

مروری بر وضعیت نماتد سیست سویا در ایران

زهرا تنها معافی^۱* و رامین حیدری^۲

۱- دانشیار نماتدشناسی، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران

۲- استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۰۳

تنها معافی ز. و حیدری ر. ۱۳۹۴. مروری بر وضعیت نماتد سیست سویا در ایران. *دانش بیماری‌شناسی گیاهی* ۴(۲): ۱-۱۶.

چکیده

نماتد سیست سویا در اکثر کشورهای تولید کننده سویا در دنیا گسترش داشته و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زای این محصول محسوب می‌گردد. در ایران نماتد سیست سویا اولین بار در سال ۱۳۷۸ از شمال کشور گزارش شد. در حال حاضر این نماتد در استان‌های گلستان و مازندران گسترش دارد، میزان آلودگی در مزارع از دامنه وسیعی برخوردار است و در اکثر مزارع آلوده در هر دو استان در زمان برداشت محصول و همچنین قبل از کاشت سویا میزان جمعیت بالاتر از حد آستانه زیان اقتصادی است که برای این نماتد ذکر شده است. نژاد شماره ۳ یا Hg Type 0 به‌عنوان نژاد غالب و رقم کتول (DPX) تنها رقم مقاوم سویا به این نماتد در ایران تعیین شده است. در این مقاله اهمیت نماتد سیست سویا، پراکنش و شدت آلودگی، شکل شناسی نماتد و نشانه‌های آلودگی در مزرعه، نژاد یا تیپ (Hg Type)، چرخه زندگی، واکنش ارقام سویا نسبت به نژاد غالب در ایران و مدیریت آن براساس پژوهش‌های انجام شده در ایران و جهان شرح داده شده است.

واژه‌های کلیدی: پراکنش، سویا، مدیریت، نژاد، نماتد

مقدمه

در بین گیاهان زراعی، سویا (*Glycine max L.*) بیشترین میزان پروتئین و روغن دانه را داراست و لذا در تغذیه انسان و دام بسیار مورد توجه است (Kumudini 2010). سطح زیر کشت دانه روغنی سویا در کشور در سال زراعی ۸۹-۹۰ میزان ۷۳۳۹۸ هکتار بود که استان‌های گلستان، مازندران و اردبیل به ترتیب با ۵۸۶۰۸، ۷۵۷۲ و ۶۸۴۶ هکتار بیشترین سطح زیر کشت این محصول را دارا بودند. میزان تولید این دانه روغنی در کشور ۱۲۵۸۰۴ تن برآورد

*مسئول مکاتبه، پست الکترونیک: Zahrat.maafi@yahoo.com

شده است. سطح زیر کشت سویا در دنیا ۱۰۴۹۹۷۲۵۳ هکتار و میزان تولید آن ۲۴۱۸۴۱۴۱۶ میلیون تن در سال ۲۰۱۲ بوده است (FAO 2014). کشورهای آمریکا، برزیل، آرژانتین، چین، هندوستان، پاراگوئه، کانادا، اروگوئه، اوکراین و بولیوی جزء ۱۰ کشور اول تولید کننده این محصول در دنیا هستند. ایالات متحده آمریکا با سطح زیر کشت متجاوز از ۳۰ میلیون هکتار و میزان تولید متجاوز از ۸۲ میلیون تن بیشترین سطح زیر کشت و تولید سویا در دنیا را به خود اختصاص داده است.

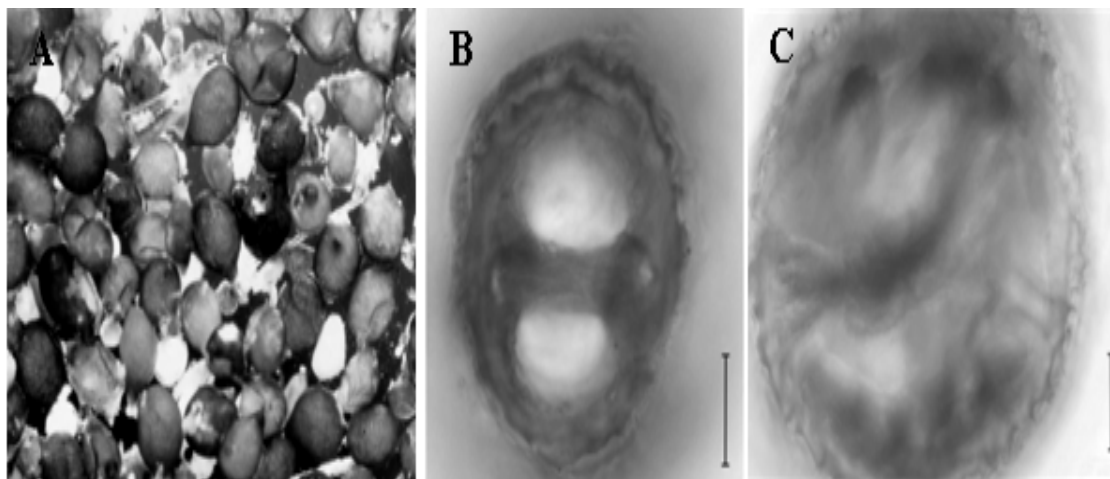
نماتد سیست سویا (Soybean Cyst Nematode, SCN) با نام علمی *Heterodera glycines* Ichinohe,

در اکثر کشورهای اصلی تولید کننده سویا در دنیا گسترش داشته و به عنوان یکی از مهم ترین عوامل خسارتزا این محصول محسوب می گردد. بسته به میزان آلودگی، این نماتد می تواند تا ۷۰ درصد باعث کاهش محصول در روی ارقام حساس سویا شود. در ایالات متحده آمریکا تنها در ایالت میسوری خسارت محصول سویا ناشی از نماتد مذکور در سال ۱۹۹۹ معادل ۵۸ میلیون دلار برآورد شده است (Niblack et al. 2003). در ایران نماتد سیست سویا اولین بار در سال ۱۳۷۸ از دو مزرعه سویا در استان های گلستان و مازندران مشاهده شد (تنهامعافی و همکاران ۱۳۷۸). از آن زمان به بعد بررسی هایی روی دامنه انتشار آن در استان های گلستان و مازندران، تعیین نژاد یا (Hgtype) جمعیت ایران نماتد سیست سویا و ارزیابی واکنش تعدادی از ارقام رایج سویا نسبت به نژاد غالب نماتد سیست سویا و تعیین میزان خسارت انجام شد (Tanha Maafi et al. 2008, Heydari et al. 2010, 2012).

۱- موقعیت آرایه بندی و شکل شناسی نماتد

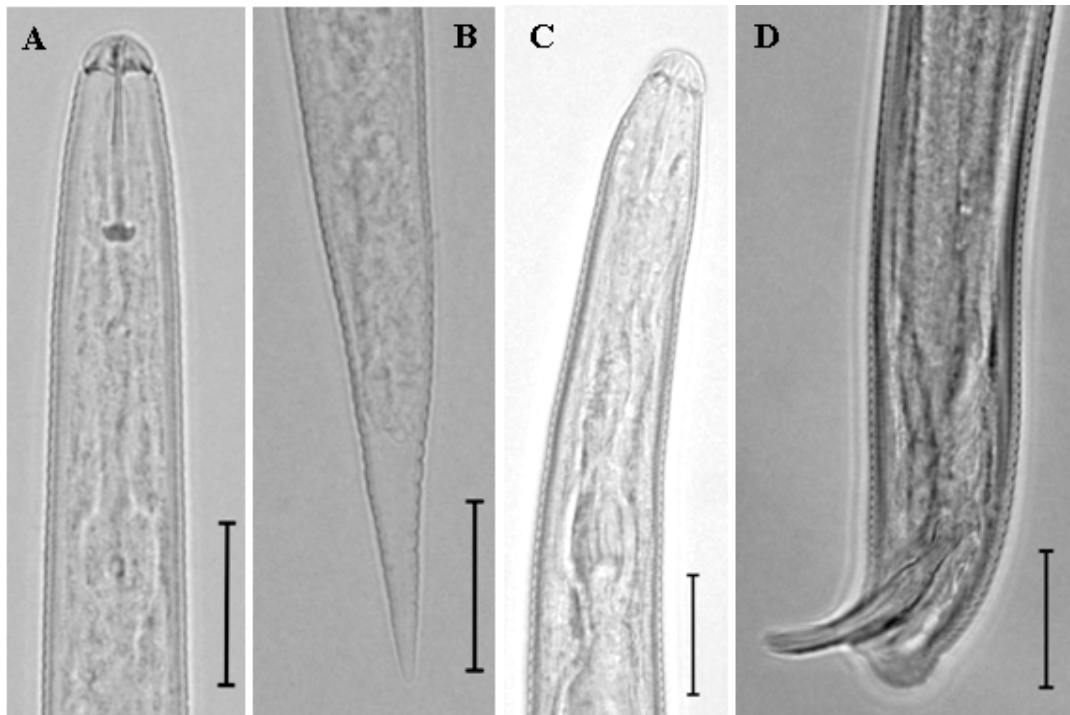
اولین گزارش نماتد سیست سویا مربوط به سال ۱۹۱۵ میلادی است که به فردی به نام Hori نسبت داده شده است و علائم آلودگی را به صورت کوتولگی زرد (Yellow dwarf) در بوته های سویا در ژاپن مشاهده کرد و عامل آن را به گونه ای نزدیک به *H. scachctii* مربوط دانست. ایکینوهه (Ichinohe 1952) اولین فردی بود که بررسی های ریخت شناسی کاملی از این گونه در مقایسه با سایر گونه ها انجام داد و آن را نامگذاری و شرح مختصری از آن ارائه کرد. گونه *H. glycines* در خانواده *Hoplolaimidae*، زیرخانواده *Heteroderinae* طبقه بندی می شود. ویژگی های ریخت شناسی و ریخت سنجی سیست ها و لاروهای سن دوم این گونه به اجمال ذکر می شود.

سیست: لیمویی شکل، قهوه‌ای روشن تا تیره به طول $0.48-0.72$ میلی‌متر و عرض $0.32-0.54$ میلی‌متر، دارای مخروط انتهایی نسبتاً بلند و گردن مشخص، شیارهای عرضی کوتیکول به صورت طرح چین‌دار با خطوط زیگزاکی نمایان است. پنجره‌بندی ناحیه شکاف تناسلی توسط پل شکاف تناسلی به دو نیم پنجره لوبیایی شکل تقسیم شده است. شکاف تناسلی بلند به طول 42 تا 50 میکرومتر، باندهای کوتیکولی مشخص و دارای رشد خوب، اجسام گره مانند، مشخص، طویل که در سطح باندهای کوتیکولی و یا پایین‌تر از آن قرار گرفته‌اند (شکل ۱ A-C). لارو سن دوم: کرمی شکل، به طول $0.42-0.49$ میلی‌متر، سر بلند، نیمه کروی و نسبت به بدن دارای فرورفتگی است. استایلت قوی به طول $22-24$ میکرومتر، گره‌های آن به طرف جلو متمایل است. حباب میانی مری کروی دارای دریچه مشخص، غدد مری از سمت شکمی روی روده قرار می‌گیرند. دم مخروطی به طول $46-54$ میکرومتر که به تدریج باریک می‌شود، انتهای دم تقریباً گرد است. ناحیه شفاف انتهای دم کمتر از نصف طول دم است (شکل ۲ A-B). نر: کرمی شکل به طول $1.1-1.35$ میلی‌متر، شبکه کوتیکولی سر قوی، کاملاً اسکروتی است. استایلت قوی به طول $26-28$ میکرومتر، دارای گره‌های به طرف جلو تا کمی به طرف جوانب متمایل هستند. قسمت میانی مری بیضی شکل و باریک با دریچه مشخص، غدد مری از سمت شکمی روی روده را می‌پوشانند. دم کوتاه، گرد، اسپیکول‌ها به طول 33 تا 36 میکرومتر به طرف شکم دارای خمیدگی بوده و در انتها دو شاخه است (شکل ۲ C-D).



شکل ۱- A: سیست‌های نماتد *Heterodera glycines*، B: پنجره‌بندی مخروط انتهایی سیست، C: اجسام گره مانند

(بوله‌ها) و باند کوتیکولی مخروط انتهایی سیست، مقیاس 20 میکرومتر (اصلی).



شکل ۲- لارو سن دوم و نر نماتد سیست سویا *Heterodera glycines* A و B: قسمت ابتدای بدن و دم لارو سن دوم. C و D: قسمت ابتدای بدن و دم نر، مقیاس ۲۰ میکرومتر (اصلی).

۲- پراکنش نماتد سیست سویا، شدت آلودگی و آستانه خسارت اقتصادی

نماتد سیست سویا در اکثر کشورهای تولید کننده این محصول در سرتاسر دنیا یافت می‌شود و به عنوان مهم‌ترین عامل بیمارگر اقتصادی سویا در ایالات متحده امریکا بشمار می‌آید. این نماتد از کشورهای ژاپن، چین، هندوستان، اندونزی، ایالات متحده امریکا برزیل، آرژانتین، کانادا گزارش شده است. نتایج حاصل از بررسی مناطق انتشار نماتد سیست سویا در استان‌های مازندران و گلستان نشان داده است که این نماتد در مزارع تحت کشت سویا در این استان‌ها از انتشار قابل توجهی برخوردار است. آلودگی در استان مازندران عمدتاً در اطراف شهر ساری مناطق زید، دشت‌ناز و همچنین به‌نمیر از توابع بابل وجود دارد. در استان گلستان نماتد سیست سویا در مناطق بندرگز، باغو کناره، کردکوی، گرگان، هاشم آباد، سرخنکلاته، جلین، والش‌آباد، توسکستان، قرق، اصفهان‌کلاته، سالیکنده گسترش دارد و شدت آلودگی در مزارع نیز از دامنه وسیعی برخوردار است. در استان گلستان دامنه آلودگی از ۵۰۰ تا بیشتر از یک‌صد هزار تخم و لارو و در استان مازندران از ۵۰۰ تا شصت هزار تخم و لارو در ۲۵۰ سانتیمتر مکعب خاک در

زمان برداشت تعیین شده است. شدت آلودگی به نماتد سیست سویا در اکثر مزارع آلوده در زمان برداشت محصول سویا و همچنین قبل از کاشت سویا در هر دو استان بالاتر از حد آستانه زیان اقتصادی است که برای این نماتد ذکر شده است (Tanha Maafi *et al.* 2008). در بررسی‌های انجام شده در تعدادی از مناطق تحت کشت سویا در استان اردبیل آلودگی به نماتد سیست سویا مشاهده نشده است. تعیین تراکم جمعیت سیست در خاک و متعاقب آن میزان تخم و لارو موجود در سیست‌های به دست آمده برای تعیین میزان و شدت آلودگی از اهمیت خاصی برخوردار است. در حال حاضر میزان جمعیت نماتد سیست سویا در خاک مبنای تخمین خسارت محصول و همچنین تعیین شیوه‌های مدیریتی این نماتد در کشورهای آلوده از جمله ایالات متحده امریکا قرار می‌گیرد، زیرا رابطه مستقیمی بین میزان جمعیت نماتد سیست سویا در خاک با میزان خسارت وارده به گیاه وجود دارد. سیستم مورد استفاده برای پیش‌بینی خسارت محصول در ایالات متحده امریکا بر اساس شمارش سیست، تخم و یا لارو سن دوم است، کلیه این پارامترها اعم از سیست، تخم و لارو سن دوم ارتباط نسبتاً مناسبی را بین جمعیت نماتد در زمان کاشت و میزان محصول داده است (Schmitt & Noel 1984). خسارت محصول ناشی از نماتد سیست سویا می‌تواند با تعیین تعداد تخم‌های موجود در خاک در زمان کاشت تخمین زده شود. رابطه مستقیمی بین میزان جمعیت موجود در خاک و خسارت محصول وجود دارد، گرچه فاکتورهائی که روی نماتد سیست سویا و همچنین رشد گیاه سویا تأثیر می‌گذارند روی میزان خسارت نیز تأثیر گذار هستند.

نیبلاک و همکاران (۲۰۰۳) آستانه خسارت *H. glycines* را ۵۰۰ تخم در ۲۵۰ سانتیمتر مکعب خاک ذکر کرده‌اند. خسارت محصول ناشی از *H. glycines* در میزان جمعیت‌های کمتر از این نیز گزارش شده است (Niblack *et al.* 1992, Wang *et al.* 2003). حتی آستانه یک تخم در ۲۵۰ سانتیمتر مکعب خاک نیز به‌عنوان مبنا برای توصیه تناوب با گیاهان غیر زراعی و واریته‌های مقاوم به منظور محدود نمودن افزایش میزان جمعیت استفاده می‌گردد (Niblack *et al.* 2003). در ایالت کنتاکی ایالات متحده امریکا میزان جمعیت نماتد سیست سویا در ۱۲۵ سانتیمتر مکعب خاک مبنای تخمین خسارت محصول قرار می‌گیرد که این میزان از ۱-۵۰۰۰ تخم و لارو سن دوم را شامل می‌شود و در این دامنه جمعیت، میزان خسارت ۵ تا ۶۰ درصد تخمین زده شده است (Hershman 2007).

البته میزان خسارت محصول وابسته به بسیاری از فاکتورها از جمله شرایط محیطی، گیاه میزبان، تعامل نماتد با سایر عوامل بیماریزای فارچی، بهای مدیریت کنترل نماتد و قیمت سویا ذکر شده است (Niblack *et al.* 2003).

۳- نشانه‌های آلودگی به نماتد

نشانه‌های آلودگی به نماتد سیست سویا می‌تواند از بدون علائم تا مرگ گیاه سویا متغیر باشد. نشانه‌ها شامل کوتاهی و زردی بوته، قهوه ای شدن حاشیه برگ‌ها، کاهش تولید گل و بذر می‌باشد (شکل ۳). مهم‌ترین پیامد ناشی از آلودگی کاهش محصول است، نماتد سیست سویا می‌تواند باعث کاهش ۱۵ تا ۳۰ درصد محصول در واریته‌های حساس شود بدون اینکه هیچ گونه علائم قابل رؤیتی ناشی از خسارت نماتد را در اندام‌های هوایی نشان دهد (Young 1996, Wang *et al.* 2003). نماتد سیست سویا باعث تشدید علائم کمبود پتاسیم می‌شود. زردی ناشی از کمبود آهن ممکن است با علائم نماتدزدگی اشتباه شود و همچنین بوته‌های ضعیف با میزان جمعیت بالا می‌توانند علائم مشابه بیماری‌های گیاهچه‌ای را نشان دهند. نماتد سیست سویا می‌تواند علائم کوتولگی را نشان دهد بدون اینکه علائم زردی داشته باشد و آلودگی شدید می‌تواند منجر به مرگ گیاه شود، همچنین علائم آلودگی با خسارت ناشی از علف کش‌ها نیز ممکن است اشتباه گرفته شود.

افزایش ریشه‌های جانبی و کاهش تعداد گره‌های ریزوبیومی نیز در گیاهان آلوده به این نماتد مشاهده می‌گردد. بررسی برهمکنش نماتد سیست سویا و باکتری همزیست *Bradyrhizobium japonicum* روی ارقام حساس JK و مقاوم کنترل (DPX) سویا در آزمایش‌های گلخانه‌ای نشان داده است که حضور تیپ صفر نماتد سیست سویا (نژاد سه) موجب کاهش معنی‌دار شاخص‌های رشدی باکتری و متعاقب آن کاهش فاکتورهای رشدی در گیاه سویا می‌گردد (غفاری و همکاران ۱۳۹۱). این پژوهش همچنین نشان داده است که در خاک‌های شدیداً آلوده، نه تنها گیاه از جمعیت بالای نماتد آسیب می‌بیند، بلکه تأثیر منفی این جمعیت روی فاکتورهای رشدی باکتری به طور غیر مستقیم باعث خسارت به گیاه می‌شود. مزارع آلوده حتی آن‌هایی که دارای جمعیت بالائی هستند همیشه مشخص نیستند؛ بنابراین با توجه به موارد ذکر شده تشخیص نمی‌تواند به تنهایی بر اساس علائم اندام‌های هوایی باشد. وجود ماده‌های سفید رنگ و سیست‌های قهوه‌ای رنگ روی ریشه‌ها تأیید کننده آلودگی به نماتد سیست سویا است (شکل ۳).



شکل ۳- راست: ریشه سویای آلوده به نماتد سیست سویا، ماده‌های سفید رنگ روی ریشه‌ها قابل مشاهده هستند، چپ: مزرعه سویای آلوده به نماتد سیست سویا *Heterodera glycines* (اصلی).

۴-نژادهای نماتد

جمعیت‌های نماتد سیست سویا از نظر ژنتیکی متفاوت بوده و توانایی آن‌ها در تولید مثل روی واریته‌های سویا با ژن‌های مختلف مقاومت متفاوت است. همچنین تولید مثل جمعیت‌های مختلف نماتد سیست سویا روی یک رقم مشخص سویا متفاوت است (Sipes 1992). این خصوصیت منجر به تشخیص نژادهای متعددی در این نماتد شده است. توانایی نژادها به تلاقی با یکدیگر نیز از جمله ویژگی‌های این نماتد است که با تولید نسل جدید می‌تواند شانس یک جمعیت را برای بیمار نمودن یک رقم مقاوم افزایش دهد. به‌عنوان مثال تلاقی نژادهای یک یا سه با دو یا چهار می‌تواند منجر به تولید نسل‌هایی گردد که توانایی پارازیته کردن میزبان مقاومی را دارند (Schmitt & Noel 1984). از آنجایی که *H. glycines* به عنوان آفت مهم یکی از اصلی‌ترین محصولات کشاورزی جهان محسوب می‌شد، تلاش برای غلبه به آن از طریق گیاه مقاوم از همان دهه ۱۹۶۰ شروع شد (Niblack *et al.* 2002). ریجز و اشمیت (Riggs & Schmidt 1988) با توصیف کامل نقشه نژادی نماتد سیست سویا تعداد ۱۶ نژاد برای نماتد سیست سویا تشخیص دادند که تعداد ۱۲ نژاد در ایالات متحده آمریکا وجود داشت. نیبلاک و همکاران (۲۰۰۲) طرح نژادی جدیدی را به نام HG Type برای تعیین نژاد *H. glycines* پیشنهاد نمودند که در آن از هفت لاین افتراقی سویا استفاده می‌شود. این لاین‌ها شامل PI 90763, PI 89772, PI 209332, PI 548316, PI 548402, PI 88788, PI 437654 هستند و تعیین نژاد با استفاده از این ارقام در کشورهای مختلف انجام می‌شود و پروتکل منتشره توسط نیبلاک و همکاران (۲۰۰۲) بین‌المللی است. گرچه محققین بررسی‌هایی را

برای تفکیک نژادها با استفاده از میکروسکپ روبشی برای تفکیک مرفولوژی و مارکرهای مولکولی انجام داده‌اند، ولی به دلیل ماهیت تست تفکیک نژاد که براساس میانگین فنوتیپ جمعیت است نه براساس ژنوتیپ، هیچیک از این روش‌ها نتوانسته‌اند جایگزین استفاده از ارقام افتراقی شوند (Noel 1993, Niblack 2006). لازم به توضیح است که سیست‌ها و لاروهای سن دوم نژادهای مختلف نماتد سیست سویا از نظر مرفولوژی و مرفومتري مشابه بوده و صفت یا مشخصه‌ای که بتواند به‌طور قطع آن‌ها را از هم تفکیک کند گزارش نشده است.

بررسی جمعیت‌های نماتد سیست سویا جمع‌آوری شده از مزارع مختلف استان‌های مازندران و گلستان به منظور تعیین نژاد یا Hg type آن‌ها نیز با روش استاندارد نیلاک و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از عکس العمل هفت میزبان افتراقی ذکر شده به همراه رقم حساس Lee 74 انجام شده است و نتایج نشان داد که نژاد غالب شایع در استان‌های مازندران و گلستان نژاد ۳ یا HG Type 0 است. البته در یک مورد نژاد شناسایی شده، نژاد ۶ یا HG type 7 شناسایی شد (Tanha Maafi *et al.* 2008). نژاد ۳ یا HG Type 0 یکی از مهم‌ترین و شایع‌ترین نژادها و تایپ‌های نماتد سیست سویا در مناطق آلوده به این نماتد در دنیا است. با توجه به وجود ارقام سویای مقاوم به نژاد ۳ در دنیا، استفاده از این ارقام در مزارع آلوده به نماتد سیست سویا در ایران می‌تواند به عنوان یکی از راهکارهای مدیریتی نماتد سیست سویا مورد استفاده قرار گیرد.

۵- دامنه میزبانی نماتد

نماتد سیست سویا دارای دامنه میزبانی وسیعی به خصوص در میان لگومینوز از جمله انواع لوبیا، ماش، شبدرژاپنی، نخود فرنگی و تعدادی از غیر لگومینوز شامل گیاهان زیتنی از قبیل شمعدانی، تعدادی از علف‌های هرز (Baldwin & Mundo-Ocampo 1991) و توتون (Shi & Zheng 2013) است. نماتد سیست سویا در ایران روی ارقام مختلف سویا و لوبیا گزارش شده است. گیاه لوبیا برای اولین بار در ایران به‌عنوان میزبان جدید این نماتد از استان مازندران معرفی شد و میزبانی تعداد ۱۱ رقم لوبیا نسبت به تیپ غالب Hg type 0 در شرایط حرارت ثابت و مزرعه با آلودگی طبیعی ارزیابی شد. ارقام صیاد و دهقان در آزمایش‌های گلدانی با واکنش نسبتاً مقاوم ارزیابی شدند ولی در آزمایش مزرعه‌ای به ترتیب نسبتاً مقاوم و نسبتاً حساس بودند (Heydari *et al.* 2010). از میان گیاهان فوق لوبیا میزبان بالقوه نماتد سیست سویا است و نباید در تناوب زراعی با سویا کشت گردد. نخود فرنگی میزبان ضعیفی

است (poor host) و می‌تواند در گردش زراعی با محصول سویا قرار گیرد. در مورد شدت میزبانی سایر گیاهان اطلاعات کاملی در دست نیست.

۶- چرخه زندگی نماتد

مراحل رشد این نماتد شامل تخم و چهار سن لاروی است. لارو سن یک در داخل تخم رشد یافته و بعد از یک پوست اندازی تبدیل به لارو سن دوم می‌شود که در موقع تفریح از تخم خارج می‌شود. لارو سن دوم در خاک حرکت نموده، به طرف ریشه گیاه میزبان جلب شده و پس از ورود به ریشه در ناحیه‌ی نزدیک استوانه آوندی مستقر شده و تولید محل تغذیه‌ای مخصوصی به نام سینکیتیوم یا سینسیتیوم (syncytium) (سلول‌های ادغام شده) می‌نماید. لارو با آغاز تغذیه بزرگ‌تر، ساکن و بی‌تحرک می‌شود و همچنان که بزرگ‌تر می‌شود سه بار تعویض جلد انجام داده و تبدیل به ماده بالغ می‌گردد. ماده بالغ لیموئی شکل و سفید رنگ است و در سطح ریشه قابل رؤیت است. لاروهای نر سن چهارم تغذیه را متوقف نموده و بعد از آخرین جلد اندازی تبدیل به نر بالغ شده و ریشه را ترک می‌کنند. ماده‌ها تولید ماده ژلاتینی نموده که قسمتی از تخم‌ها را در داخل آن می‌گذارند. این تخم‌ها به‌عنوان منبع آلودگی نسل بعدی عمل می‌نمایند. ماده‌های سفید رنگ به مرور زرد رنگ شده و پس از مرگ، قهوه‌ای رنگ و تبدیل به سیست شده و از ریشه جدا می‌شوند. هر سیست می‌تواند حاوی تا ۵۰۰ تخم باشد، ولی در شرایط مختلف مزرعه این تعداد متغیر است. یک سیکل زندگی نماتد سه تا پنج هفته به طول می‌انجامد که بستگی به شرایط اقلیمی، گیاه میزبان، رقم سویا، درجه حرارت خاک و شرایط تغذیه‌ای دارد.

در بررسی‌هایی که در ایران انجام شده است، اولین نسل چرخه زندگی نماتد سیست سویا در شرایط دشت‌ناز ساری ۳۰-۳۴ روز در مزارع زودکاشت یا کاشت بهاره (نیمه اردیبهشت) به طول می‌انجامد ولی در مزارع دیر کاشت یا کاشت تابستانه (تیر ماه) ماده‌های سفید رنگ ۲۰ روز بعد از کاشت روی ریشه‌ها قابل مشاهده هستند؛ بنابراین با توجه به طول فصل زراعی برای سویا و برداشت آن در آبان ماه به نظر می‌رسد نماتد سیست سویا بتواند چندین نسل را در شرایط استان مازندران طی کند (Tanha Maafi et al. 2008). آزمایشی که در شرایط اطاقک رشد با درجه حرارت ۲۸ درجه سانتیگراد روی رقم حساس BP انجام شده است چهارده روز پس از تلقیح، ماده‌های بالغ روی ریشه‌ها قابل مشاهده بوده و اولین تخم‌ها در بدن نماتد ماده شانزده روز پس از تلقیح مشاهده شدند، ۲۱ روز بعد از

تلقیح، لارو سن یک در داخل تخم‌ها قابل رؤیت بودند (حیدری ۱۳۸۸). در شرایط مزرعه ۵ نسل برای این نماتد در شرایط استان مازندران در نظر گرفته شده است.

۷- واکنش ارقام سویا نسبت به نماتد در ایران

در بررسی اولیه تعداد هشت رقم سویا شامل سپیده، سحر (پرشینگ)، گرگان ۳، ویلیامز ۸۲، جی کی (ساری)، بی پی (تلاز)، هیل و DPX (کتول)، نسبت به تیپ غالب Hg type0 (نژاد ۳) نماتد سیست سویا در شرایط گلخانه ارزیابی شدند. کلیه این ارقام به نماتد سیست سویا کاملاً حساس بودند، تنها رقم DPX (کتول) نسبت به این تیپ مقاومت کامل نشان داد (Tanha Maafi *et al.* 2008). بررسی‌های تکمیلی روی تعداد ۱۷ رقم سویا از جمله سپیده، سحر، گرگان ۳، ساری گل، Clark, Zane, 032, 033, DPX, M9, L17, Hill, BP, Williams, Tiffin, 29/I و M7 در شرایط گلخانه و مزرعه، مجدداً مقاومت رقم DPX (کتول) را نسبت به نماتد سیست سویا به اثبات رساند و سایر ارقام همچنان واکنش حساسیت نشان دادند (حیدری و همکاران ۱۳۸۷). سویای رقم کتول (DPX) به‌عنوان رقم مقاوم به نژاد ۳ نماتد سیست سویا معرفی شد. در حال حاضر این رقم با نام کتول در استان گلستان به‌طور وسیعی کشت می‌شود. دوام ارقام مقاوم در مزرعه بستگی به شیوه‌های مدیریتی اعمال شده دارد، استفاده مداوم از رقم مقاوم باعث افزایش فشار انتخاب و تغییر نژاد (Race shift) در نماتد سیست سویا می‌شود. پیشرفت‌های اخیر در ژنومیک *H. glycines* منجر به شناسایی ژن‌های پارازیتیسیم شده است که در شناخت چگونگی بیماری‌زایی نماتد کمک خواهد کرد و ممکن است راهکارهای جدیدی را برای مقاومت به نماتد از طریق مهندسی ژنتیک فراهم سازد (Niblack 2006).

۸- میزان خسارت نماتد

نماتد سیست سویا مهم‌ترین نماتد خسارت‌زا در زراعت سویا در اکثر مناطق کشت این محصول در دنیا است. رادر و همکاران (۱۹۹۷) مهم‌ترین بیماری‌های سویا را در ۱۰ کشور عمده تولید کننده این محصول بررسی و نتیجه‌گیری کردند که مجموع خسارت محصول ناشی از نماتد سیست سویا بیشتر از مجموع خسارتی است که توسط هر یک از دیگر بیماری‌های شایع در مزارع سویا ایجاد می‌کنند. در سال ۱۹۹۵ شانکر ساقه ناشی از *Diaporthe phaseolorum var. caulivora* لکه قهوه‌ای ناشی از *Septoria glycines* و پوسیدگی ذغالی ناشی از

Macrophomina phaseolina پس از نماتد سیست سویا در ردیف‌های بعدی اهمیت اقتصادی قرار گرفتند (Wrather *et al.* 1997). مجموع خسارت محصول به واسطه بیماری‌های گیاهی در این کشورها در طول سال ۹۴ میلادی ۱۴/۹۹ میلیون تن بود که ارزشی معادل ۳/۳۱ میلیارد دلار داشته است. خسارت ناشی از نماتد سیست سویا در این کشورها ۳/۰۲۵/۴۰۰ تن بود این خسارت در ایالات متحده آمریکا در سال مذکور ۱/۹۹۰ میلیون تن برآورد شده است. این بررسی در سال ۱۹۹۸ نیز انجام شد و مجدداً مجموع میزان خسارت وارده توسط نماتد سیست سویا بیشتر از مجموع خسارت ایجاد شده توسط هر یک از بیمارگرها بود که این میزان ۸/۹۶۹/۴۰۰ تن محاسبه شده است (Wrather *et al.* 2001). نماتد سیست سویا بیمارگر مهم سویا در ناحیه شمال مرکزی آمریکا است، جایی که بیشترین سطح زیر کشت و محصول در این ناحیه تولید می‌شود. در ایالت الینوی، آیووا و میسوری ارزش سالانه کاهش محصول سویا ناشی از این نماتد از ۳۰۰ میلیون دلار تجاوز می‌کند (Wang *et al.* 2003).

در ایران تأثیر نماتد سیست سویا روی میزان محصول رقم سویای حساس BP (تلار) و مقاوم کتول (DPX) در شرایط مزرعه بررسی شده و نشان داده شد که میزان محصول در رقم سویای مقاوم به نماتد سیست سویا ۴۸٪ بیشتر از رقم حساس است. همچنین میزان محصول رقم حساس BP (تلار) در قطعات تیمار شده با نماتدکش فنامیفوس گرانول ۱۰ درصد به میزان ۱۶٪ بیشتر از قطعات تیمار نشده با این نماتدکش بود. مضافاً به این که فاکتور تولید مثل نماتد سیست سویا در رقم سویای مقاوم کتول متوقف شد (Heydari *et al.* 2012).

۹- مدیریت نماتد سیست سویا

مهم‌ترین شیوه کنترل نماتد سیست سویا، استفاده از مدیریت تلفیقی است. با استفاده از یک روش به تنهایی نمی‌توان به اهداف کنترل آن نائل شد. استفاده از ارقام مقاوم، تناوب زراعی صحیح و استفاده از گیاهان غیر میزبان سه روشی هستند که با تلفیق آن‌ها می‌توان به کنترل موفقیت‌آمیز نماتد سیست سویا دست یافت. اجرای تناوب با گیاهان غیر میزبان که از دهه ۱۹۶۰ مورد بررسی و توصیه بوده است، از قدیمی‌ترین روش‌های کنترل نماتد سیست سویا محسوب می‌گردد (Ross 1960). تاکنون گیاهان زراعی مختلفی از نظر امکان کاربرد در تناوب در برنامه مدیریت نماتد سیست سویا بررسی شده‌اند. گیاهان تک‌لپه نظیر ذرت، گندم و جو در مقایسه با سایر گیاهان زراعی اثر بیشتری

در کاهش جمعیت نماتد در خاک دارند (Warnke *et al.* 2006). ذرت رایج‌ترین محصول در تناوب زراعی جهت مدیریت نماتد سیست سویا در ایالات متحده است (Giesler & Wilson 2011).

کشت ارقام سویای مقاوم به نماتد سیست سویا بخش مهمی از برنامه‌های مدیریتی این نماتد است. توانایی نماتد سیست سویا به رشد و تکمیل چرخه زندگی در ارقام مقاوم سویا کاهش می‌یابد. تولید مثل نماتد سیست سویا روی یک رقم مقاوم کمتر از ده درصد از مقدار آن در روی رقم حساس است و عملکرد رقم مقاوم به نماتد نسبت به رقم حساس در مزارع آلوده به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر است؛ بنابراین استفاده از ارقام مقاوم، ضمن مدیریت نماتد باعث سودآوری محصول سویای کاشته شده می‌شود. در ایالت کارولینای شمالی ایالات متحده آمریکا تقریباً ۴۸ درصد از ۵۷۳.۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت سویا به کشت ارقام مقاوم اختصاص دارد (Starr *et al.* 2002). در مزارع سویای آلوده به نماتد سیست سویا تناوب زراعی با گیاهان غیر میزبان و همچنین ارقام مقاوم سویا توصیه می‌شود. البته چنانچه کاهش جمعیت نماتد سیست سویا به‌طور موفقیت آمیزی انجام شود، یک رقم سویای حساس نیز به مدت یک سال در تناوب گنجانده می‌شود. مدت زمان تناوب بستگی به گونه گیاه غیر میزبان، تراکم جمعیت نماتد و همچنین فاکتورهای زنده و غیر زنده خاک دارد. در مواردی که میزان آلودگی خاک بیشتر از ۱۰.۰۰۰ تخم نماتد سیست سویا در ۱۰۰ سانتیمتر مکعب خاک باشد تناوب زراعی ۵ ساله توصیه شده است.

در ایران در ارتباط با مدیریت نماتد سیست سویا تحقیقی صورت نگرفته است، با توجه به مشخص شدن نوع نژاد نماتد سیست سویا در مناطق آلوده و مقاومت رقم کتول (DPX) به این نژاد، می‌توان راهکارهایی را در جهت مدیریت مناسب این نماتد در ایران با استفاده از گردش صحیح زراعی و قرار دادن ارقام مقاوم و گیاهان غیر میزبان در این تناوب مورد ارزیابی قرار داد. از آنجائی که در حال حاضر در دنیا ارقام مقاوم به نژاد شماره ۳ یا Hg type 0 وجود دارد، لذا ضروری است تعدادی از این ارقام در شرایط اقلیمی کشور آزمایش و واکنش آن‌ها نسبت به نژاد غالب منطقه بررسی تا بتوان از آن‌ها در الگوی کشت بهره‌برداری کرد، ضمن این که نسبت به اصلاح ارقام متداول سویا نیز برنامه‌ریزی نمود. صدها رقم سویای دارای مقاومت به نماتد سیست سویا در ایالات مختلف آمریکا در دسترس هستند، اکثر این ارقام دارای مقاومت برگرفته از لاین PI 88788 هستند و در تعداد اندکی از آن‌ها منشاء مقاومت از دو لاین مقاوم PI 548402 و PI 437654 است. در آمریکا معمولاً به کشاورزان توصیه می‌شود از منابع مختلف

مقاومت به *H. glycines* در گردش زراعی استفاده نمایند تا فشار انتخاب برای جمعیتی از نماتد که به سهولت روی منبع مقاومت PI 88788 تکثیر می‌یابند، کاهش دهند (Niblack 2006).

نتیجه

نماتد سیست سویا *Heterodera glycines* در مزارع تحت کشت سویا در استان‌های مازندران و گلستان از انتشار قابل توجهی برخوردار است. شدت آلودگی در اکثر مزارع آلوده در زمان برداشت و همچنین قبل از کاشت سویا در هر دو استان بالاتر از حد آستانه زیان اقتصادی است. نژاد غالب شایع در استان‌های مازندران و گلستان نژاد ۳ یا HG Type 0 است که از مهم‌ترین و شایع‌ترین نژادها در مناطق آلوده به این نماتد در دنیا است. در ایران سویای رقم کنول (DPX) بعنوان رقم مقاوم به این نژاد تعیین شده است. با توجه به طول فصل زراعی برای سویا، نماتد سیست سویا می‌تواند در شرایط مناطق آلوده چندین نسل داشته باشد. این نماتد در شرایط شمال کشور روی سویا موجب خسارت می‌گردد، میزان محصول رقم سویای مقاوم به نماتد سیست سویا در زمین آلوده ۴۸٪ بیشتر از رقم حساس تلار برآورد شده است، این میزان در رقم حساس تلار با کنترل نماتد، به میزان ۱۶٪ افزایش داشته است. مهم‌ترین شیوه کنترل نماتد سیست سویا، استفاده از مدیریت تلفیقی است، با ترکیبی از ارقام مقاوم، تناوب زراعی صحیح و گیاهان غیر میزبان می‌توان به کنترل موفقیت‌آمیز این نماتد دست یافت.

References

منابع

۱. تنها معافی ز،، گرارت آ،، خیری آ. و اشتورهان د. ۱۳۷۸. پیدایش نماتد سیست سویا *Heterodera glycines* Ichnohe, 1952 در ایران. *بیماری‌های گیاهی* ۳۵: ۱۸۱-۱۸۲.
۲. حیدری ر،، پورجم آ،، تنها معافی ز،، صفایی ن. ۱۳۸۷. تعیین درجه میزبانی برخی ارقام سویا به تیپ غالب نماتد سیست سویا در ایران *Heterodera glycines* HG Type 0. *بیماری‌های گیاهی* ۴۴: ۳۱۹-۳۲۹.
۳. حیدری ر. ۱۳۸۸. بررسی پراکنش و زیست‌شناسی نماتد سیست سویا *Heterodera glycines* و ارزیابی میزان خسارت و واکنش برخی ارقام رایج سویا نسبت به آن در ایران. پایان‌نامه دکتری ارائه شده به دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۷۵ ص.

۴. غفاری ش.، تنها معافی ز.، حیدری ر. و اسکندری ع. ۱۳۹۱. بررسی برهمکنش نماتد سیست سویا *Heterodera*

glycines و باکتری همزیست *Bradyrhizobium japonicum* روی رقم حساس و مقاوم سویا. آفات و

بیماری‌های گیاهی ۸۰: ۳۳-۴۰.

5. Baldwin J. G. & Mundo-Ocampo M. A. N. U. E. L. 1991. Heteroderinae, cyst- and non-Cyst-forming nematodes. Pp. 275-362. In: W.R. Nickle (ed.). Manual of agricultural nematology. Marcel Dekker, Inc., New York.
6. FAO. 2014. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. 11.06.2014.
7. Giesler L. J. & Wilson J. A. 2011. Soybean cyst nematode: identification and management. Extension Publication. University of Nebraska-Lincoln, 150p.
8. Golden A. M. 1970. Terminology and identity of infraspecific forms of the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*). *Plant Disease Reporter* 54:544-546.
9. Heydari R. Tanha Maafi Z. & Pourjam E. 2012. Yield loss caused by soybean cyst nematode. *Heterodera glycines*, in Iran. *Nematology* 14:589-593.
10. Heydari R., Pourjam E., Tanha Maafi Z. & Safaie N. 2010. Comparative host suitability of common bean cultivars to the soybean cyst nematode. *Heterodera glycines*, in Iran. *Nematology* 12:335-341.
11. Ichinohe M. 1952. On the soybean nematode, *Heterodera glycines* n. sp. from Japan. *Magazine of Applied Zoology* 17:1-4
12. Kumudini S. 2010. Soybean growth and development. Pp. 48-73 In: G. Singh (ed.). The soybean: botany, production and uses. CAB International. Oxfordshire, UK, 250p.
13. Niblack T. L., Lambert K. N., Tylka G. L. 2006. A model plant pathogen from the kingdom Animalia: *Heterodera glycines*, the soybean cyst nematode. *Annual Review of Phytopathology* 44:283-303.
14. Niblack T. L. N. K. Baker & Norton D. C. 1992. Soybean yield losses due to *Heterodera glycines* in Iowa. *Plant Disease* 76:943-948.
15. Niblack T. L., Arelli P. R., Noel G. R., Opperman C. H., Orf J. H., Schmitt D. P., Shannon J. G. & Tylka G. L. 2002. A revised classification scheme for genetically diverse populations of *Heterodera glycines*. *Journal of Nematology* 34:279.
16. Niblack T. L., Wrather J. A., Heinz R. D. & Donald P. A. 2003. Distribution and virulence phenotypes of *Heterodera glycines* in Missouri. *Plant Disease* 87:929-932.
17. Noel G. 1993. *Heterodera glycines* in Soybean. *Nematologia Brasileira* 17:103-121.
18. Riggs R. D. & Schmitt D. P. 1988. Complete characterization of the race scheme for *Heterodera glycines*. *Journal of Nematology* 20:392.

19. Ross J. P. 1960. Soybean cyst nematode control by crop rotation. In *Phytopathology* 50:652-652.
20. Schmitt D. P. & Noel G. R. 1984. Nematode parasites of soybeans. Pp. 13-59. In: W. R. Nickel (ed.). *Plant and Insect Nematodes*. Marcel Dekker, New York, 925 p.
21. Shi H. & Zheng J. 2013. First report of soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) on tobacco in Henan, central China. *Plant Disease* 97:852-852.
22. Sipes B.S. 1992. Genetics. Pp. 61-71. In: R.D. Riggs and J.A. Wrather (Eds.). *Biology and Management of the Soybean Cyst Nematode*. APS Press, Minnesota.
23. Starr J. L., Cook R. & Bridge J. 2002. Resistance to plant- parasitic nematodes: history, current use and future potential. Pp. 1-22. In: J. L. Starr R. Cook & J. Bridge (ed.). *Plant resistance to parasitic nematodes*. CAB Internatiol Publication, 528 p.
24. Tanha Maafi Z., Salati M. & Riggs R. D. 2008. Distribution, population density, race and type determination of soybean cyst nematode. *Heterodera glycines*, in Iran. *Nematology* 10:919-924.
25. Wang J., Niblack T. L., Tremain J. N., Wie bold W. J., Noel G. R., Tylka G. L., Marrett C. C., Myers O. & Schmidt M. E. 2003. The soybean cyst nematode reduces yield without causing obvious aboveground symptoms. *Plant Disease* 87:623-268.
26. Warnke S. A., Chen S., Wyse D. L., Johnson G. A. & Porter P. M. 2006. Effect of rotation crops on *Heterodera glycines* populations density in a greenhouse screening study. *Journal of Nematology* 38:391.
27. Wrather J. A., Anderson T. R., Arsyad D. M., Tan Y., Ploper L. D., Porta-Puglia A., Ram H. H. & Yorinori J. T. 2001. Soybean disease loss estimates for the top ten soybean-producing countries in 1998. *Canadian Journal of Plant Pathology* 23:115-121.
28. Wrather J. A., Anderson T. R., Arsyad D. M., Gai J., Ploper L. D., Porta-Puglia A., Ram H. H. & Yorinori J. T. 1997. Soybean Disease Loss Estimates for the Top 10 Soybean Producing countries in 1994. *Plant Disease* 81:107-110.
29. Young L. D. 1996. Yield loss in soybean caused by *Heterodera glycines*. *Journal of Nematology* 28:604.

Review on Incidence of Soybean Cyst Nematode in Iran

ZAHRA TANHA MAAFI ^{1*} & RAMIN HEIDARI ²

1 - Associate Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran

(*Corresponding author, E.mail: Zahrat.maafi@yahoo.com)

2 - Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 2014.12.25

Accepted: 2015.08.30

Tanha Maafi Z. & Heidari R. 2015. Review on incidence of soybean cyst nematode in Iran. *Plant Pathology Science* 4(2):1-16.

Abstract

Soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*, is widespread in major soybean producing countries and is considered as the most suppressed agent of soybean yield in the world. This nematode was reported from northern Iran in 1999 for the first time. Presently SCN is widely distributed in Golestan and Mazandaran provinces and infestation rate is a remarkable showing broad range of infestation. In most fields, the population density is above the damage threshold level reported for this nematode in the literatures. The HG Type 0 (race 3) has been defined as the dominant type in the region and Katoul (DPX) is the only resistant cultivar to this type of SCN in Iran. Importance of soybean cyst nematode, distribution and severity of infection, nematode morphology, symptoms, race/Hg Type, life cycle, reaction of Iranian cultivars against the dominant SCN Hg Type in Iran, and its management, based on the researches conducted in Iran and in the world are presented in this paper.

Key words: Distribution, Soybean, Management, Race, Nematode