌ها و آفات آسیب‌پذیرتر می‌شود (۷).

گیاهان به کودهای فسفره در تمام طول دوره رشدشان مخصوصاً در مراحل اولیه رشد برای تقسیم سلولی و در مرحله رسیدگی برای تشکیل و افزایش وزن دانه نیازمند هستند (۸). فسفر در انتقال انرژی در درختان میوه نقش دارد، بنابراین در فعالیت متابولیکی گیاه مؤثر بوده و از این طریق به طور غیر مستقیم بر عملکرد محصولات تأثیر می‌گذارد. فسفر به صورت ترکیبات آلی فیتات در گیاه ذخیره می‌شود، همراه با سایر عناصر در ساختمان گرده شرکت دارد و مهم‌ترین عنصر در تولید محصول می‌باشد و همچنین در تشکیل گل و دانه‌بندی اهمیت زیادی دارد. در هنگام کمبود فسفر، رنگ برگ‌ها تیره، کدر مایل به آبی با ته رنگ برنزی یا بنفش و رنگ میوه‌ها سبز، گوشت میوه نرم و شیره میوه ترش و خاصیت انباری آن نیز کم می‌شود. از دیگر نشانه‌های کمبود فسفر، کوتولگی گیاهان است، به این صورت که گیاهان دچار کمبود فسفر، اغلب با گیاهان جوان اشتباه گرفته می‌شوند. فسفر انتقال انرژی، فتوسنتز، تقسیم و توسعه سلولی، جذب آب و املاح و رشد بسیاری از گیاهان را افزایش می‌دهد (۳).

مطالعات مختلف نشان داده که استفاده از کودهای آلی و شیمیایی نقش بازدارنده روی نماتدهای ریشه‌گرهی و سایر نماتدهای انگل گیاهی دارند (۱، ۱۴، ۲۰، ۲۴ و ۲۸). در تحقیقی مشخص شد که کودهای شیمیایی NPK موجب کاهش جمعیت نماتد *M. incognita* در گلخانه روی گوجه‌فرنگی شده است (۱۴). عناصر نیتروژن و فسفر در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منابع اوره و سوپرفسفات تریپل باعث کاهش خسارت نماتد *M. incognita* در گیاه خیار و همچنین کاهش شاخص‌های جمعیتی نماتد شد (۵). استفاده از نانوکودها منجر به افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی، کاهش سمیت خاک، به حداقل رساندن اثرات منفی ناشی از مصرف بیش از حد کودها و کاهش تعداد دفعات کاربرد کود می‌شود، به علاوه ممکن است استفاده از این مواد به دلیل بهبود تهویه و شکنندگی خاک و همچنین جلوگیری از فرسایش خاک، باعث ارتقای شرایط خاک برای کشت محصولات زراعی نیز گردد. اعتقاد بر این است که استفاده از نانوکودها مؤثرترین و در عین حال ساده‌ترین شیوه به منظور کاهش تلفات عناصر غذایی و افزایش کارایی مصرف کودها است. نانوکودها عمدتاً به واسطه آزادسازی آرام و تدریجی عناصر غذایی، دوره‌ی تأثیر کود را افزایش می‌دهند. مسلماً با به کارگیری فناوری نانو در بهینه‌سازی فرمولاسیون کودهای شیمیایی، می‌توان به دست‌آوردهای شگرفی از جمله کاهش مصرف انرژی، صرفه‌جویی در هزینه‌های تولید و جلوگیری از معضلات زیست‌محیطی نائل آمد (۱۸). با استفاده از مواد نانوساختار یا نانومقیاس به‌عنوان حامل کودی یا ناقل کنترل‌کننده‌ی رهاسازی به‌منظور ایجاد کودهای هوشمند، فناوری نانو منشأ امیدواری‌های زیادی در جهت عبور از محدودیت‌های تکنیکی موجود بر سر رهاسازی آرام و کنترل شده‌ی عناصر کودها شده است (۶). نانوکودها راندمان مصرف بالایی دارند و می‌توانند به‌صورت مطلوب در نقطه مناسبی از ناحیه رشد ریشه، عناصر غذایی خود را آزاد کنند (۱۵). نانوکودهای کلات نیتروژن و فسفر خضراء ساخت شرکت دانش بنیان صدور احرار شرق به ترتیب حاوی ۱۷ درصد نیتروژن و ۱۷ درصد فسفر در فرم کلات شده می‌باشند. این کودها بر اساس تکنولوژی کلات‌های پیشرفته طراحی و سنتز شده است. این فناوری تحت عنوان Chelate Compound در اداره ثبت اختراعات آمریکا به شماره US8288587B2 به ثبت رسیده است. هدف از انجام این تحقیق بررسی سطوح مختلف نانوکودهای کلات نیتروژن و فسفر خضراء روی رقم دلمه‌ای بادمجان در برابر نماتد *M. javanica* در شرایط گلخانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه جمعیت نماتد ریشه‌گرهی

به منظور تهیه نماتد ریشه‌گرهی گونه *M. javanica* گیاهان دارای علائم زردی، پژمردگی و گال بر روی ریشه، از گلخانه‌ها و مزارع آلوده در استان کهگیلویه و بویراحمد جمع‌آوری و نماتدها با استفاده از روش تک گال کردن طی دو مرحله روی گوجه‌فرنگی رقم ارلی–اوربانا[1] خالص‌سازی گردید. سپس با بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و شبکه کوتیکولی انتهای بدن نماتدهای ماده و با استفاده از کلیدهای شناسایی، جمعیت‌های جمع‌آوری شده تعیین گونه شده و گونه *M. javanica* روی گوجه‌فرنگی تکثیر گردید (۱۱).

تهیه کودهای شیمیایی

به منظور مشخص نمودن تأثیر دو عنصر نیتروژن (N) و فسفر (P) بر شاخص‌های رشدی گیاه بادمجان آلوده به نماتد *M. javanica* و همچنین شاخص‌های جمعیتی نماتد، عنصر نیتروژن در سطوح صفر (N0)، ۵۰ (N1)، ۱۰۰ (N2) و ۲۰۰ (N3) میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع نانوکود کلات نیتروژن و عنصر فسفر (P) در سطوح صفر (P0)، ۲۵ (P1)، ۵۰ (P2) و ۱۰۰ (P3) میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع نانوکودکلات فسفر تهیه شدند. نانو کودهای کلات نیتروژن و فسفر ساخت شرکت دانش بنیان صدور احرار شرق با درصد خلوص ۱۷ درصد و اندازه ذرات بین ۱ تا ۲۰ نانومتر استفاده شد.

1- Early-Urbana

www.SID.ir

Archive of SID

مطالعات گلخانه‌ای

بذر گیاه بادمجان رقم دلمه‌ای[1] حساس به نماتد ریشه‌گرهی، درون گلدان‌های پلاستیکی حاوی دو کیلوگرم بستر کشت شامل نسبت مساوی از ماسه، خاک مزرعه و کود دامی کاشته شد. گلدان‌ها در شرایط گلخانه با دمای ۴±۲۷ درجه سلسیوس و تناوب نوری ۱۸ ساعت روشنایی و شش ساعت تاریکی نگهداری شدند. پس از رسیدن گیاهان به مرحله چهار برگی، ۶۴ گلدانی که برای مایه‌زنی توسط نماتد ریشه‌گرهی گونه *M. javanica* مشخص شده بود، به وسیله پنج تخم و لارو سن دوم در هر گرم خاک (۱۰۰۰۰ تخم و لارو سن دوم در هر گلدان) مایه‌زنی گردید (۵). ده روز پس از مایه‌زنی، سطوح مختلف نیتروژن و فسفر همراه با آب آبیاری (۱۰۰ میلی‌لیتر به ازاء هر گلدان) به خاک گلدان‌ها اضافه گردید. ۶۰ روز پس از مایه‌زنی نماتد، شاخص‌های رشدی گیاه شامل طول، وزن خشک و تر شاخساره و وزن تر ریشه و شاخص‌های جمعیتی نماتد شامل، تعداد تخم، کیسه تخم و گال در ریشه و در نهایت فاکتور تولیدمثل بررسی گردید (۱۳). به منظور تعیین تعداد گال و توده‌ی تخم، ریشه‌ی هر تیمار به قطعات ۱ – ۲ سانتی‌متر تبدیل و کاملاً مخلوط شدند، یک گرم از ریشه به صورت تصادفی انتخاب گردید و پس از رنگ‌آمیزی با محلول اسیدفوشین ۰/۱٪، گال و کیسه تخم با استفاده از استرئومیکروسکوپ شمارش گردیدند. با ضرب نمودن تعداد گال و توده‌ی تخم در وزن تر ریشه، تعداد کل در سیستم ریشه محاسبه گردید (۴). به منظور تعیین تعداد تخم در سیستم ریشه، یک گرم از ریشه‌ی قطعه قطعه شده به صورت تصادفی انتخاب و در دستگاه مخلوط‌کن همراه با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵٪ به مدت ۴۰ ثانیه مخلوط شد. بلافاصله محتویات مخلوط‌کن به الک ۱۵۰ میکرون (۱۰۰ مش) که بر روی الک ۲۵ میکرون (۵۰۰ مش) قرار داشت منتقل شد. بقایای ریز گیاهی روی الک ۱۰۰ مش و تخم‌های رها شده از کیسه‌ی تخم روی الک ۵۰۰ مش قرار گرفتند. محتویات روی الک ۵۰۰ مش با استفاده از جریان آب تا حذف کامل بقایای محلول هیپوکلریت سدیم شسته شدند. تخم‌های نماتد توسط آب‌فشان جمع و در بشر با حجم مشخص ریخته شد. یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون تخم در زیر استرئومیکروسکوپ شمارش و تعداد تخم در سوسپانسیون حاصل از یک گرم ریشه آلوده به کل ریشه تعمیم داده شد (۱۲). به منظور محاسبه‌ی فاکتور تولیدمثل، جمعیت نهایی نماتد (مجموع تعداد نماتد *M. javanica* در گلدان) به جمعیت اولیه‌ی (۱۰۰۰۰ تخم و لارو سن دوم) آن تقسیم گردید.

1- Black Beauty

محاسبات آماری

آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی (۴×۴×۲) در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل چهار سطح مختلف نانوکود کلات نیتروژن (صفر،۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، چهار سطح مختلف نانوکود کلات فسفر (صفر، ۲۵، ۵۰ و۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و دو سطح جمعیت نماتد (صفر و ۱۰۰۰۰ تخم و لارو سن دوم در گلدان) بود. تجزیه‌ی آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام پذیرفت.

نتایج

بررسی تأثیر سطوح عناصر نیتروژن و فسفر بر شاخص‌های رشدی گیاه

نتایج نشان داد که در گیاهان آلوده به نماتد تیمار شده با فسفر در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بدون نیتروژن (N0P3)، طول، وزن تر و خشک شاخساره در مقایسه با گیاهان آلوده به نماتد و تیمار نشده با کود (N0P0) به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P\leq0.05$). در گیاهان آلوده به نماتد تیمار شده با نیتروژن و فسفر به ترتیب در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک (N1P3) طول، وزن تر و خشک شاخساره در مقایسه با گیاهان آلوده به نماتد و تیمار شده با نیتروژن و فسفر به ترتیب در غلظت‌های ۵۰ و صفر میلی‌گرم در کیلوگرم خاک (N1P0) به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P\leq0.05$). نتایج مشابه در مقایسه طول، وزن تر و خشک شاخساره گیاهان آلوده به نماتد در تیمار (N2P3) در مقایسه با تیمار (N2P0) و همچنین (N3P3) با (N3P0) مشاهده شد ($P\leq0.05$) (شکل‌های ۱ تا ۳).

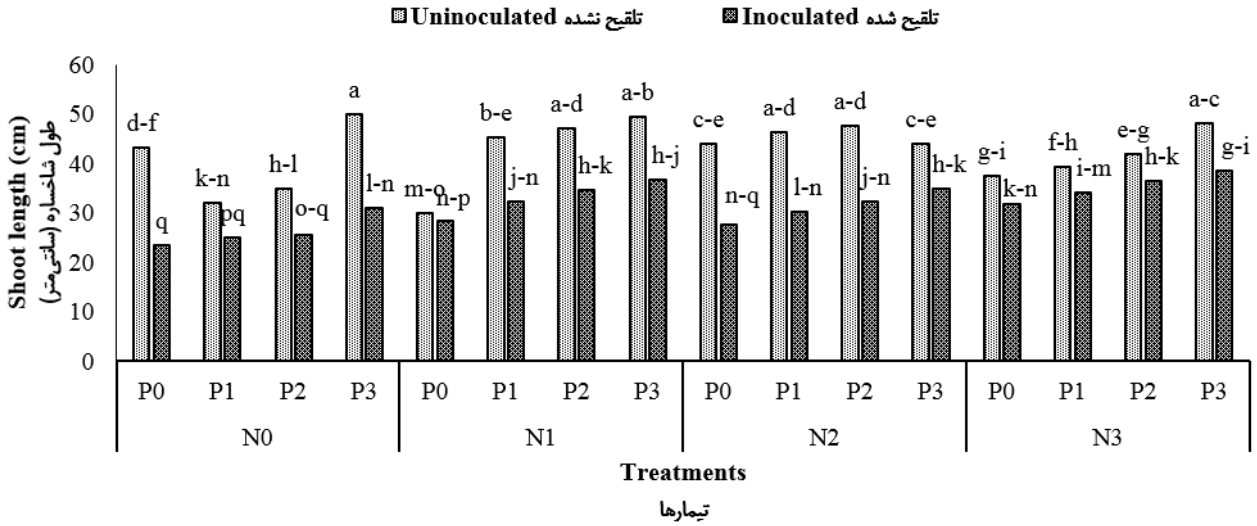
بیشترین میزان وزن تر ریشه در گیاهان آلوده به نماتد تیمار شده با نیتروژن و فسفر به ترتیب در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک (N1P3) مشاهده شد که تنها با گیاهان آلوده به نماتد و تیمار شده با فسفر در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک همراه با نیتروژن در غلظت صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک (N0P3 و N2P3) اختلاف معنی‌دار نداشتند ($P\leq0.05$) (شکل ۴).

بررسی تأثیر سطوح عناصر نیتروژن و فسفر بر شاخص‌های جمعیتی نماتد

نتایج نشان داد که در هر کدام از سطوح نیتروژن با افزایش مقدار فسفر تعداد تخم نماتد در سیستم ریشه کاهش یافت. تعداد تخم در تیمار N3P0 به طور معنی‌داری بیشتر و در تیمار N2p3 به طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود (شکل ۵).

www.SID.ir

Archive of SID

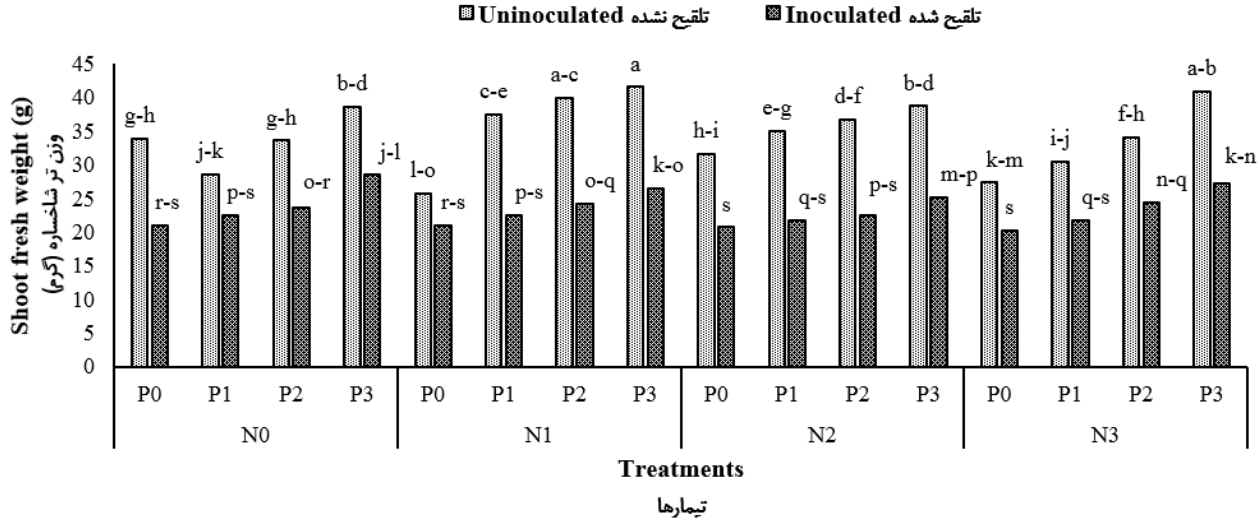


شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف عناصر نیتروژن و فسفر بر طول شاخساره بادمجان سالم و آلوده به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyyne javanica*

Figure 1- Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on shoot length of healthy and infected eggplants, with *Meloidogyne javanica*

- N0، N1، N2 و N3 به ترتیب مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در قالب نانوکود کلاته نیتروژن در کیلوگرم خاک می‌باشد.
- P0، P1، P2 و P3 به ترتیب مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در قالب نانوکود کلاته فسفر در کیلوگرم خاک می‌باشد.

- N0, N1, N2 and N3 are 0, 50, 100 and 200 mg nitrogen/ Kg of soil.
- P0, P1, P2 and P3 are 0, 25, 50 and 100 mg phosphorus/ Kg of soil.



شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف عناصر نیتروژن و فسفر بر وزن تر شاخساره بادمجان سالم و آلوده به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyyne javanica*

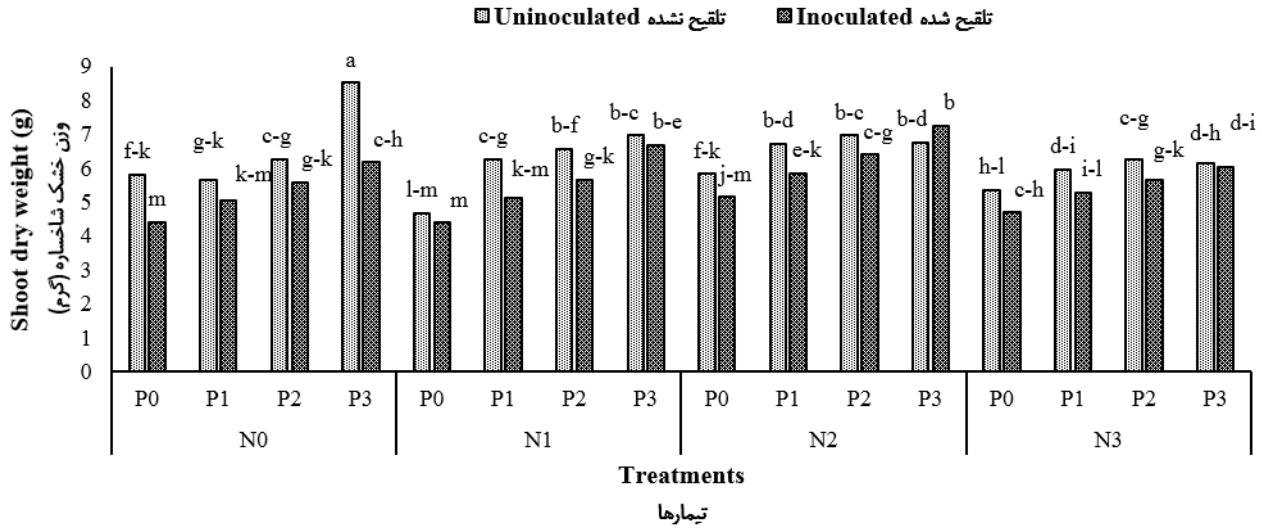
Figure 2- Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on shoot fresh weight of healthy and infected eggplants, with *Meloidogyne javanica*

- N0، N1، N2 و N3 به ترتیب مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در قالب نانوکود کلاته نیتروژن در کیلوگرم خاک می‌باشد.
- P0، P1، P2 و P3 به ترتیب مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در قالب نانوکود کلاته فسفر در کیلوگرم خاک می‌باشد.

- N0, N1, N2 and N3 are 0, 50, 100 and 200 mg nitrogen/ Kg of soil.
- P0, P1, P2 and P3 are 0, 25, 50 and 100 mg phosphorus/ Kg of soil.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تأثیر سطوح مختلف عناصر نیتروژن و فسفر بر وزن خشک شاخساره بادمجان سالم و آلوده به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyyne javanica*

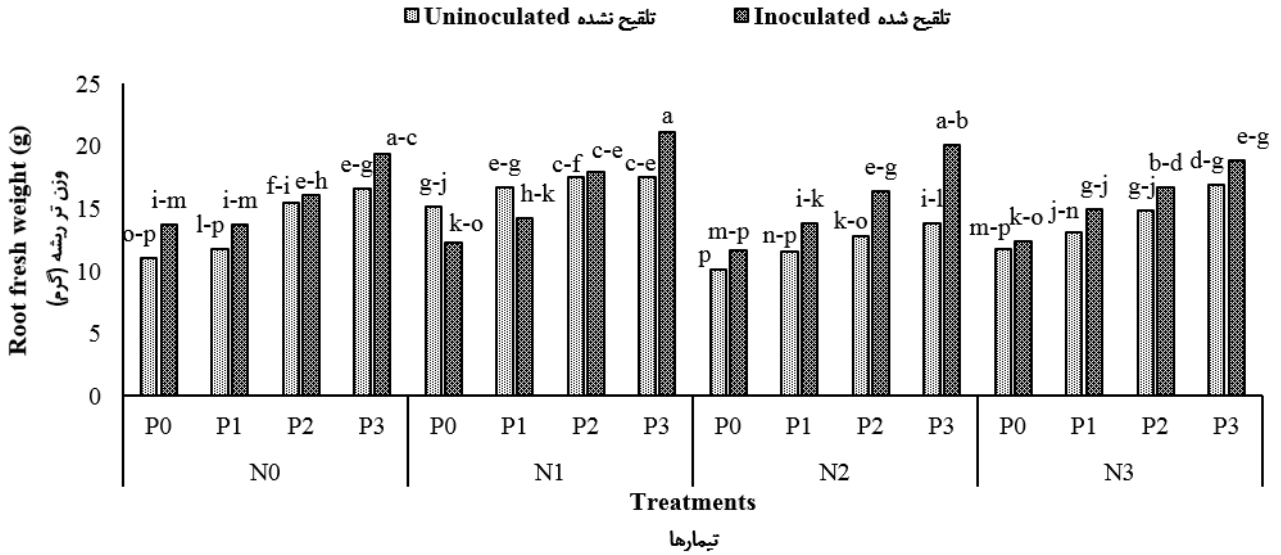
Figure 3- Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on shoot dry weight of healthy and infected eggplants, with *Meloidogyne javanica*

– N0، N1، N2 و N3 به ترتیب مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در قالب نانوکود کلاته نیتروژن در کیلوگرم خاک می‌باشد.

–P0، P1، P2 و P3 به ترتیب مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در قالب نانوکود کلاته فسفر در کیلوگرم خاک می‌باشد.

- N0, N1, N2 and N3 are 0, 50, 100 and 200 mg nitrogen/ Kg of soil.

- P0, P1, P2 and P3 are 0, 25, 50 and 100 mg phosphorus/ Kg of soil.



شکل ۴- تأثیر سطوح مختلف عناصر نیتروژن و فسفر بر وزن تر ریشه بادمجان سالم و آلوده به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyyne javanica*

Figure 4- Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on root fresh weight of healthy and infected eggplants, with *Meloidogyne javanica*

– N0، N1، N2 و N3 به ترتیب مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در قالب نانوکود کلاته نیتروژن در کیلوگرم خاک می‌باشد.

–P0، P1، P2 و P3 به ترتیب مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در قالب نانوکود کلاته فسفر در کیلوگرم خاک می‌باشد.

- N0, N1, N2 and N3 are 0, 50, 100 and 200 mg nitrogen/ Kg of soil.

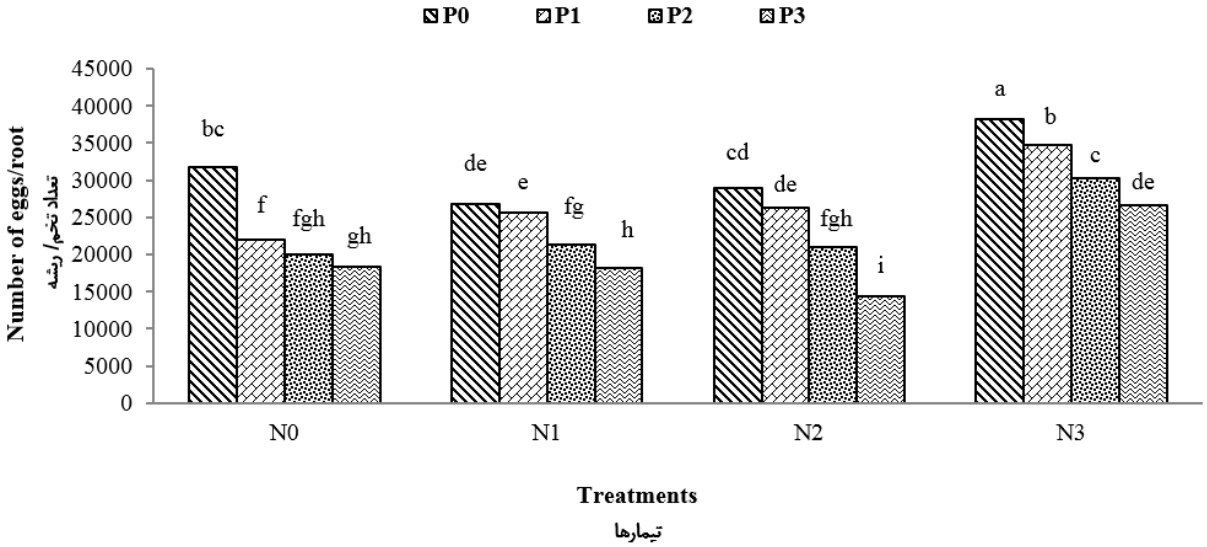
- P0, P1, P2 and P3 are 0, 25, 50 and 100 mg phosphorus/ Kg of soil.

در هر کدام از سطوح نیتروژن، تعداد گال و کیسه تخم در سیستم ریشه در گیاهان تیمار شده با ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک (N0P3، N1P3، N2P3 و N3P3) در مقایسه با گیاهان تیمار نشده با فسفر (N0P0، N1P0، N2P0 و N3P0) به طور معنی‌داری

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش یافت (شکل‌های ۶ و ۷). تعداد کیسه تخم نماتـد در ریشـه در تیمارهای N0P3 و N2P3 به طور معنی‌داری کمتر از سـایر تیمارهـا بود (شکل ۷). بیشترین میـزان فـاکتور تولیـدمثل در تیمـار N3P0 و کمترین میزان در تیمـار N2P3 مشـاهده شـد کـه بـا تمـام تیمارهـا اختلاف معنی‌دار وجود داشت (شکل ۸).



شکل ۵- تأثیر سطوح مختلف عناصر نیتروژن و فسفر بر تعداد تخم نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyyne javanica* روی ریشه بادمجان

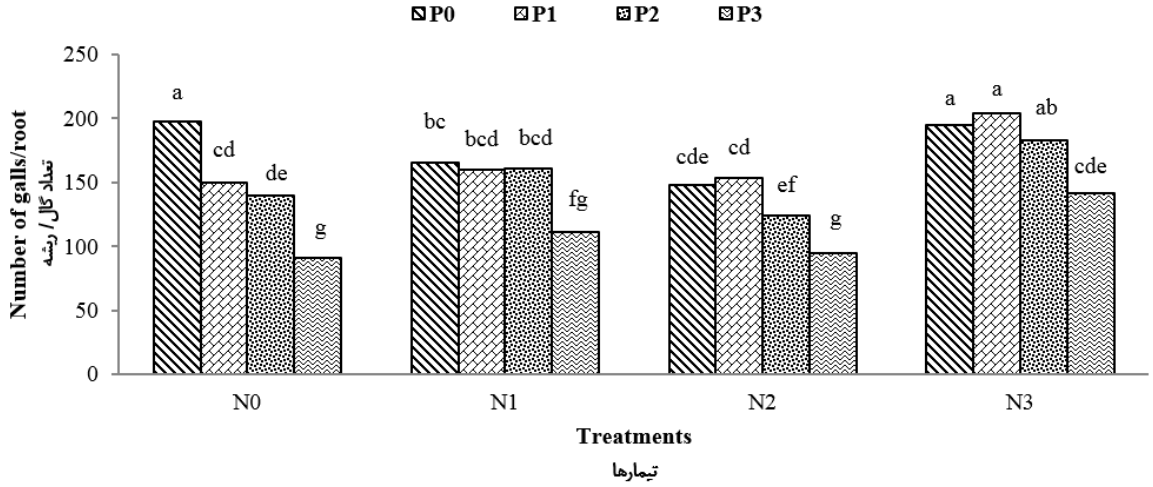
Figure 5- Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on number of eggs/ root system of *Meloidogyne javanica* on eggplant

– N0، N1، N2 و N3 به ترتیب مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در قالب نانوکود کلاته نیتروژن در کیلوگرم خاک می‌باشد.

–P0، P1، P2 و P3 به ترتیب مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در قالب نانوکود کلاته فسفر در کیلوگرم خاک می‌باشد.

- N0, N1, N2 and N3 are 0, 50, 100 and 200 mg nitrogen/ Kg of soil.

- P0, P1, P2 and P3 are 0, 25, 50 and 100 mg phosphorus/ Kg of soil.



شکل ۶- تأثیر سطوح مختلف عناصر نیتروژن و فسفر بر تعداد گال نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyyne javanica* روی ریشه بادمجان

Figure 6- Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on number of galls/ root system of *Meloidogyne javanica* on eggplant

– N0، N1، N2 و N3 به ترتیب مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در قالب نانوکود کلاته نیتروژن در کیلوگرم خاک می‌باشد.

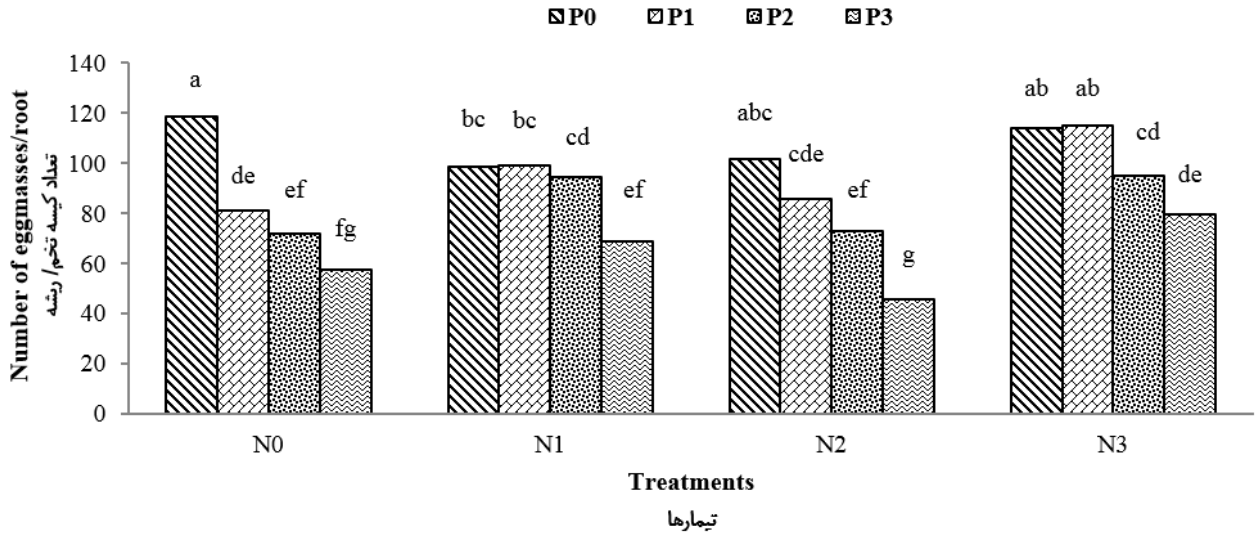
–P0، P1، P2 و P3 به ترتیب مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در قالب نانوکود کلاته فسفر در کیلوگرم خاک می‌باشد.

- N0, N1, N2 and N3 are 0, 50, 100 and 200 mg nitrogen/ Kg of soil.

- P0, P1, P2 and P3 are 0, 25, 50 and 100 mg phosphorus/ Kg of soil.

www.SID.ir

Archive of SID

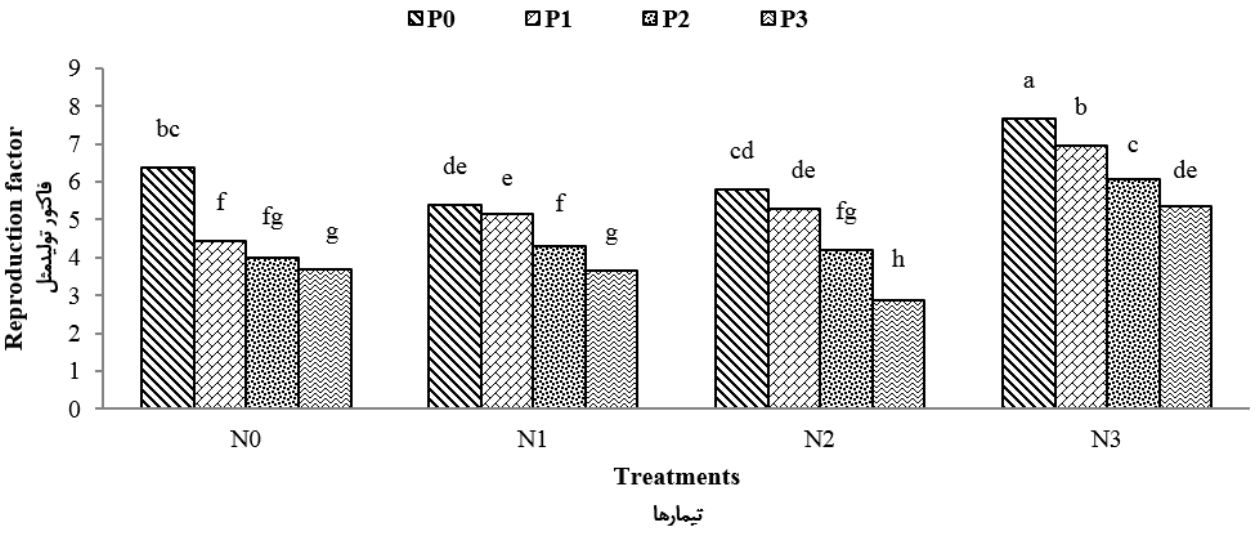


شکل ۷- تأثیر سطوح مختلف عناصر نیتروژن و فسفر بر تعداد کیسه تخم نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyyne javanica* روی ریشه بادمجان

Figure 7- Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on number of egg masses/ root system of *Meloidogyne javanica* on eggplant

- N0، N1، N2 و N3 به ترتیب مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در قالب نانوکود کلاته نیتروژن در کیلوگرم خاک می‌باشد.
- P0، P1، P2 و P3 به ترتیب مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در قالب نانوکود کلاته فسفر در کیلوگرم خاک می‌باشد.

- N0, N1, N2 and N3 are 0, 50, 100 and 200 mg nitrogen/ Kg of soil.
- P0, P1, P2 and P3 are 0, 25, 50 and 100 mg phosphorus/ Kg of soil.



شکل ۸- تأثیر سطوح مختلف عناصر نیتروژن و فسفر بر فاکتور تولیدمثل نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyyne javanica* روی ریشه بادمجان

Figure 8- Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on reproduction factor of *Meloidogyne javanica* on eggplant

- N0، N1، N2 و N3 به ترتیب مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در قالب نانوکود کلاته نیتروژن در کیلوگرم خاک می‌باشد.
- P0، P1، P2 و P3 به ترتیب مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در قالب نانوکود کلاته فسفر در کیلوگرم خاک می‌باشد.

- N0, N1, N2 and N3 are 0, 50, 100 and 200 mg nitrogen/ Kg of soil.
- P0, P1, P2 and P3 are 0, 25, 50 and 100 mg phosphorus/ Kg of soil.

بحث

گیاهان مانند بسیاری دیگر از موجودات زنده برای رشد و نمو خود به عنصر نیتروژن نیاز دارند. نیتروژن در قسمتی از تمام ترکیبات پروتئینی، تمام آنزیم‌ها، ترکیباتی که در ساخت مواد و انتقال انرژی و حتی ساختمان DNA موجود است. نیتروژن باعث افزایش رشد و نمو

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه شده و میزان شاخ و برگ گیاه افزایش می‌یابد. کودهای حاوی نیتروژن همچنین باعث نازک شدن اپیدرم و لطیف شدن برگ‌ها شده و درنتیجه حساسیت آن‌ها به حجوم بسیاری از عامل بیماری‌زای گیاهی را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر هرچقدر شیره سلولی از نظر مواد ازتی و آب غنی‌تر باشد، شرایط برای فعالیت بیمارگرهای گیاهی مساعدتر خواهد شد. همچنین افزایش کودهای حاوی نیتروژن باعث افزایش ترکیبات اسیدآمینه در سلول و کم شدن مقدار ترکیبات فنلی می‌شود و در نتیجه میزان حساسیت گیاه به بیمارگرهای گیاهی افزایش می‌یابد. البته عکس این موضوع نیز در مواردی گزارش شده که افزایش میزان نیتروژن باعث افزایش مقاومت گیاه به بیمارگرهای گیاهی می‌شود. بنابراین کودهای حاوی نیتروژن موجب افزایش رشد و نمو و میزان محصول و همچنین در مواردی افزایش حساسیت به بیمارگرها و آفات گیاهی شده بنابراین نتیجه مصرف کودهای ازتی عملکرد مجموع این دو می‌باشد (۲۳). فسفر در گیاه نقش مهمی در انتقال انرژی ایفا می‌کند. ترکیبات فسفر در بسیاری از پیوندهای شیمیایی می‌تواند در نتیجه هیدرولیز شکسته شده و تولید انرژی زیادی بکنند (۲). کمبود فسفر باعث کند یا توفق رشد اندام‌های هوایی و ریشه گیاه می‌شود. برگ‌ها کوتاه، باریک و نازک شده و تعداد ساقه‌های جانبی کاهش می‌یابند تعداد برگ و شاخه محدود و خواب رفتگی یا مرگ جوانه‌های جانبی رخ می‌دهد. ظهور شکوفه کاهش یافته و در نتیجه میزان محصول کاهش می‌یابد. فسفر مانند نیتروژن نقش اساسی و دائمی در متابولیسم گیاهی دارد و کمبود آن باعث عدم تعادل متابولیسمی می‌شود که موجب افزایش حساسیت گیاه به تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌شود (۲۳). در دو مطالعه مجزا در شرایط گلخانه و مزرعه تأثیر نانو کود کلات نیتروژن (nano-nitrogen chelate=NNC)، نانو کود کلات نیتروژن پوشیده با گوگرد (sulfur-coated nano-nitrogen chelate=SNNC)، اوره پوشیده با گوگرد (sulfur-coated urea=SCU) و اوره بر میزان آب‌شویی نیترات و میزان محصول سیب‌زمینی بررسی شد. نتایج در شرایط گلخانه نشان داد که میزان آب‌شویی نیترات در خاک در کاربرد کودهای NNC، SNNC و SCU در مقایسه با کود اوره، به‌ترتیب ۳۳، ۴۱ و ۶ درصد کاهش و میزان محصول به ترتیب ۳۸، ۴۵ و ۴۳ درصد افزایش و در شرایط مزرعه میزان آب‌شویی نیترات در خاک به‌ترتیب ۳۵/۷۲، ۴۱/۵۶ و ۹/۹۴ درصد کاهش و میزان محصول به‌ترتیب ۵۶/۱۰، ۵۹/۶۱ و ۴۹/۷۶ درصد افزایش یافت (۲۹). در مطالعه ای دیگر تأثیر غلظت‌های مختلف نانو کود کلات کلسیم و نانو کود کلات پتاسیم بر کمیت و کیفیت گیاه ریحان بررسی شد. نتایج نشان داد که کارایی ریحان در غلظت ۰/۲ درصد از نانو کود کلات کلسیم و تمام سطوح مورد استفاده از نانو کود کلات پتاسیم افزایش معنی‌داری پیدا کرد. همچنین وزن هزار دانه در غلظت ۰/۲ درصد از نانو کود کلات کلسیم و ۰/۶ درصد از نانو کود کلات پتاسیم بیشترین میزان بود (۹). در تحقیقی سطوح مختلف نانو کود کلات آهن بر شاخص های رویشی ارقام مختلف گندم بررسی شد. نتایج نشان داد که محلول پاشی برگی ۲/۵ کیلوگرم/۱۰۰۰ لیتر آب باعث افزایش معنی دار وزن هزار دانه و میزان محصول رقم زاگرس در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی شد (۲۱).

در مطالعه حاضر مشخص شد که استفاده از نانوکودهای کلات نیتروژن و فسفر در سطوح مناسب به طور معنی‌داری باعث بهبود شاخص‌های رشدی بادمجان رقم دلمه‌ای آلوده به نماتد ریشه‌گرهی گونه *M. javanica* در شرایط گلخانه می‌گردند. در صورت استفاده از ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در قالب نانوکود کلات نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در قالب نانوکود کلات فسفر در کیلوگرم خاک، شاخص‌های رویشی گیاه به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. تیمارهای دارای کود نیتروژن و فسفر در گیاهان آلوده با مهار جمعیت نماتد ریشه‌گرهی در خاک، شاخص‌های آلودگی ریشه شامل تعداد گال و کیسه تخم در ریشه را کاهش دادند که منجر به بهبود شاخص‌های رشدی گیاه شدند. در پژوهشی تأثیر عناصر پرمصرف نیتروژن و فسفر بر روی گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد ریشه‌گرهی *M. incognita* در شرایط مزرعه نشان داد که این عناصر باعث کاهش بیش از ۹۰٪ تفریخ تخم نماتد گردیدند (۳۱). نتایج مطالعات در کره شمالی نشان داده است که کودهای دامی و کمپوست و نیز تلفیق با کود شیمیایی اوره باعث کاهش جمعیت نماتدهای ریشه‌گرهی در مزرعه فلفل قرمز شدند (۱۰).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان اظهار نمود که تلفیق نانوکود کلات نیتروژن و نانوکود کلات فسفر به ترتیب در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر افزایش شاخص‌های رشدی گیاه بادمجان و کاهش شاخص‌های جمعیتی نماتد *M. javanica* در شرایط گلخانه داشته است.

سپاسگزاری

پژوهش حاضر نتیجه پایان‌نامه نگارنده اول به راهنمایی نگارندگان دوم و سوم و مشاوره نفر چهارم بوده و نگارندگان از حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه یاسوج در انجام این تحقیق سپاسگزاری می‌نمایند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1- Ahmadi Mansourabad M., Kargar Bideh A., and Abdollahi M. 2016. Effects of some micronutrients and macronutrients on the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* cv. Negin). Journal of Crop Protection 5(4): 507-517.
2- Arnon D.J. 1953. The physiology and biochemistry of phosphorus in green plants. Agronomy 4: 1-42.
3- Bakhsh A., Khan R., Gumani A.R., Khan M., Nawaz M.S., Haq F., and Farid A. 2008. Residual/direct effect of phosphorus application on wheat and rice yield under rice-wheat system. Gomal University of Research 24: 29-35.
4- Byrd D.W., Kirkpatrick T., and Barker K.R. 1983. An improved technique for clearing and staining plant tissues for detection of nematodes. Journal of Nematology 15(1): 142-143.
5- Charehgani H., Karegar Bideh A., and Hamzehzarghani H. 2010. Effect of chemical fertilizers on root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in greenhouse cucumber cultivation. Iranian Journal of Plant Pathology 46: 263-274. (In Persian with English abstract)
6- Cui H.C., Sun Q., Liu J., and Jiang G.U. 2006. Applications of Nanotechnology in Agrochemical Formulation, Perspectives, Challenges and Strategies. Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing.
7- Entesari M., Haydari N., Khayrabi J., Alaei M., Farshi A.A. and Vaziri Zh. 2007. Water Use Efficiency in Greenhouse Cultivation. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage Publications, Tehran. (In Persian)
8- Esmail A., Sediq Yasin O.H., and Jalal Mahmoud B. 2014. Effect of levels phosphorus and iron on growth, yield and quality of flax. Journal of Agriculture and Veterinary Science 7: 7-11.
9- Ghahremani A., Akbari K., Yousefpour M., and Ardalan H. 2014. Effects of nano-potassium and nano-calcium chelated fertilizers on qualitative and quantitative characteristics of *Ocimum basilicum*. International Journal for Pharmaceutical Research Scholars 3(2): 235-241.
10- Giannakou I.O., Karpouzas D.G., and Prophetou-Athanasiadou D. 2009. A novel non-chemical nematicide for the control of root-knot nematodes. Applied Soil Ecology 26: 69-79.
11- Hartman K.M., and Sasser J.N. 1985. Identification of *Meloidogye* species on the basis of differential host test and perineal-pattern morphology. p. 69-76. In K.R. Barker, C.C. Carter, and J.N. Sasser (Eds.). An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, vol. 2. Methodology. North Carolina State University Graphics, Raleigh.
12- Hussey R.S., and Barker K.R. 1973. Comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. Plant Disease Reporter 57: 1025–1028.
13- Hussey R.S., and Janssen G.S. 2002. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species. p. 43-70. In J.L. Starr, R. Cook, and J. Brige (Eds.). Plant Resistance to Parasitic Nematodes. CAB international, Wallingford, UK.
14- Kaplan M., and Noe J.P. 1993. Effects of chicken-excrement amendments on *Meloidogyne arenaria*. Journal of Nematology 25: 71-77.
15- Lai R. 2007. Soil Science in the Era of Hidrogen Economy and 10 Billion People. The Ohio State University, USA.
16- Malnoua C.S., Jaggard K.W., and Sparkes D.L. 2008. Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer. European Journal of Agronomy 28: 47–56.
17- Munnoli M.P., Teixeira da Selva J.A., and Saroj B. 2010. Dynamics of soil-earthworm-plant relationship: A review. Dynamic Soil, Dynamic Plant, 4 (Special Issue): 1-21.
18- Naderi M.R., and Danesh Shahraki A.R. 2011. Application of nanotechnology to optimize the formulation of chemical fertilizers. Nano Technology 65(4): 20-22. (In Persian with English abstract)
19- Nicol J.M., Turner S.J., Coyne D.L., den Nijs L., Hockland S., and Tahna Maafi Z. 2011. Current nematode threats to world agriculture. p. 21-43. In Jones, J., Gheysen, G., and Fenoll, C (Eds.). Genomics and Molecular Genetics of Plant Nematode Interactions. Springer, Netherlands.
20- Oka Y., and Pivonia S. 2002. Use of ammonia-releasing compounds for control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. Journal of Nematology 4: 65–71.
21- Reazaei M., Daneshvar M., and Shirani A.H. 2014. Effect of iron nano chelated fertilizers foliar application on three wheat cultivars in Khorramabad climatic conditions. Scientific Journal of Crop Science 3(2): 9-16.
22- Riegel C., Fernandez F.A., and Noe J.P. 1996. *Meloidogyne incognita* infested soil amended with chicken litter. Journal of Nematology 28: 369-378.
23- Salardini A.A. 2005. Soil fertility. University of Tehran Press, Tehran. (In Persian)
24- Sarathchandra S.U., Ghani A., Yeates G.W., Burch G., and Cox N.R. 2001. Effect of nitrogen and phosphate fertilizers on microbial and nematode diversity in pasture soils. Soil Biology and Biochemistry 33: 953–964.
25- Santana-Gomez S.M., Dias-Arieira C.R., Roldi M., Dadazio T.S., Marini P.M., and Barizao D.A.O. 2010. Mineral nutrition in the control of nematodes. African Journal of Agricultural Research 8: 2413-2420.
26- Sasser J.N., and Carter C.C. 1985. An overview of the International *Meloidogyne* Project 1975-1984. p. 19-24. In J.N. Sasser and C.C. Carter (Eds.). An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Vol. 1: Biology and Control. Raleigh. North Carolina State University Graphics, Raleigh.
27- Siddiqui M.R. 2000. Tylenchida, Parasites of Plants and Insects. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK.
28- Silva R.V., Oliveira R.D.L., Nascimento K.J.T. and Rodrigues F.A. 2010. Biochemical responses of coffee

www.SID.ir

Archive of SID

resistance against *Meloidogyne exigua* mediated by silicon. Plant Pathology 59: 586-593.
29- Zareabyaneh H., and Bayatvarkeshi M. 2015. Effects of slow-release fertilizers on nitrate leaching, its distribution in soil profile, N-use efficiency, and yield in potato crop. Environmental Earth Sciences 74(4): 3385–3393.
30- Zarrinkafsh M. 1989. Fertility and Production. University of Tehran Press, Tehran. (In Persian)
31- Zheng Y., Duan Y., Chen S., Sun J., and Chen L. 2010. Responses of soybean cyst nematode *Heterodera glycines* to macroelement and microelement compounds. Bulgarian Journal of Agricultural Science 16: 172-18.

www.SID.ir

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No.4, Winter 2019, P. 397-408

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۴۰۸-۳۹۷

Effect of some Macronutrients on the Root-knot Nematode, *Meloidogyne javanica* Activities in Eggplant (*Solanum melongena* L.)

S. Mozaffarian[1]- H. Charehgani[2]*- M. Abdollahi[3]- Rasool Rezaei[4]

Received: 24-04-2019
Accepted: 13-01-2020

Introduction: Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are among the most dangerous herbal parasites which destroy 8.8 to 14.6 percent of agricultural products annually. In vegetables, 50 to 80 percent damage caused by nematodes is normal. It is unavoidable to use safe methods for controlling root-knot nematodes. Plant parasitic nematodes can be inhibited using chemical fertilizers, which reduce the losses induced by plant parasites and increase total products. The aim of this study was to evaluate the effect of different levels of two macronutrients including nitrogen and phosphorous on the infection of *M. javanica* on eggplant (cv. Black Beauty) under greenhouse conditions.

Materials and Methods: In the current study, the levels of zero (N0), 50 (N1), 100 (N2), 200 (N3) mg nitrogen and zero (P0), 50 (P1), 100 (P2), 200 (P3) mg phosphorus per kg of soil were selected from nano-chelated nitrogen fertilizer and nano-chelated phosphorus fertilizer, respectively. The seeds of eggplant were planted in plastic pots containing 2 kg of culture media including equal amount of sand, farm soil and animal manure under greenhouse condition. The pots were irrigated daily and maintained at 27±4 °C with 16:8 h light: dark photoperiod. Four leaf stage seedlings were inoculated with five eggs and second stage juveniles of *M. javanica* per gram of soil, and 10 days after inoculation, different levels of fertilizers were added (100 ml per pot) to the pots through irrigation. Sixty days after inoculation, plant growth indices including shoot height, shoot fresh and dry weights and root fresh weight of the cultivated plants were recorded. Nematode population indices including number of galls and egg masses per root system, number of eggs in egg masses were also measured and finally the reproduction factor was calculated. The roots were gently washed with tap water and number of eggs in one gram of root were counted according to the procedure developed by Hussey and Barker (1973). One gram of root was stained with acid fuchsine according to the procedure developed by Byrd *et al.* (1983). The total number of eggs, galls and egg masses per plant root system was determined by multiplying with the root weight per plant. The final nematode population per pot was computed and finally, the reproductive factor (RF) of nematode was calculated by dividing the final nematode population by the initial nematode population (10000 eggs and second stage juveniles of *M. javanica*). Data on plant growth and nematode indices of the experiments were subjected to a factorial analysis of variance (Two-way ANOVA). Means were compared with least significant differences (LSDs) to identify significant difference at probability levels of $P \leq 0.05$ using SAS 9.1 software (Statistical Analysis System Institute Inc., USA) in a CRD (completely randomized design) with four replicates.

Results and Discussion: In nematode inoculated plants, the difference between shoot height and shoot fresh and dry weight of treated plants by phosphorus at the rate of 100 mg/kg soil and non-treated by nitrogen (N0P3) with control plants (N0P0) was significant. Similar results were observed in nematode inoculated plants treated by nitrogen and phosphorus at the rate of 50 and 100 mg/kg soil, respectively (N1P3), with nematode inoculated plants treated by nitrogen at the rate of 50 mg/kg soil and non-treated by phosphorus (N1P0), nematode inoculated plants treated by nitrogen and phosphorus at the rate of 100 and 100 mg/kg soil, respectively (N2P3), with nematode inoculated plants treated by nitrogen at the rate of 100 mg/kg soil and non-treated by phosphorus (N2P0) and also nematode inoculated plants treated by nitrogen and phosphorus at the rate of 200 and 100 mg/kg soil, respectively (N3P3), with nematode inoculated plants treated by nitrogen at the rate of 200 mg/kg soil and non-treated by phosphorus (N3P0) ($P \leq 0.05$). The results showed that using 100 mg nitrogen and 100 mg phosphorus per kg of soil from nano-chelated nitrogen fertilizer and nano-chelated phosphorus fertilizer, as the best treatment used in this experiment, decreased number of eggs, galls and egg masses per root system and reproduction factor of nematode by 53, 52, 62 and 55%, respectively. Therefore, nano-chelated nitrogen and phosphorus fertilizers, as two chelated fertilizers produced using nanotechnology, can decrease the population of *M. javanica* in eggplant cultivated in the greenhouse. Soil drenching of these water-soluble nano-fertilizers 10

1, 2, 3 and 4- M.Sc. Graduate, Assistant Professor, Professor and Assistant Professor of Plant Pathology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: h.charehgani@yu.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

days after infection of the eggplants by *M. javanica* can also reduce the population of nematode.

Keywords: Management, Nano-chelated nitrogen fertilizer, Nano-chelated phosphorus fertilizer, Root-knot nematode

www.SID.ir