

معرفی نماتد سیست طلائی سیب زمینی (*Globodera rostochiensis*) و روش های مبارزه با آن

مزدشت گیتی^{۱*} / ابراهیم پورجم^۲ / مجید پدرام^۳

۱- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

۲- استاد، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳- استادیار، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

*آدرس پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Mazdyashtg@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۰۲

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۱/۰۱/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۲

چکیده

سیب زمینی با سطح زیر کشت حدود ۲۱ هزار هکتار در استان همدان دارای اهمیت ویژه ای بوده و سهم مهمی در اقتصاد منطقه و ملی دارد. بیماری نماتد سیست طلائی سیب زمینی اولین بار در سال ۱۳۸۷ از مناطق سیب زمینی کاری استان همدان مشاهده و شناسایی شد و اکنون مزارع شهرستان های همدان و بهار به این بیماری آلوده هستند. این نماتد به عنوان خطرناک ترین بیماری مزارع سیب زمینی دنیا شناخته شده و در صورت عدم پیشگیری و مبارزه با این بیماری، خسارت های جبران ناپذیری به زراعت سیب زمینی و صادرات این محصول در کشور وارد خواهد شد. در حال حاضر این نماتد فقط در منطقه کشت بهاره استان همدان در شهرستان های بهار و همدان وجود دارد و ۶۳/۸ درصد از مزارع معادل ۸۹۳۲ هکتار آلوده به نماتد است. در هیچ یک از مزارع تجاری و بذری استان همدان در شهرستان های اسدآباد، کبودرآهنگ، رزن، فامنین و تویسرکان نماتد سیست طلائی سیب زمینی دیده نشد. پیشگیری از نماتد با روش های قرنطینه و مبارزه با نماتد به روش های تناوب زراعی، کشت ارقام مقاوم، آفتاب دهی خاک، کوددهی و تقویت زراعی و کاربرد نماتدکش های ثبت شده در ایران امکان پذیر است.

واژگان کلیدی: استان همدان، سیب زمینی، قرنطینه، نماتد سیست طلائی، *Globodera rostochiensis*

بیان مسئله

محصول سیب زمینی با سطح زیر کشت ۱۵۲,۸۰۲ هکتار، تولید ۵,۶۳۶,۵۰۷ تن و متوسط تولید ۳۶,۹۰۰ کیلوگرم در هکتار سهم مهمی در اقتصاد کشاورزی ایران دارد (۱). با توجه به ظرفیت‌های بالقوه مناسب موجود، از جمله اقلیم مطلوب تولید این محصول در ایران، به نظر می‌رسد با فائق آمدن بر مشکلات و موانع موجود بر سر راه تولید، امکان رسیدن به متوسط عملکرد بالاتر به راحتی امکان پذیر می‌باشد. یکی از مهم ترین عواملی که باعث کاهش تولید و کیفیت سیب زمینی می‌شود، آفات و بیماری‌های گیاهی هستند. سیب زمینی همواره در تمام نقاط دنیا در معرض حمله تعداد زیادی از عوامل بیمارگر گیاهی از جمله: ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و نماتدهای انگل گیاهی قرار دارد. میزان خسارت آفات و بیماری‌های گیاهی به سیب زمینی به طور متوسط در حدود ۱۶٪ برآورد شده است (۸).

سیب زمینی با سطح زیر کشت حدود ۲۱,۲۳۶ هکتار در استان همدان دارای اهمیت ویژه‌ای بوده و سهم مهمی در اقتصاد ملی و منطقه‌ای دارد. از این مقدار حدود ۹,۰۰۰ هکتار در شهرستان‌های همدان و بهار با ارقام مارفونا، بامبا، جیلی و کلمبو به صورت کشت اول در اسفندماه کشت شده و محصول آن به مصرف تازه خوری کشور می‌رسد. بقیه‌ی سطح زیر کشت استان حدود ۱۲,۰۰۰ هکتار در شهرستان‌های کبودرآهنگ، رزن، اسدآباد و فامنین به صورت کشت دوم از اواسط فصل بهار با هدف تولید بذر یا خوراکی انجام می‌شود. علاوه بر این، استان همدان با بیشترین تعداد عضو در کانون تولیدکنندگان بذر سیب زمینی کشور از نظر تأمین بذر مزارع سیب زمینی کشور دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد (۱). در سال‌های اخیر با احداث تعداد زیاد سردخانه‌های نگهداری سیب زمینی در استان همدان و با توجه به سرمایه‌گذاری و علاقمندی کشاورزان همدانی، این استان به کانون سیب زمینی کشور تبدیل و بیش تر بذر سیب زمینی مصرفی در کشور در این استان ذخیره و دسته‌بندی شده و به مناطق کشت ارسال می‌شود. ضمن این‌که تعداد زیادی از کشاورزان سیب زمینی کار همدانی در استان‌های شمالی، جنوبی و غربی کشور به صورت اجاره کاری مبادرت به کشت تابستانه و زمستانه می‌کنند؛ به همین خاطر آفات و بیماری‌های سیب زمینی

در استان همدان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و می‌توانند تهدیدی برای تولید این محصول در کشور باشند.

نماتد سیست سیب زمینی به نام‌های مختلفی از جمله: نماتد طلایی سیب زمینی (*Potato Golden Nematode*)، نماتد سیست زرد سیب زمینی (*Yellow Potato Cyst Nematode*) و نماتد طلایی (*Golden Nematode*) معروف است. این نماتد به عنوان مخرب ترین و خسارت‌زاترین بیمارگر محصول سیب زمینی در دنیا محسوب می‌شود که می‌تواند تا ۱۰۰٪ باعث خسارت شود (۹). این نماتد تاکنون از ۶۵ کشور دنیا در مناطق سیب زمینی کاری در قاره‌های مختلف شامل: آفریقا، آمریکا، اقیانوسیه، اروپا و آسیا (هند، مصر، ژاپن، لبنان، مالزی، پاکستان، فیلیپین، سریلانکا و تاجیکستان) گزارش شده است (۷ و ۸). بیشترین آلودگی به نماتد سیست سیب زمینی در شمال کشور پاکستان در همسایگی ایران گزارش شده که ۶۱٪ از مزارع آلوده، دارای ۵/۴۶ سیست در کیلوگرم خاک هستند که منجر به ۹٪ کاهش تولید سیب زمینی کشور پاکستان شده و در مزارع آلوده رها شده، کل محصول از بین می‌رود (۹).

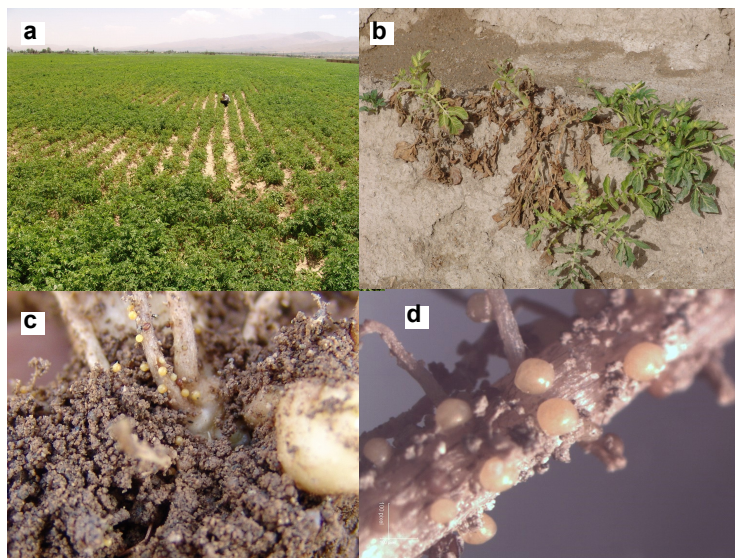
این عامل بیماری‌زای سیب زمینی دارای قدرت تولید مثل بالایی است به طوری که روی ریشه ارقام حساس در یک فصل زراعی، جمعیت آن تا ۷۰ برابر زیاد می‌شود و سیست‌های حاوی تخم در خاک‌های آلوده به مدت ۳۰-۲۰ سال قدرت زندگی خود را حفظ می‌کنند. به همین دلیل امکان کنترل آلودگی در سطوح وسیع بسیار مشکل، گران، آلوده‌کننده محیط زیست و عملاً غیر ممکن است (۹). تا سال ۱۳۸۷ این نماتد جزء فهرست آفات قرنطینه خارجی ایران بود و در کشور ما وجود نداشت (۳). متأسفانه به دلیل نقل و انتقال‌های خارج از کنترل و غیرفنی غده‌های سیب زمینی بذری و خوراکی از کشورهای آلوده، این نماتد وارد کشور شده و آلودگی به آن برای اولین بار در تاریخ ۱۳۸۷/۳/۱۸ از تعدادی از مزارع سیب زمینی شهرستان بهار در استان همدان مشاهده و تأیید شد (۲).

نشانه‌های بیماری

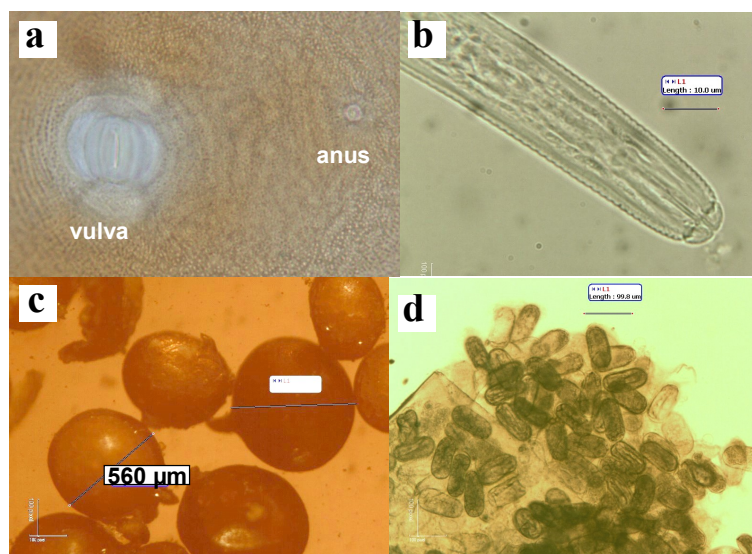
خسارت نماتد طلایی در مزرعه سیب زمینی بیش تر شبیه علائم کمبود مواد غذایی و شامل لکه‌های کوچک تا بزرگ با مساحت ۱۰ تا ۲۰۰۰ مترمربع و دچار کم‌رشدی محصول، ضعف و زردی، پژمردگی کم یا زیاد به خصوص در زمان گرمای هوا

نماتد سیست طلائی سیب‌زمینی، گونه *Globodera rostochiensis* Wollenweber, 1923 و پاتوتیپ RO1 تشخیص داده شد (۷). ماده‌های جوان این گونه در ابتدای تشکیل، شیری رنگ بوده سپس زرد رنگ شده و تبدیل به سیست‌های طلائی تا قهوه‌ای می‌شوند. نماتد نر کرمی شکل به طول ۸۹۰ تا ۱۲۷۰ میکرومتر هستند. تخم‌ها بیضی شکل و به تعداد زیاد در داخل سیست‌های بالغ موجودند (شکل d-۲).

(شکل ۱-a)، زردی و خشک شدن برگ‌های پائینی و در نهایت مرگ بوته است (شکل ۱-b). غده‌های بوته آلوده، ریز و کوچک و غیرطبیعی بوده یا اصلاً تشکیل نمی‌شوند. ریشه‌های آلوده دارای انشعابات فرعی و ریشک‌های فرعی زیاد و ریشکی شکل هستند و دچار پوسیدگی‌ها و شانکرهای شدید بوده و با ذره‌بین معمولی، تعداد زیادی سیست‌های شیری تا طلائی رنگ و مشخص در سطح ریشه وجود دارد (شکل ۱-c و ۱-d).



شکل شماره ۱) ۱-a، لکه‌های آلوده به نماتد سیست طلائی در مزرعه؛ ۱-b بوته آلوده در مزرعه سیب‌زمینی رقم مارفونا ۸۰ روز پس از کاشت؛ ۱-c و ۱-d سیست‌های کروی سفید تا طلائی رنگ روی سطح ریشه



شکل شماره ۲) مشخصات میکروسکوپی *G. rostochiensis* جمع‌آوری شده از مزارع سیب‌زمینی استان همدان؛ a شبکه کوتیکولی انتهای بدن سیست بالغ؛ b سر و استایلت لارو سن دوم نماتد؛ c سیست بالغ طلائی رنگ؛ d تصویر میکروسکوپی سیست پاره‌شده نماتد و تعداد زیادی تخم که از آن بیرون آمده است.

معرفی دستاورد

نماتدهای سیست سیب زمینی تاکنون از ۶۵ کشور دنیا در مناطق سیب زمینی کاری قاره‌های مختلف گزارش شده است (۹). این نماتد دارای قدرت تولید مثلی بالایی است به طوری که روی ریشه ارقام حساس سیب زمینی در یک فصل زراعی جمعیت آن تا ۷۰ برابر زیاد می‌شود و سیست‌های حاوی تخم در خاک‌های آلوده به مدت ۲۰-۳۰ سال قدرت زندگی را حفظ می‌کنند. زندگی این انگل با تفریح لاروهای سن دوم از داخل تخم‌های موجود در سیست در اثر ترشحات ریشه میزبان (سیب زمینی، گوجه‌فرنگی، بادمجان و تاجریزی) شروع می‌شود. با وجود شرایط مساعد و ترشحات ریشه میزبان، ۸۰٪ از تخم‌ها تفریح و در غیر این صورت ۳۰٪ تخم‌ها تفریح می‌شوند. این انگل دارای ۴ مرحله لاروی است. لارو سن یک در داخل تخم، پوست‌اندازی کرده و لارو سن دوم از تخم خارج می‌شود و به کمک استایلت خود و آنزیم‌های هضم‌کننده غدد مری، پوست ریشه را از نزدیکی نوک ریشه سوراخ کرده و وارد بافت ریشه می‌شود. لاروهای ماده از سن سوم شروع به متورم شدن کرده و با پاره کردن پوست ریشه، بدن گرد و کروی خود را در سطح ریشه نمایان می‌کنند در حالی که سر و گردن آن‌ها برای تغذیه در داخل بافت ریشه است. ماده‌های جوان برای تولید تخم نیاز به جفت‌گیری دارند و تخم‌ها از بدن ماده خارج نمی‌شوند و در انتهای دوره زندگی ماده، بدن کروی آن پر از حدود ۲۰۰ تا ۵۰۰ تخم شده و با ضخیم شدن پوسته‌های سیست، می‌تواند تخم‌ها را در مقابل شرایط نامساعد محیطی زنده نگهداری کند (۹).

گیتی و همکاران ۱۳۹۰ مناطق انتشار نماتد سیست طلائی در استان همدان را بررسی کردند و پس از بررسی گونه‌ی *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 را تأیید کردند. در همین بررسی از بیش از ۹۰ درصد بوته‌های آلوده به نماتد، قارچ عامل بیماری شانکر رازیوکتونیایی (*Rhizoctonia solani*) جداسازی شد. نتایج آخرین عملیات ردیابی (۱۳۹۹) که در کلیه مزارع سیب زمینی بذری و تجاری استان همدان انجام گرفت، نشان می‌دهد که فقط در منطقه کشت بهاره استان در شهرستان‌های بهار و همدان ۶۳/۸ درصد مزارع معادل ۸۹۳۲ هکتار مزرعه آلوده به نماتد وجود دارد. در هیچ‌یک از مزارع تجاری و بذری استان در

شهرستان‌های اسدآباد، کبودراهنگ، رزن، فامنین و تویسرکان نماتد سیست طلائی سیب زمینی دیده نشد (۳).

گیتی و همکاران ۱۳۹۸ اثر دوزهای مختلف سم متامسدیم برای کنترل نماتد سیست طلائی سیب زمینی در همدان را گزارش کردند. بر این اساس، مقادیر ۱۱۰۰ و ۱۶۰۰ لیتر در هکتار از ترکیب تجاری (۳۵٪) را روی مرگ و میر تعداد تخم و لارو در شرایط مزرعه گزارش کردند (۵).

گیتی و همکاران طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۹۳ تأثیر کشت گیاهان زراعی رایج منطقه در کنترل نماتد سیست طلائی سیب زمینی *G. rostochiensis* را در مزرعه‌ی آلوده به سیست بررسی کردند. در این آزمایش، تناوب شامل: جو، ذرت، گندم، یونجه، سیر، کدوی آجیلی، خیار، گشنیز، کلزا و سیب زمینی بررسی شد. طبق نتایج، تناوب زراعی تأثیر معنی‌داری در کاهش جمعیت نماتد و افزایش عملکرد سیب زمینی داشت. تناوب خیار، سیر، کدوی آجیلی، گندم و سیب زمینی بهترین تناوب در کاهش جمعیت نماتد بود (۴).

گیتی و همکاران طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ روش آفتاب‌دهی خاک (soil solarization) با استفاده از ورقه‌های پلی‌اتیلن شفاف را برای کنترل نماتد سیست طلائی سیب زمینی بررسی کردند. مدت زمان هشت هفته آفتاب‌دهی در تلفیق کود مرغی منجر به کاهش جمعیت نماتد به میزان ۸۸ درصد نسبت به شاهد آلوده شد (۵).

گیتی و همکاران ۱۳۹۸، کارایی سم ولوم برای کنترل نماتد سیست طلائی سیب زمینی را بررسی کردند. نماتدکش ولوم (*Fluopyram SC 40%*) تولید شرکت بایر آلمان به مقدار ۱۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار در کنترل نماتد سیست طلائی سیب زمینی علاوه بر افزایش کمیت و کیفیت محصول، جمعیت را کاهش داد (۵). علاوه بر سموم ذکرشده، نماتدکش‌های نامتوفوس (گرانول *fothiazate GR 10%* تولیدشده در شرکت Beta Chemicals Ltd. کشور چین) به مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار، نامیک گرانول ۱/۵٪ (ایمیسیافوس) تولید آگروکانشو ژاپن به میزان ۱۵۰ الی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و نماتورین (*Fosthiazate 10%*) تولیدشده در شرکت IBE کشور بلژیک) به مقدار ۳۶ کیلوگرم در هکتار طی سال‌های اخیر به منظور کنترل نماتد سیست سیب زمینی، آزمایشات لازم را گذرانده و مجوز ثبت دریافت کرده‌اند (۵).

توصیه ترویجی

۲- کاشت ارقام سیبزمینی مقاوم به نماتد

کاشت ارقام سیبزمینی مقاوم به نماتد یکی از بهترین روش‌های پیشگیری از خسارت نماتد می‌باشد ولی باید دقت داشت که کشت پی‌درپی یک رقم مقاوم در منطقه، ممکن است منجر به شکستن مقاومت رقم مورد نظر و یا ایجاد پاتوتیپ‌های بیماری‌زای جدید نماتد شود. بنابراین لازم است تا کشاورزان منطقه با انتخاب ارقام مقاوم مناسب برای منطقه در یک برنامه‌ی مدیریت چندساله‌ی بیماری با مشکل مقابله کنند. متأسفانه رقم مارفونا که در منطقه شهرستان بهار کشت می‌شود، یکی از حساس‌ترین ارقام نسبت به نماتد است و لازم است حتماً از کشت این رقم در مزارع آلوده اجتناب شود. ارقام سیبزمینی دزیره، ساوالان، جیلی، ساگیتا و پانامرا به نماتد حساس هستند. به‌عنوان ارقام مقاوم نسبت به نماتد می‌توان از ارقام بانبا، سائته، آنوشا، کلمبا، کایزر، فابولا، آتلانتیک، آئولا، کاردینال، کنکورد، دیامانت، فیانا، فرسکو، هرتا، لیدی روزتا، موندیال، مورن و پیکاسو نام برد (شکل ۳).

روش‌های مختلفی به‌خصوص به‌صورت تلفیق چند روش با هم برای کنترل این نماتد استفاده می‌شود که شامل:

۱- تناوب زراعی

با توجه به کم بودن تعداد میزبان‌های این انگل، تناوب زراعی با گیاهان غیر میزبان به مدت کمینه سه سال و مبارزه با علف‌های هرز خانواده بادمجانیان (*Solanaceae*) و شخم تابستانه در دوره تناوب، بهترین و مؤثرترین روش عملی کنترل نماتد می‌باشد. در بهترین حالت ممکن، اگر در مزرعه‌ای با شرایط بیولوژیک مناسب به‌خاطر وجود عوامل بیولوژیک بومی و درصد مواد آلی خوب در خاک، جمعیت آلودگی اولیه نماتد کم و در حد ۵۰ تخم و لارو در گرم خاک باشد، لازم است کمینه به مدت سه و نیم سال تناوب زراعی اعمال شود تا اینکه جمعیت در این مزرعه به پایین‌تر از آستانه خسارت یعنی حدود ۱۵ تخم و لارو در گرم خاک برسد. کشت گیاهانی مانند سیر، باقلا، جو و گندم، کلزا، کدو آجیلی، خیار و یونجه تأثیر خوبی در کاهش جمعیت نماتد دارند.



شکل شماره ۳- کشت سیبزمینی رقم مقاوم به نماتد بانبا در مزرعه آلوده به نماتد سیست تلایی

۳- کاربرد نماتدکشی‌ها:

و لکه‌های آلوده امکان‌پذیر و قابل انجام است. از نماتدکشی‌های مؤثر روی سیست، می‌توان از گاز متیل برماید (به‌میزان ۴۸۰ تا ۱۵۶۰ کیلوگرم در هکتار) و سم متام سدیم (به‌میزان ۱۰۰ لیتر در هکتار) در زیر پوشش پلاستیکی نام برد. هم‌چنین نماتدکشی

استفاده از نماتدکشی‌ها برای کنترل نماتد تلایی با توجه به قیمت بالای آن‌ها، دوز بالای مورد نیاز برای کنترل و آلودگی‌های شدید زیست‌محیطی که به‌دنبال دارند، فقط در موارد قرنطینه‌ای

ولوم که به میزان ۱۲۵۰ سی سی در هکتار طی دو مرحله (مرحله اول یک هفته پس از کاشت و مرحله دوم یک ماه پس از کاشت) به شکل محلول در آبیاری بارانی به کار می رود. سایر نماتدکش ها از جمله: فوستیازیت، نماکیک، نماتورین، ترویگو و اگریفلکس نیز در بازار تجاری ایران موجود بوده و لازم است در هر مورد خاص با مشورت کارشناس گیاه پزشکی از آن ها استفاده کرد.

۴- استفاده از گیاهان تله:

این روش خاص در مزارع قرنطینه قابل توصیه است و در این روش می توان با کشت سیب زمینی یا گیاه تاجریزی در مزرعه و البته شخم و از بین بردن محصول ۵۰ روز پس از کاشت باعث از بین رفتن درصد زیادی از سیستم های موجود در خاک شد. با توجه به این که چرخه زندگی نماتد از زمان تفریح تخم ها تا تشکیل سیستم بالغ حدود ۹۰ روز طول می کشد، معدوم کردن محصول آلوده در روزهای ۴۵-۶۰ روز پس از کشت میزبان حساس علاوه بر تفریح بیش تر اینوکولوم موجود در خاک، باعث از بین رفتن لاروهای سنین مختلف می شود. در انگلستان سیب زمینی رقم خیلی متحمل Cara با تراکم بالا کشت شده و بعد از شش هفته، محصول شخم زده و از بین برده می شود. در این مورد باید دقت شود که از بین بردن محصول قبل از تشکیل

تخم صورت بگیرد. یک گونه گیاه تاجریزی به نام *Solanum sisymbriifolium* در هلند، اصلاح و اهلی شده و به صورت تجاری عرضه شده است که دارای ترشحات ریشه ای تحریک کننده تفریح تخم هاست ولی در مقابل نفوذ لاروها مقاومت کامل دارد. کشت این علف به عنوان گیاه تله قبل از زراعت سیب زمینی منجر به کاهش شدید جمعیت سیستم در خاک شده به علاوه مقدار ۱۰-۱۲ تن در هکتار، کود سبز به خاک می افزاید.

۵- آفتابدهی خاک:

روش آفتابدهی خاک (soil solarization) با استفاده از ورقه های پلی اتیلن شفاف برای کنترل نماتد سیستم طلایی سیب زمینی بسیار مؤثر است و با توجه به این که مناطق کشت سیب زمینی بهاره استان همدان طی ماه های تیر، مرداد و شهریور خالی و عاری از کشت هستند، می توان با موفقیت از این روش استفاده کرد. به کشاورزان توصیه می شود که با مشاهده لکه های آلوده به نماتد طی فصل زراعی در تابستان، فقط روی قسمت لکه را پلاستیک کشیده و تا حد زیادی از گسترش آلودگی نماتد و بزرگ تر شدن لکه ی آلوده برای سال بعد پیشگیری کنند (شکل ۴).



شکل شماره ۴- انجام تناوب زراعی با کشت گیاهان سیر سفید و خیار و همچنین کشیدن پوشش پلاستیکی روی خاک به منظور مبارزه با نماتد سیستم طلایی سیب زمینی در مزارع آلوده منطقه بهار همدان

۶- روش‌های قانونی و قرنطینه:

و مواد گیاهی بین مزارع آلوده خودداری کنند؛ قبل از ورود ماشین‌آلات کشاورزی به مزرعه حتماً با فشار آب نسبت به شستشو و تمیز کردن ماشین‌آلات اقدام کنند (شکل ۵)؛ از کشت سیب‌زمینی رقم مارفونا و سایر ارقام حساس به نماتد ممانعت کنند؛ سیب‌زمینی تولیدشده در مناطق آلوده فقط برای مصرف خوراکی یا صنایع تبدیلی بوده و باید تا حد ممکن عاری از خاک و بقایای گیاهی شده و با مواد ضد جوانه‌زنی تیمار شوند و گواهی حمل و نقل از اداره حفظ نباتات داشته باشند. نقل و انتقال کلیه محصولات کشاورزی در مناطق آلوده باید زیر نظر قرنطینه باشد. بذر سیب‌زمینی تولیدی در مناطق آلوده فقط در همان مناطق استفاده شود و مزارع بذری شدیداً از نظر عدم وجود سیست در مزرعه و در توده‌های بذری کنترل شوند.

آستانه خسارت اقتصادی تحمل آلودگی خاک به نماتد سیست طلایی بسته به منطقه و شرایط زارع و شرایط اقتصادی و نوع پاتوتیپ موجود در منطقه متفاوت است. با توجه به مطالعات انجام‌شده، میزان آلودگی فعلی مزارع آلوده کشور، حدود ۲/۱۳ سیست یعنی معادل ۱۰۰ تخم یا نوزاد در یک گرم خاک است که با بیشینه میزان آلودگی قابل پذیرش در دنیا (۱۵ نوزاد یا تخم در گرم خاک) تفاوت چشمگیری دارد و در صورت کم‌توجهی به این موضوع، در سال‌های آینده خسارت جبران‌ناپذیری به زراعت سیب‌زمینی کشور وارد می‌شود. بنابراین به کشاورزان توصیه می‌شود تا از هرگونه جابجایی خاک



شکل شماره ۵- شستشوی دستگاه سیب‌زمینی‌کن و تراکتور قبل از وارد شدن به مزرعه در مناطق آلوده به نماتد به منظور جلوگیری از جابجایی سیست‌ها و آلودگی به مناطق جدید

۷- تقویت زراعی محصول و کوددهی مزرعه:

بذور گواهی‌شده و عاری از سایر بیماری‌های گیاهی، ضدعفونی غده‌های بذری با استفاده از قارچ‌کش‌های مناسب در زمان کاشت، آبیاری به موقع مزرعه و مبارزه با علف‌های هرز و کاربرد کودهای مناسب مانند اسیدهای هیومیک و اسیدهای فولویک، گوگرد و کودهای پتاسه محلول در زمان آبیاری طی فصل رشد تأثیر بسیار زیادی در تقویت بوته و جلوگیری از انداختن رشد محصول داشته و به اصطلاح موجب فرار از بیماری می‌شود.

عملیات کشاورزی مناسب شامل: شخم و آماده سازی زمین، استفاده از کودهای دامی و مرغی مناسب؛ کوددهی قبل از کاشت شامل: کودهای ازته، فسفات و پتاسه (براساس نتایج آزمایش خاک قبل از کاشت) و به خصوص استفاده از کودهای گوگردی به صورت گوگرد گرانوله یا پودری قبل از کاشت بسیار مؤثر است. کشت به موقع و در عمق مناسب با استفاده از

فهرست منابع

- ۱- احمدی، کریم؛ حمیدرضا عبادزاده؛ فرشاد حاتمی؛ شهریار محمدنیا افروزی؛ الهام اسفندیاری پور و رضا عباس طاقانی. ۱۴۰۰. آمارنامه کشاورزی ۹۹-۱۳۹۸، جلد اول: محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۹۷ صفحه.
- ۲- تنها معافی، زهرا. ۱۳۹۳. نمونه برداری، شناسایی و تعیین پراکنش نمادهای سیب زمینی در مناطق سیب زمینی کاری کشور. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، شماره ثبت ۶۱۵۹. مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور. ۴۲ صفحه.
- ۳- گیتی، مزدشت؛ زهرا تنها معافی؛ امیر ارجمندیان و شهرام پیشه‌ور. ۱۳۹۰. وقوع نماتد سیب زمینی *Globodera rostochiensis* و پراکنش آن در استان همدان. فناوری زیستی در کشاورزی، جلد دهم، شماره یک، صفحه ۵۳ تا ۶۱.
- ۴- گیتی، مزدشت؛ صدیقه فاطمی؛ کن اوانز؛ آژنگ جاهدی؛ محمدحسن بختیاری و حمداله بیرامی جم. ۱۳۹۴. تأثیر کشت گیاهان زراعی رایج منطقه در کنترل نماتد سیب زمینی *Globodera rostochiensis*. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، شماره ثبت ۴۸۸۲۲. مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور. ۳۶ صفحه.
- ۵- گیتی، مزدشت؛ صدیقه فاطمی؛ حسین زندگانی؛ زهرا مجد طاهری، نعمت‌الله نادری پروانه و احمد مرادی. ۱۳۹۸. بررسی کارایی نماتد کش ولوم (*Velum*) در کنترل نماتد سیب زمینی *Globodera rostochiensis*. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، شماره ثبت ۵۶۱۹۸. مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور. ۳۵ صفحه.
- 6- Bird G.W., Abawi G.S. and LaMondia J.A. 2018. Plant Parasitic Nematodes of New York, New Jersey and Pennsylvania. In: Subbotin S., Chitambar J. (eds) Plant Parasitic Nematodes in Sustainable Agriculture of North America. Sustainability in Plant and Crop Protection. Springer, Cham.
- 7- European and Mediterranean Plant Protection Organization (OEPP/EPPO). 2017. Commodity-specific phytosanitary measures, PM 8/1 (2) Potato. *Bulletin OEPP/EPPO* (2017), 47 (3): 487-503.
- 8 - Evans, K. and Trudgill, D.L. 1992. Pest aspects of potato production. Part 1. The nematode pest of potatoes In: Harris, P.(Ed). *The potato crop*, 2nd ed. London, UK, Chapman&Hall. pp.438-475.
- 9- Marks, R.J. and Brodie, B.B. 1998. *Potato Cyst Nematode, Biology, distribution and control*. CAB International. London. 408 pp.
- 10- Wing, S. and Knight, B. 2008. Guidelines on surveillance and Phytosanitary Actions for the Potato Cyst Nematodes: *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. CFIA and APHIS.