مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۳۰، شماره ۴، سال ۱۳۹۳

تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر شدت آلودگی شانکر درختان سیب ناشی از قارچ *Cytospora cincta* Fries در شرایط کشت بدون خاک

Effect of Different levels of Nitrogen and Potassium on Infection Severity of Canker of Apple Caused by *Cytospora cincta* Feries in Hydroponic Condition

احمد حیدریان[۱] و مسعود تدین‌نژاد[۲]

۱ و ۲- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۳

چکیده

حیدریان ، ا. و تدین‌نژاد ، م. ا. ۱۳۹۳. تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر شدت آلودگی شانکر درختان سیب ناشی از قارچ *Cytospora cincta* Fries در شرایط کشت بدون خاک. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۰ (۴):** ۴۸۵- ۴۷۳.

مدیریت مواد غذایی به خصوص نیتروژن و پتاسیم بروز و توسعه انواع بیماری ها را کاهش می‌دهد. به منظور بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر شدت آلودگی شانکر سیتوسپورایی درختان سیب، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط کشت بدون خاک روی نهال‌های دو ساله سیب رقم گلدن دلیشز اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح نیتروژن (صفر، ۱۰۵، ۲۱۰ و ۳۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و چهار سطح پتاسیم (صفر، ۱۱۵، ۲۳۰ و ۳۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بودند. بعد از شش هفته نهال ها توسط جدایه ای با بیماریزایی بالا از قارچ *Cytospora cincta* Fries مایه‌زنی شدند و شش ماه بعد میانگین مساحت زخم‌های ایجاد شده روی تنه نهال‌ها اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج نشان داد که تغییر در سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم باعث تغییر در شدت بیماری شد. بیشترین و کمترین شدت آلودگی به ترتیب در تیمارهای بدون مصرف نیتروژن (N_0) و پتاسیم (K_0) و استفاده بهینه ($N_{210}K_{230}$) مشاهده شد. با افزایش مقدار پتاسیم شدت آلودگی کاهش یافت، در حالی که در سطوح کمتر از مقدار بهینه نیتروژن (N_{210})، بیماری با شدت‌های مختلف مشاهده شد، همان‌گونه که در غلظت زیادتر از حد مطلوب نیتروژن، نیز شدت آلودگی افزایش معنی‌داری را نشان داد. با مصرف مقادیر بهینه، شدت آلودگی به طور قابل توجهی کاهش نشان داد.

واژه‌های کلیدی: سیب رقم گلدن دلیشز، شانکر سیتوسپورائی، مساحت زخم، مصرف بهینه عناصر.

نویسنده مسئول: ahmadheidarian@yahoo.com تلفن: ۰۳۱۱۷۸۸۵۴۸۰

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

شانکر سیتوسپورایی که در اثر گونه‌های جنس *Cytospora* spp. به وجود می‌آید یک مشکل جهانی است و بیش از ۷۰ گونه از سایه‌داران و درختان مثمر را آلوده می‌کند (James *et al.*, 2010). در منطقه سمیرم گونه هایی از جنس‌های Cytospora، Valsa و Leucostoma به عنوان قارچ‌های همراه علائم شانکر درختان سیب تشخیص داده شده‌اند (Mehrabi *et al.*, 2008). در خصوص مناطق انتشار، درصد آلودگی درخت‌های بیمار، علائم، بیولوژی عامل و راه‌های کنترل شیمیایی بیماری، بررسی‌های جامعی به عمل آمده است (Ashkan, 1991, 1993). گس‌ت‌ردگی دام‌نه میزبانی و انتشار بیماری همراه با خصوصیات بیولوژیکی آن باعث شده تا مبارزه شیمیایی در غالب موارد موفقیت‌آمیز نباشد. از سوی دیگر استفاده از قارچکش‌ها نه تنها هزینه‌های تولید را بالا می‌برد بلکه باعث ایجاد آسیب‌های زیست محیطی و بهداشتی نیز می‌شود (Cooke *et al.*, 2011). بنابراین واضح است جهت مدیریت بیماری شانکر سیتوسپورایی درختان سیب، نیاز به یک روش کنترل پایدار اقتصادی و زیست محیطی دارد. استراتژی جدید در مدیریت تلفیقی، ترکیبات شیمیایی زیست سازگار است که مقاومت به بیماری‌را در گیاهان از طریق مقاومت القایی افزایش می‌دهند (Altamiranda *et al.*, 2008). در این بین عناصر غذایی نیتروژن و پتاسیم به طور خاص مورد توجه قرار گرفته‌اند و استفاده متعادل از آن‌ها منجر به کنترل موفق بیماری‌های گیاهی ناشی از قارچ‌ها، ویروس‌ها و باکتری‌ها شده است (Geary *et al.*, 2014؛ Veromann *et al.*, 2013؛ Zafar and Atahar 2013؛ Thompson 2007andHuber ؛ Burks *et al.*, 1998). رشد و تولید محصول به شدت با تنش‌های زنده و غیر زنده کاهش پیدا می‌کند، تنش‌های زنده از قبیل بیماری‌ها، باعث کاهش جذب و استفاده از مواد غذایی توسط گیاهان می‌شوند. بنابراین مدیریت تغذیه معدنی گیاهان نه تنها برای تولید محصول بیشتر که برای تغییر در پاسخ به وقوع تنش‌های زنده همانند بیماری‌ها، نیز موثر است (Walters and Bingham, 2007). به طور کلی مواد غذایی معدنی ممکن است با ایجاد تغییرات در ویژگی‌های رشدی گیاه (آناتومی و تغییرات شیمیایی) منجر به افزایش یا کاهش در تحمل به بیماری‌ها شوند (Huber and Graham, 1999). پتاسیم نقش اساسی در ضخامت کوتیکول در برابر نفوذ قارچ‌ها و حشرات مکنده دارد (Amtmann *et al.*, 2008). پتاسیم علاوه بر افزایش محصول و بهبود کیفیت، سبب افزایش مقاومت گیاه در برابر شوری، کم آبی، انواع تنش‌ها و آفات و بیماری‌ها می‌شود (Santana-Gomes *et al.*, 2013؛ Prabhu *et al.*, 2007).

سامانه بسترهای خاکی به دلیل تبادلات کاتیونی وآنیونی و تغییرات غیر قابل پیش‌بینی غلظت عناصر غذایی پس از افرایش آن‌ها به محلول خاک، محیط مناسبی برای تحقیق تاثیر عناصر غذایی بر ویژگی‌های گیاه نیست. از این رو، در محیط کشت

www.SID.ir

بدون خاک، که امکان نظارت دقیق دما، رطوبت نسبی و اسیدیته امکان‌پذیر است، تاثیر غلظت مشخص و پایدار عناصر غذایی بر تنش‌های زنده و غیر زنده مورد بررسی قرار گرفته است (Shinohara *et al.*, 2011). کشت بدون خاک در موسسه ملی علوم گیاهی و چای برای تولید چند محصول کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته و در حال حاضر به طور فزاینده ای جایگزین شیوه‌های سنتی کشاورزی می‌شود (Nelson, 2013). این روش در بررسی تاثیر کودهای ارگانیک روی بیمارگرهای گیاهان در حال رشد استفاده شده است (Chinta *et al.*, 2014). گیاهانی که در این شرایط کاشته می‌شوند از خصوصیات کاملاً یکسانی برخوردارند. از این رو با توجه به امکان بررسی تاثیر تنش‌های زنده و غیر زنده بر روی بافت‌های ریشه و ساقه گیاهان و مطالعه اثر متقابل عناصر غذایی- بیمارگر در کشت‌های بدون خاک امکان‌پذیر است. این پژوهش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر شدت علائم شانکر سیتوسپورایی درختان سیب در شرایط کشت بدون خاک طراحی شد تا زمینه برای مطالعات مشخص روی مدیریت بیماری از طریق واکنش عناصر غذایی موثر در توسعه شدت آلودگی فراهم شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سامانه کشت بدون خاک (Hydroponic)و در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان با شرایط محیطی کنترل شده، روی نهال‌های دو ساله سیب رقم گلدن با پایه بذری (وقوع و شدت آلودگی روی این رقم در منطقه بیشتر است)، تهیه شده از نهالستان‌های بخش خصوصی، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با دو فاکتور نیتروژن و پتاسیم در چهار تکرار اجرا شد. در تمام تیمارها یک نهال اضافه به عنوان شاهد برای مایه‌زنی با دیسک‌های PDA سترون در نظر گرفته شد. نهال‌ها در گلدان‌های پلاستیکی ۲۰ لیتری حاوی ۷۰٪ کوکوپیت و ۳۰٪ پرلیت کشت شدند. دمای گلخانه در طول مدت آزمایش $20\pm2^{\circ}C$ و رطوبت نسبی بین ۶۰ تا ۸۰ درصد متغیر بود.

تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: تیمار نیتروژن شامل: صفر یا عدم استفاده از نیتروژن در محلول هوگلند (N_0)، نصف غلظت نیتروژن در محلول هوگلند (N_{105})، غلظت نیتروژن در محلول هوگلند (N_{210}) و دو برابر غلظت نیتروژن در محلول هوگلند (N_{315})، به ترتیب صفر، ۱۰۵، ۲۱۰ و ۳۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم و تیمار پتاسیم شامل: صفر یا عدم استفاده از پتاسیم در محلول هوگلند (K_0)، نصف غلظت پتاسیم در محلول هوگلند (K_{115})، غلظت پتاسیم در محلول هوگلند (K_{230}) و دو برابر غلظت پتاسیم در محلول هوگلند (K_{345})، به ترتیب صفر، ۱۱۵، ۲۳۰ و ۳۴۵ میلی گرم بر کیلوگرم بودند. منابع نیتروژن در محلول جهانی هوگلند از نمک‌های نیترات کلسیم ($Ca(NO_3)_24H_2O_2$)؛ نیترات پتاسیم (KNO_3) و فسفات آمونیم (KH_2PO_4) و منابع پتاسیم از نمک نیترات پتاسیم (KNO_3) تامین شد. با توجه به مقادیر تیمارها، آنیون‌ها و یا کاتیون‌های همراه آن‌ها با سایر منابع بر اساس فرمول غذایی هوگلند موازنه

www.SID.ir

شد.

برای جداسازی و بیماریزایی عامل بیماری، در بهار و پاییز از ده باغ آلوده انتخابی، بین دو تا سه نمونه شاخه بیمار به آزمایشگاه انتقال داده شد. از حاشیه زخم‌های فعال و از پیکنیدهای تشکیل شده روی چوب به روش فتوحی فر و همکاران (Fotouhifar *et al.*, 2007) قارچ عامل بیماری جداسازی و خالص شد. شدت بیماری‌زایی جدایه‌های به دست آمده روی شاخه‌های بریده رقم گلدن دلیشز به روش حیدریان و همکاران (Heidarian *et al.*, 2001) بررسی شد. جدایه با فراوانی و شدت بیماریزایی بالاتر انتخاب و برای مایه‌زنی در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفت. این جدایه بر اساس خصوصیات مورفولوژیک قارچ، *Cytospora cincta* بود که به عنوان گونه غالب در منطقه سمیرم گزارش شده است (Mehrabi *et al.*, 2011).

شش هفته بعد از اعمال تیمارها، نهال‌های سیب رقم گلدن دلیشز توسط جدایه قارچی با بیماریزایی بالا در یک سوم انتهایی تاج هر نهال و در محل مناسب مایه‌زنی شدند. به این صورت که ابتدا سطح پوست با الکل ۷۵ درصد، ضدعفونی سطحی شد، سپس دیسکی از پوست به قطر ۵ میلی‌متر با چوب پنبه سوراخ‌کن به گونه‌ای برداشته شد که سطح کامبیوم ظاهر شد. از حاشیه کلنی در حال رویش فعال قارچ (کلنی به مدت هفت روز در انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته بود) روی محیط غذایی PDA، قطعه ای به قطر ۵ میلی‌متر برداشته و به گونه‌ای در محل زخم قرار داده شد که قارچ با کامبیوم در تماس مستقیم قرار گیرد. بعد از مایه‌زنی محل زخم با یک لایه پارافیلم و دو لایه چسب نواری کاغذی پوشانده شد.

شش ماه پس از مایه‌زنی، نهال‌ها از محل طوقه قطع و مساحت زخم‌های ایجاد شده روی تنه و زیر پوست اندازه‌گیری شد. حاشیه زخم‌ها روی طلق شفاف ترسیم شد، سپس به کاغذ سفید منتقل و مساحت زخم‌ها توسط پلانیمتر اندازه‌گیری شد (Heidarian *et al.*, 2001). درجه نسبی بیماری‌زایی که به استناد میانگین مساحت زخم‌های ایجاد شده با جدایه انتخابی تعیین شده بود، مورد تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTATC قرار گرفت.

جداسازی مجدد بیمارگر از کلیه تیمارها بجز نهال‌های مایه‌زنی شده با PDA سترون امکان‌پذیر بود، نهال‌های شاهد هیچ گونه نشانه و علائمی در محل مایه‌زنی نشان ندادند.

نتایج و بحث

در جدول ۱ غلظت عناصر غذائی در محلول هوگلند نشان داده شده است. مقادیر مختلف نیتروژن و پتاسیم مورد نیاز برای انجام این آزمایش بر اساس مقادیر این مواد در محلول هوگلند آماده شدند.

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم و اثر متقابل آن‌ها روی اندازه زخم‌های ایجاد شده روی تنه در سطح احتمال ۱٪ آزمون دانکن معنی‌دار بود (جدول ۲).

در این تحقیق رشد نهال‌ها و توسعه بیماری به شدت تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و

www.SID.ir

جدول ۱- غلظت عناصرغذایی درمحلول غذایی سیب (محلول هوگلند)
Table 1. Mineral nutrient elements suitable for apple Hoagland solution

عنصر غذایی Nutrient elements	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	Cu	B	Mo
غلظت (میلی گرم بر کیلوگرم) Concentration ($mgkg^{-1}$)	210	31	235	200	48	64	4	0.05	0.5	0.02	0.5	0.01

جدول ۲ - تجزیه واریانس مرکب شدت آلودگی به *Cytospora cincta* (مساحت زخم) روی نهال‌های سیب در تیمارهای مختلف کود نیتروژن و پتاسیم

Table 2. Combined analysis of variance for severity of infection (lesion size) to *Cytospora cincta* on apple seedlings in different treatments of nitrogen and potassium

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Nitrogen level	سطوح نیتروژن	3	493514.12**
Potassium level	سطوح تابستان	3	26236.79**
Nitrogen × Potassium	سطوح نیتروژن × پتاسیم	9	12608.28**
Error	اشتباه آزمایشی	48	6.01
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات	-	9.96

** : تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

**: Significant at 1% probability level.

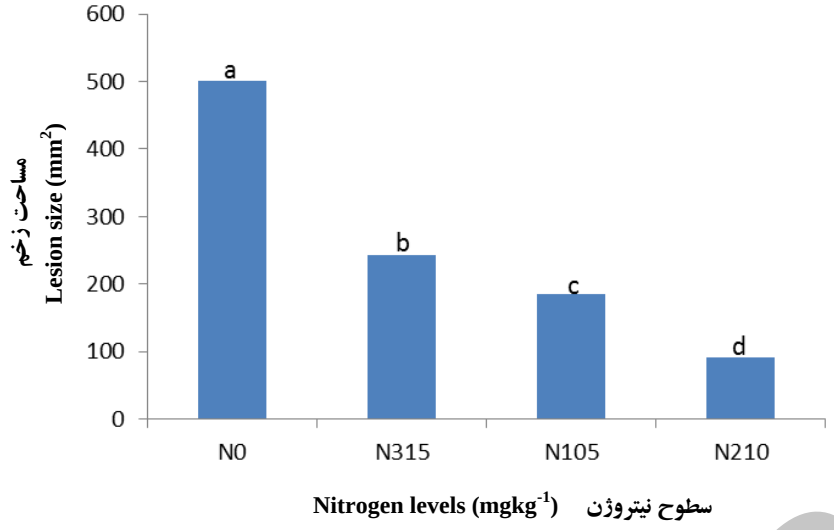
Archive of SID

به طور قابل توجهی با تغییر در میزان نیتروژن و پتاسیم، رشد نهال‌ها و شدت آلودگی تغییر کرد.

اثر سطوح نیتروژن بر شدت آلودگی

مقایسه میانگین تیمارها در سطح احتمال ۱٪ آزمون دانکن نشان داد تیماری که میزان مصرف نیتروژن در محلول هوگلند صفر (N_0) بود، شدت نسبی آلودگی در حداکثر مقدار (قطر زخم ۵۰۱/۵ میلی‌مترمربع) قرار داشت به صورتی که بیمارگر، باعث مرگ نهال‌ها شد. با افزایش مقدار نیتروژن به دو برابر مقدار آن در محلول هوگلند (N_{315})، شدت آلودگی کاهش چشمگیری نسبت به تیمار N_0 داشت (۲۴۳/۵۶ میلی‌مترمربع) و سر انجام نهال‌ها زنده ماندند. در تیمار N_{105} که نصف مقدار محلول هوگلند مصرف شده بود، شدت آلودگی نسبت به دو تیمار N_0 و N_{315} کمتر (۱۸۴/۵ میلی‌مترمربع) بود. در وضعیتی که مصرف نیتروژن برابر مقدار آن در محلول هوگلند، یا به عبارتی دیگر بهینه بود، شدت آلودگی در حداقل (۹۱/۶۸ میلی‌مترمربع) قرار داشت و بافت کالوس در محل زخم در کلیه تکرارها تشکیل شد. در این گیاهان هیچ گونه علائم ظاهری ناشی از خسارت بیماری رویت نشد (شکل ۱). این نتایج با یافته‌های قبلی در خصوص اثر کود نیتروژن روی توسعه شانکر سیتوسپورایی که در سیستم کشت بدون خاک در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار گرفته

www.SID.ir



شکل ۱- مقایسه میانگین مساحت زخم (شدت آلودگی) شانکر سیتوسپورائی روی نهال‌های سیب در سطوح مختلف نیتروژن

Fig. 1. Mean copmparison of lesion size (disease severity) of cytospora canker on seedlings of apple in different levels of nitrogen

ستون‌ها با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ هستند.

Bars with different letters are significantly different at 1% level of probability.

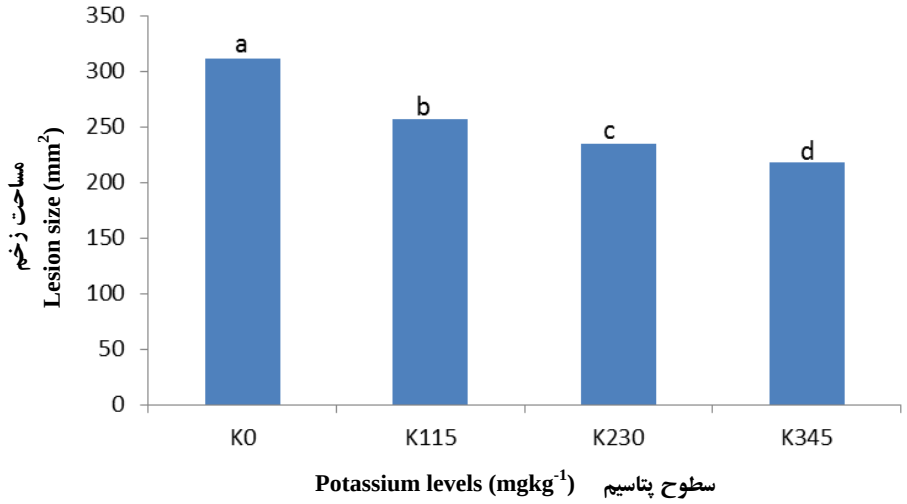
بود مطابقت داشت (Burks *et al.*, 1998). این محققین نشان دادند که عدم مصرف و استفاده بیش از اندازه نیتروژن منجر به تشکیل شانکرهای وسیع روی درختان سپیدار می‌شود؛ در حالی که استفاده صحیح از کود نیتروژن، به سپیدارها اجازه می‌دهد که در مقابل شانکر سیتوسپورایی مقاومت کنند.

اثر سطوح پتاسیم بر شدت آلودگی

با افزایش مقدار پتاسیم در محلول هوگلند، شدت آلودگیی به طور معنی‌داری کاهش یافت، به طوری که بیشترین اندازه زخم (۳۱۱/۲۵ میلی‌مترمربع) در تیمار K_0 (سطح صفر میلی‌گرم بر کیلوگرم محلول هوگلند) مشاهده شد در حالی که کمترین شدت آلودگی (۲۱۸/۱۹ میلی‌مترمربع) در تیمار K_{345} اندازه‌گیری شد، که میزان مصرف پتاسیم دو برابر مقدار آن در محلول هوگلند بود. در تیمارهای K_{115} و K_{230} که مقدار مصرف پتاسیم به ترتیب نصف و برابر مقدار آن در محلول هوگلند بود، شدت آلودگی به ترتیب ۲۵۶/۷۵ و ۲۳۵/۱ میلی‌مترمربع بود که از نظری آماری با هم اختلاف معنی‌دار داشتند (شکل ۲).

برای مقایسه و درک بهتر اثر سطوح نیتروژن و پتاسیم روی شدت آلودگی، میانگین اندازه زخم‌های ایجاد شده روی نهال‌هایی که میزان مصرف نیتروژن و پتاسیم بهینه ($N_{210}K_{230}$) بود، مبنا قرار گرفت سپس میانگین اندازه زخم‌های ایجاد شده توسط سطوح نیتروژن و پتاسیم به درصد تبدیل و نمودار مربوطه ترسیم شد (شکل ۳). در نبود پتاسیم، نیتروژن ۲۶٪ و بالعکس در عدم وجود نیتروژن، پتاسیم ۵۴/۱٪ در کنترل بیماری نسبت به مصرف بهینه نیتروژن و پتاسیم نقش داشت، به

Archive of SID
www.SID.ir

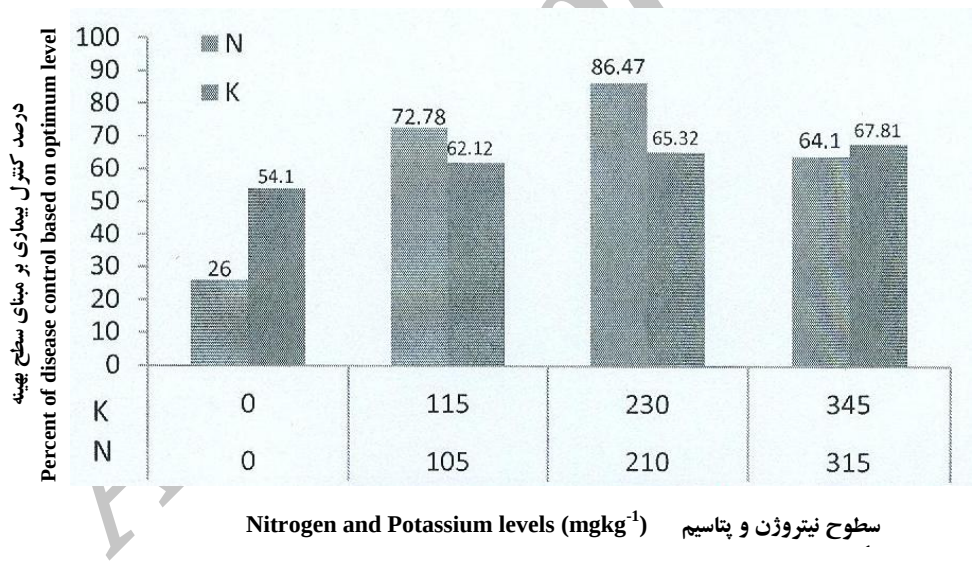


شکل ۲- مقایسه میانگین مساحت زخم (شدت آلودگی) شانکر سیتوسپورائی روی نهال‌های سیب در سطوح مختلف پتاسیم

Fig. 2. Mean comparison of lesion size (disease severity) ofcytospora canker on seedlings of apple in different levels of potassium

ستون‌ها با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ هستند.

Bars with different letters are significantly different at 1% level of probability.



شکل ۳- مقایسه سطوح نیتروژن و پتاسیم بر مبنای درصد بهینه کنترل بیماری

Fig. 3. Comparison of nitrogen and potassium levels based on optimal disease control

عبارت دیگر نبود نیتروژن در بروز و توسعه بیماری موثرتر از پتاسیم بود. گزارش‌های مختلف نشان می‌دهد که در مورد بسیاری از بیماری‌های قارچی دیگر نیز کمبود نیتروژن توانسته خسارت‌های قارچی را افزایش دهد (Söchting and Verreet, 2004؛ Veroman *et al.*, 2013). از جمله با کاهش مصرف نیتروژن از مقدار بهینه، بیماری‌های

www.SID.ir

سیب‌زمینی ناشی از قارچ‌های *Alternaria solani* و *Pythium* spp. افزایش پیدا کرده است (Agrios, 2005). زمانی که غلظت نیتروژن و پتاسیم هر دو به نصف مقدار آن‌ها در محلول هوگلند کاهش داده شد هر کدام به صورت مستقل به ترتیب ۷۲/۷۸٪ و ۶۲/۱۲٪ در کنترل بیماری نسبت به تیمار بهینه نقش داشتند، بدان معنی که در با افزایش میزان مصرف پتاسیم، روند بروز و توسعه بیماری رو به کاهش بود. در حالی که با افزایش مصرف نیتروژن، بروز و توسعه بیماری متغیر بود، به گونه‌ای که مصرف دو برابر حد متعادل آن، بیماری را به شدت تحت تاثیر قرار داد و افزایش قابل ملاحظه‌ای در متوسط مساحت زخم‌های ایجاد شده روی تنه‌ها رویت شد. زمانی که میزان نیتروژن قابل دسترس در گیاه افزایش پیدا می‌کند نسبت C:N در گیاه کاهش پیدا کرده (گیاه شاداب‌تر می‌شود) و این نگرانی را به وجود خواهد می‌آورد که افزایش غلظت نیتروژن، حساسیت گیاهان به بیماری‌ها را در پی خواهد می‌دهد (Agrios, 2005). نقش نیتروژن زیادی در بروز و توسعه بیماری‌های گیاهان به مراتب بیشتر از زمانی است که محدودیت نیتروژن در گیاه وجود داشته باشد (Snoeijers *et al.*, 2000). لذا نتایج کلی بیانگر آن است که نقش نیتروژن در بروز و توسعه بیماری‌های گیاهی بسیار مهم‌تر از پتاسیم است.

اثر متقابل سطوح نیتروژن و پتاسیم بر شدت آلودگی

استفاده بهینه نیتروژن و پتاسیم ($N_{210}K_{230}$) بیماری را ۸۶/۶۵٪ کنترل کرد، در حالی که در این حالت، کمبود پتاسیم در بروز و توسعه بیماری موثرتر بود. در تیمارهای بهینه K_{230} و N_{210} نقش نیتروژن در کنترل بیماری موثرتر بود در حالی که در تیمارهای دو برابر غلظت هر کدام به صورت مستقل در محلول هوگلند، نیتروژن با ۶۴/۱٪ کنترل بیماری، موثرتر از پتاسیم (۶۷/۸۱٪) در بروز و توسعه بیماری نقش داشت (شکل۳). تیمار (N_0K_0) که میزان مصرف نیتروژن و پتاسیم صفر بود و در تیمارهای ($N_{315}K_0$)، ($N_{210}K_0$) و ($N_{105}K_0$) که پتاسیم مصرف نشده بود، میزان کنترل بیماری به ترتیب ۰، ۳۰/۷۷، ۳۲/۷۵ و ۴۰/۸۲ درصد بودکه از نظر آماری در سطوح مختلف قرار گرفتند (جدول ۳). این موضوع نشانگر آن است که در صورت عدم وجود پتاسیم، با مصرف نیتروژن حتی در شرایط مطلوب شدت آلودگی افزایش پیدا می‌کند. گزارش‌های زیادی در ارتباط با نیتروژن و مدیریت بیماری‌ها وجود دارد (Geary *et al.*, 2014؛ Machinandiarena *et al.*, 2012؛ Copolovici *et al.*, 2011). نیتروژن یک ماده غذایی ضروری است که در بلوک‌های ساختمانی اصلی همانند نوکلئوتیدهای مورد استفاده برای سنتز DNA، RNA و آمینواسیدهای مورد استفاده برای تشکیل پروتئین‌ها و آنزیم‌ها در تمام موجودات زنده، بیوسنتز می‌شود. این ماده غذایی معدنی که با غلظت بسیار بالا در گیاهان وجود دارد. نیتروژن علاوه بر اثر مستقیم روی رشد، در توسعه بیماری‌های گیاهی نیز موثر است. به کار بردن میزان کم یا زیاد نیتروژن ممکن است سبب بروز تغییراتی در گیاهان و یا محیط شده که برای توسعه بیماری‌ها

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر شدت آلودگی شانکر سیتوسپورائی در نهال‌های سیب

Table 3. Mean comparison of intraction of different levels of nitrogen and potassium on severity of infection of cytospora canker in apple seedlings

تیمار Treatment	میانگین اندازه زخم‌ها Mean lesion size (mm^2)	درصد کنترل بیماری Disease control (%)
N_0K_0	678.50a	0
$N_{315}K_0$	469.75b	30.77
$N_{210}K_0$	456.25c	32.75
$N_{105}K_0$	401.50d	40.82
$N_{315}K_{115}$	260.00e	61.68
$N_{210}K_{115}$	255.50f	62.34
N_0K_{115}	233.50g	65.58
N_0K_{230}	225.25h	66.80
N_0K_{345}	213.50i	68.53
$N_{315}K_{230}$	208.25j	69.34
$N_{315}K_{345}$	159.75k	76.45
$N_{105}K_{115}$	156.50k	76.93
$N_{105}K_{230}$	93.50l	86.22
$N_{105}K_{345}$	93l.00	86.29
$N_{210}K_{345}$	90.75l	86.62
$N_{210}K_{230}$	90.50l	86.65

میانگین‌ها با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Similar letters in each column indicate no significant differences at 1% level of Duncan's multiple range test.

مطلوب است(Geary *et al.*, 2014). در تیمارهای (N_0K_{115})، (N_0K_{230}) و (N_0K_{345}) که میزان مصرف نیتروژن صفر و پتاسیم، نصف و دو برابر حد مطلوب بود، بیماری به ترتیب، ۶۵/۵۸، ۶۶/۸ و ۶۸/۵۳ درصد کنترل شده بود و در سه گروه متفاوت قرار گرفتند (جدول ۳). این بدان معنی است که در عدم حضور نیتروژن، افزایش مصرف پتاسیم منجر به کاهش بیماری شده است. این نتیجه با نتایج به دست آمده از تحقیقات روی وقوع بیماری ویروسی پیچیدگی برگ پنبه که با کاهش میزان مصرف پتاسیم افزایش پیدا کرده و استفاده میزان متعادل آن وقوع بیماری را کاهش داده است (Zafar and Atahar, 2013) مطابقت دارد. در بین تمام مواد غذایی که باعث تغییر در هنگام حمله بیماری‌ها می‌شوند، پتاسیم موثرترین ماده غذایی است. پتاسیم در فرآیندهای مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی که وقوع و شدت بیماری‌ها را از طریق سنتز پروتئین، متابولیسم نیتروژن، فعالیت آنزیمی، سیگنالینگ هورمونی، باز و بسته شدن روزنه‌ها، فتوسنتز، انتقال در آوندهای آبکش و جذب را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد، موثر است (Taiz and Zeiger, 2010؛ Epstein and Bloom, 2005). تامین پتاسیم کافی باعث سخت شدن سازه‌های گیاهی از جمله محکم‌تر شدن کوتیکول، دیواره خارجی اپیدرم‌ها و دیواره‌های سلولی، بهبود بافت‌های اسکلروشیمیایی و تحریک لیگنینی شدن آن‌ها می‌شود، بنابراین به نوبه خود می‌تواند باعث حفاظت گیاهان در برابر بیمارگرها شود (Datnof *et al.*, 2006). عنصر غذایی پتاسیم در تعامل با مسیرهای (Pathways) دفاع هورمونی همانند سیگنالینگ جاسمونیک اسید، باعث کاهش شدت بیماری‌ها گردیده شده است (Schachtman and Shin, 2006). در تیمارهای

www.SID.ir

($N_{315}K_{345}$) و ($N_{105}K_{115}$) هر دو عنصر غذایی به میزان نصف و دو برابر حد مطلوب استفاده شده بود، درصد کنترل‌کنندگی بیماری به ترتیب ۷۶/۴۵ و ۷۶/۹۳ درصد که از نظر آماری نیز در یک گروه قرار گرفتند. در این آزمایش هم‌سطح بودن میزان مصرف هر دو عنصر تاثیر یکسان در کنترل بیماری داشت. در تیمارهای ($N_{105}K_{230}$) و ($N_{105}K_{345}$) که میزان مصرف نیتروژن یک اندازه و نصف حد مطلوب بود و پتاسیم در حد مطلوب و یا دو برابر بود، درصد کنترل بیماری به ترتیب ۸۶/۲۲ و ۸۶/۲۹ درصد بود که از نظر آماری در یک سطح قرار گرفتند و اختلاف معنی‌دار با هم و با تیمار بهینه نداشتند. بنابر این در سطح پایین نیتروژن، پتاسیم نقش اساسی در کنترل بیماری داشت. در دو تیمار ($N_{210}K_{115}$) و ($N_{210}K_{345}$) درصد کنترل‌کنندگی بیماری به ترتیب ۶۲/۳۴ و ۸۶/۶۲ درصد بود که با هم اختلاف معنی‌دار از نظر آماری قرار گرفته داشتند. این موضوع بیانگر آن است که در صورت مصرف بهینه نیتروژن، افزایش پتاسیم در حد دو برابر باعث کنترل بیشتر بیماری می‌شود. در تیمارهای ($N_{315}K_{230}$) و ($N_{315}K_{115}$) که مصرف نیتروژن دو برابر و پتاسیم کمتر بود به ترتیب ۶۹/۳۴ و ۶۱/۶۸ درصد بیماری کنترل شد. در حالتی که مصرف نیتروژن بیش از اندازه بود، مصرف پتاسیم در حد مطلوب در کنترل بیماری نقش موثری را ایفا کرد (جدول ۳). علاوه بر اثر مخرب نیتروژن اضافی در بروز و توسعه بیمارگرها، به دلایل اکولوژیکی و اقتصادی، کوددهی بایستی با دقت و بر اساس نیاز و رشد مطلوب گیاه انجام شود. به کار بردن نیتروژن اضافی باعث شستشوی آن و آلودگی خاک و آب نیز می‌شود (Engström *et al.*, 2011). در تیمارهایی که مصرف نیتروژن و پتاسیم بهینه و یا نزدیک به آن بودند، بافت کالوس زودتر نسبت به بقیه تیمارها تشکیل شد. از سوی دیگر در تیمارهایی که به خصوص نیتروژن بیشتر از حد معمول بود، هیچ‌گونه بافت کالوسی تا پایان آزمایش تشکیل نشد. این نتایج، اطلاعات به دست آمده در خصوص وضعیت عناصر غذایی در باغ‌های آلوده به بیماری شانکر سیتوسپورایی درختان سیب سمیرم را تایید می‌کند. مطالعات تجزیه خاک و برگ درختان سیب در این منطقه نشان داده در باغ‌هایی که میزان نیتروژن آن‌ها بیشتر و پتاسیم کمتر است وقوع و شدت بیماری بیشتر است (Tadayonnejad and Heidarian, 2011). به نظر می‌رسد این عناصر مکانیزم (های) دفاعی میزبان را بر علیه بیمارگر فعال می‌کنند، یا این که در ساختار آناتومیک یا فیزیولوژیک گیاه تغییراتی ایجاد کرده که مانع فعالیت بیشتر بیمارگر می‌شود. اگر چه این موضوع نیاز به تحقیقات و تامل بیشتری دارد، اما به نظر می‌رسد با اعمال این گونه تیمارها به عنوان کارآمدترین ابزارهای مدیریتی بیماری، بتوان از ایجاد آلودگی در باغات سیب جلوگیری به عمل آورد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که با مصرف بهینه کودهای نیتروژن و پتاسیم روی درختان سیب، می‌توان وقوع و توسعه بیماری را در باغ‌های سیب منطقه سمیرم کاهش داد. به این ترتیب نه تنها از خسارت‌های سنگین این بیماری جلوگیری کرد، بلکه از هزینه‌های هنگفتی که در

www.SID.ir

راستای مبارزه با این بیماری مصرف می‌شود، نیز کاست. یکی از مشکلات اساسی در باغ‌های سیب سمیرم استفاده بیش از حد کودهای حیوانی و منابع کودی نیتروژن، بدون توجه به نقش سایر عناصر غذایی در سلامت گیاه است که سبب ظهور و گسترش بیماری‌هائی نظیر شانکر سیتوسپورایی در درختان دانه دار منطقه شده است.

References

Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Academic Press, San Diego, CA., USA. 922 pp.

Altamiranda, E. A. G., Andreu, A. B., Daleo, G. R., and Olivieri, F. P. 2008. Effect of *B*-aminobutyric acid (BABA) on protection against *Phytophthora infestans* throughout the potato crop cycle. Australas Plant Pathology 37: 421–427.

Amtmann, A., Troufflard, S., and Armengaud, P. 2008. The effect of potassium nutrition on pest and disease resistance in plants. Physiologia Plantarum 133(4): 682-691.

Ashkan, M. 1991. Studies on a new canker of apple trees in Tehran province. Iranian Journal of Plant Pathology 27: 13-15 (in Persian).

Ashkan, M. 1993. Studies on *Cytopora rubescens*, a new fungus isolated from apple trees in Iran. Iranian Journal of Plant Pathology 29: 29-30 (in Persian).

Burks, S., Jacobi, W. R., and Mcintyre, I. A. 1998. Cytospora canker development on Aspen in response to nitrogen fertilization. Journal of Arboriculture 24: 28-34.

Chinta, Y. D., Kano, K., Widiastuti, A., Fukahori, M., and Kawasaki, S. 2014. Effect of corn steep liquor on lettuce root rot (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*) in hydroponic cultures. Journal of Science Food Agriculture 94: 2317–2323.

Cooke, L. R., Schepers, H. T. A. M., Hermansen, A., Bain, R. A., Bradshaw, N. J., and Ritchie, F. 2011. Epidemiology and integrated control of potato late blight in European Potato Research 54: 183–222.

Copolovici, L., Kännaste, A., Remmel, T., Vislap, V., and Niinemets, Ü. 2011. Volatile emissions from *Alnus glutinosa* induced by herbivory are quantitatively related to the extent of damage. Journal of Chemical Ecology 37: 18-28.

Datnoff, L. E., Elmer, W., and Huber D. M. 2006. Mineral Nutrition and Plant Disease. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA. 278 pp.

Engström, L., Stenberg, M., Aronsson, H., and Linden, B. 2011. Reducing nitrate leaching after winter oilseed rape and peas in mild and cold winters. Agronomy for Sustainable Development Journal 31: 337-347.

Archive of SID

www.SID.ir

Epstein, E., and Bloom, A. J. 2005. Mineral Metabolism- Mineral Nutrition of Plants: Principles and perspectives, 2nd ed. Sinuar Associates, Inc. Publishers, Saunderland, Massachusetts, USA. 400 PP.

Fotouhifar, K. H. B., Hedjarode, G. H. A., Ershad, D. J., Mousavi, S. M., Okhovat, S. M., and Javannikkhah, M. 2007. New information on the form-genus Cytospora in Iran. Rostaniha 8 (2): 129-149 (in Persian).

Geary, B., Clark, J., Hopkins, B. G., and Jolley, V. D. 2014. Deficient, adequate and excess nitrogen levels established in hydroponics for biotic and abiotic stress – interaction studies. Potato Nutrition 38: 41–50.

Heidarian, A., Alizadeh, A., and Minasian, V. 2001. The susceptibility of certain citrus cultivars to branch wilt and decline disease caused by *Nattrassia mangiferae*. Iranian Journal of Plant Pathology 37: 135-143 (in Persian).

Huber, D. M., and Graham, R. D. 1999. The role of nutrition incrop resistance and tolerance to diseases. pp. 169-204. In: Rengel, M. (ed.) Mineral Nutrition of Crops. Fundamental Mediauisms and Implications, USA Food Producers, USA.

Huber, D. M., and Thompson, I. A. 2007. Nitrogen and plant disease. pp. 231-235. In: Datnoff, L. E., (ed.) Mineral Nutrition and Plant Disease. The American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota, USA.

James, J. W., Gerard, C. A., and Sarah, C. T. 2010. Summer heat and epidemic of cytospora canker of alnus. Canadian Journal of Plant Pathology 32(3): 376-386.

Machinandiarena, M. F., Candela Lobato, C., Laura Feldman, M., Raúl Daleo, G., and Balbina Andreu, A. 2012. Potassium phosphite primes defense responses in potato against *Phytophthora infestans*. Journal of Plant Physiology 169: 1417– 1424.

Mehrabi, M., Mohammadi Goltapeh, F., and Fotouhifar, B. 2008. Report on fungi associated with Cytospora canker of apple trees in Semirom region of Esfahan province. Proceeding if the 18th Iranian Plant Protection Congress, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran. Page 27 (in Persian).

Mehrabi, M., Mohammadi Goltapeh, F., and Fotouhifar, B. 2011. Studies on Cytospora canker disease of apple trees in Semirom region of Iran. Journal of Agricultural Technology 7(4): 967-982.

Nelson, J. S. 2013. Organic and inorganic fertilization with and without microbial inoculants in peat-based substrate and hydroponic crop production. Master's Thesis, Kansas State University, Kansas, USA. 120 pp.

Archive of SID

www.SID.ir

Prabhu, A. S., Fageria, N. D., Berni, R. F., and Rodrigues, F. A. 2007. Potassium and plant disease. pp. 57-78. In: Datnoff, L. E., Elmer, W. H., and Huber, D. M. (eds.) Mineral Nutrition and Plant Disease. APS Press, St. Paul, Minnesota, U.S.A.

Santana-Gomes, S. M., Dias-arieiral, C. R., Roldi, M., Dadazio, T. S., Marini, P. M., and Barizao, D. A. O. 2013. Mineral nutritionin the control of nematodes-Review. African Journal of Agricultural Research 8(21): 2413-2420.

Schachtman, D. P., and Shin, R. 2006. Nutrient sensing and signaling: NPKS. Annual Review of Plant Biology 58: 47-69.

Shinohara, M., Aoyama, C., Fujiwara, K., Watanabe, A, Ohmori, H., Uehara, Y., and Takano, M. 2011. Microbial mineralization of organic nitrogen into nitrate to allow the use of organic fertilizer inhydroponics. Soil Science and Plant Nutrition 57: 190–203.

Snoeijers, S. S., Perez-Garcia, A., Joosten, M. H. A. J., and De Wit. P. J. G. M. 2000. The effect of nitrogen on disease development and gene expression in bacterial and fungal plant pathogens. European Journal of Plant Pathology 106: 493–506.

Söchting, H. P., and Verreet, J. A. 2004. Effects of different cultivation systems (soil management, nitrogen fertilization) on the epidemics of fungal diseases in oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *napus*). Journal of Plant Disease Protection 111: 1-29.

Tadayonnejad, M., and Heidarian, A. 2011. Nutritional assess of nitrogen and potassium of apple based on DOP method in infected and uninfected orchard in Semirom. Proceedings of the 12th Soil Science Congress of Iran, Tabriz, Iran (in Persian).

Taiz, L., and Zeiger, E. 2010. Plant Physiology, 5th eds. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, Massachusetts, USA. 800pp.

Archive of SID

www.SID.ir