

معرفی سامانه پیش‌آگاهی تام‌کست برای مبارزه شیمیایی با

بیماری سوختگی زود هنگام گوجه‌فرنگی

مجید خنشا^۱، فاطمه برزگر^۱ و حبیب‌اله حمزه زرقانی^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، بخش گیاه‌پزشکی، دانشگاه شیراز

۲- استادیار بیماری‌شناسی گیاهی، بخش گیاه‌پزشکی، دانشگاه شیراز

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۳/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۵

خنشا، م.، برزگر، ف. و حمزه زرقانی، ح. ۱۳۹۱. معرفی سامانه پیش‌آگاهی تام‌کست برای مبارزه شیمیایی با بیماری سوختگی زود هنگام گوجه‌فرنگی. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۱ (۲): ۱۰-۲۰

چکیده

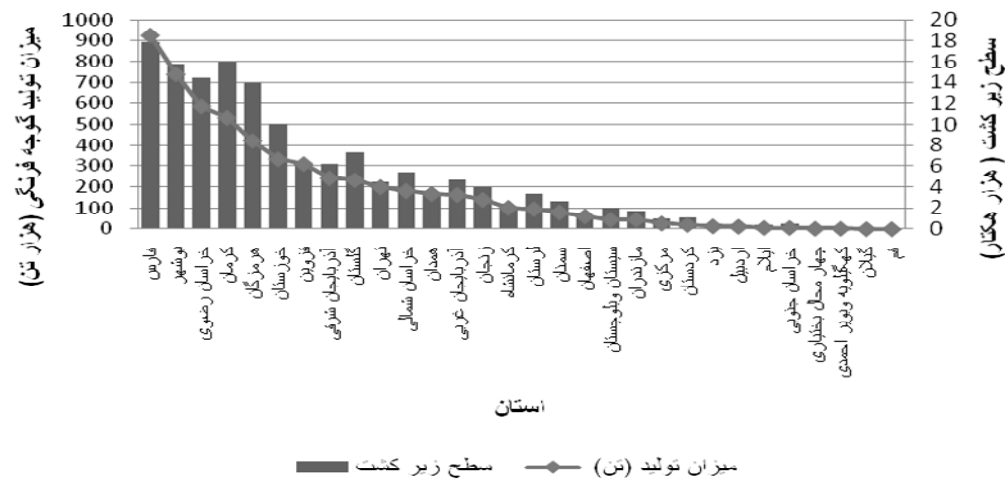
سوختگی زود هنگام از بیماری‌های مهم گوجه‌فرنگی در دنیا است که کشاورزان برای مبارزه با آن مجبور به سمپاشی‌های مکرر می‌شوند. یکی از راه‌های کاهش مصرف سموم، هزینه‌های تولید و خطر آلودگی محیط زیست، سمپاشی بر اساس پیش‌بینی سامانه پیش‌آگاهی تام‌کست است، که در آن بر اساس مدت زمان مرطوب بودن سطح برگ‌ها و دما در طی دوره رشد گوجه‌فرنگی در هر منطقه، شدت بیماری پیش‌بینی و زمان مناسب سمپاشی تعیین می‌شود. استفاده از این سامانه در بعضی کشورها مصرف سموم روی گوجه‌فرنگی را به نحو قابل توجهی کاهش داده است. این سامانه زمان سمپاشی را به نحوی پیش‌بینی می‌کند که سمپاشی در زمان مورد نیاز و با تاثیر حداکثر انجام شود. با استفاده از این روش پیش‌آگاهی در ایران می‌توان ضمن کاهش مصرف سموم روی این میوه که معمولاً به صورت تازه مصرف می‌شود، کارایی سموم مصرفی و میزان محصول را نیز افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: پیش‌آگاهی، دما، رطوبت، سوختگی، گوجه‌فرنگی

* مسئول مکاتبه، پست الکترونیک: zarghani@shirazu.ac.ir

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) یکی از محصولات مهم در ایران و جهان است، که معمولاً به صورت تازه مصرف می‌شود، لذا سلامت بهداشتی این سبزی در هنگام استفاده مورد توجه زیادی قرار گرفته است. میوه این گیاه که محصول آن است دارای ۹۴-۹۵ درصد آب، پروتئین، چربی، قندهای مختلف از جمله گلوکز و فروکتوز، ویتامین‌های A، C، K، تیامین، ریبوفلاوین، اسید پانتوتنیک، اسید فولیک، ویتامین E، اسیدآمین‌های ضروری، املاح معدنی از جمله کلسیم، فسفر، آهن، سدیم، پتاسیم، منیزیم، مس، منگنز، روی و ید است و به صورت خام یا پخته در سالاد، انواع سس‌ها، سوپ و انواع مواد غذایی به طور وسیع در ایران و جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنا به آمار سازمان خواروبار جهانی (FAO) سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی دنیا در سال ۲۰۰۷ میلادی ۶/۴ میلیون هکتار بوده که از آن، ۱۲۰ میلیون تن گوجه‌فرنگی برداشت شده است. سطح زیر کشت گوجه فرنگی در ایران نیز در سال زراعی ۸۹-۸۸، ۱۴۶ هزار هکتار، با تولید ۵/۶ میلیون تن محصول بوده است. در شکل ۱ مناطق مهم کشت این محصول در ایران نشان داده شده است. بر اساس آمار منتشر شده، ایران هفتمین تولیدکننده گوجه‌فرنگی دنیا در سال ۲۰۱۰ به شمار رفته است. همچنین میزان مصرف سرانه گوجه‌فرنگی در ایران معادل ۲۵ کیلوگرم گوجه‌فرنگی تازه در سال است (قندی و همکاران، ۱۳۸۶).



شکل ۱. سطح زیرکشت و میزان تولید گوجه‌فرنگی در ایران به تفکیک استان در سال زراعی ۹-۱۳۸۸ (دفتر آمار و فنآوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۰).

از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید گوجه‌فرنگی، حدود ۲۰۰ بیماری انگلی و غیر انگلی هستند. بیماری‌های غیر انگلی ناشی از آفتاب سوختگی، گرما، رطوبت و واکنش زیاد خاک، عدم تعادل مواد غذایی، نسبت‌های نامناسب اکسیژن، آلاینده‌های هوا، آسیب ناشی از علف‌کش‌ها و صاعقه زدگی ایجاد می‌شوند. عوامل بیماری‌های انگلی شامل قارچ‌ها، باکتری‌ها و فیتوپلاسم‌ها، ویروس‌ها، ویرویدها، نامتدها و گیاهان انگل می‌باشند که در این بین بیشترین خسارت را قارچ‌ها به گوجه‌فرنگی وارد می‌کنند. یکی از مهمترین بیماری‌های قارچی گوجه‌فرنگی خصوصاً در مناطق گرم و مرطوب سوختگی زودهنگام می‌باشد (جونز و همکاران، ۱۹۹۱).

۱- نشانه‌های بیماری

این بیماری در اغلب مناطق کشت گوجه‌فرنگی رخ می‌دهد، ولی در مناطق گرم و مرطوب یا مناطق نیمه خشکی که شبنم‌های مکرر رطوبت کافی را برای توسعه بیماری فراهم می‌سازند شیوع پیدا می‌کند. خسارت این بیماری در مناطق جنوبی کشور در حومه شهرهای بندرعباس، دزفول، بوشهر، میناب و جیرفت به علت آب و هوای مساعد رشد قارچ، بیشتر است. این بیماری باعث ریزش شدید برگ و در نهایت کاهش تعداد و اندازه میوه‌ها می‌شود. همچنین امکان آفتاب سوختگی میوه‌های سالم را نیز افزایش می‌دهد. بیمارگر، ساقه، برگ و میوه‌های گوجه‌فرنگی را آلوده می‌سازد و در خزانه نیز موجب مرگ گیاهچه می‌شود. روی برگ‌ها لکه‌های قهوه‌ای مدور و اغلب احاطه شده با هاله زرد ظاهر می‌گردد. لکه‌های برگ‌گی معمولاً ابتدا در برگ‌های پیر ظاهر می‌شوند و به سمت بالا پیشروی می‌کنند. با توسعه بیماری قارچ ممکن است ساقه‌ها و میوه‌ها را آلوده سازد. لکه‌های روی میوه شبیه به لکه‌های روی برگ‌ها به رنگ قهوه‌ای با حلقه‌های متحدالمرکز تیره می‌باشند (شکل ۲). هاگ‌های تیره و پودر مانند قارچ در هوای گرم و مرطوب روی این لکه‌های حلقه مانند تولید می‌شوند (اعتباریان، ۱۳۸۵).

۲- اهمیت اقتصادی

با افزایش هر ۱ درصد شدت بیماری، محصول ۱/۳۶ درصد کاهش می‌یابد و در صورت وقوع بیماری به صورت شدید موجب از بین رفتن کامل محصول می‌شود (Pandey, 2003). کاهش محصول گوجه‌فرنگی تا ۷۹٪ در اثر خسارت ناشی از بیماری سوختگی زودهنگام گزارش شده است که ۲۰ - ۴۰ درصد این خسارت مربوط به مرگ گیاهچه در مزرعه می‌باشد (Chaerani & Voorrips, 2006). در ایران بیماری سوختگی زودهنگام گوجه‌فرنگی تقریباً در تمام مناطق کشت این گیاه شیوع دارد و خسارت آن روی ارقام زودرس گوجه‌فرنگی که در نواحی دزفول،



شکل ۲. نشانه‌های بیماری سوختگی زودهنگام گوجه‌فرنگی، الف. روی ساقه ، ب. روی برگ، ج. در مزرعه، د. روی میوه (انجمن بیماری‌شناسی گیاهی آمریکا www.apsnet.com).

بوشهر و بندرعباس کشت می‌شوند، حدود ۶۰-۹۰ درصد برآورد شده است (صوفه‌جلیان، ۱۳۷۰). تعیین دقیق خسارت اقتصادی و محاسبه هزینه‌هایی که صرف مبارزه با این بیماری می‌شود، کار دشواری است و تنها هزینه سالانه‌ای که در جهان برای مبارزه شیمیایی با سوختگی زودهنگام گوجه‌فرنگی صرف می‌شود، ۳۳ میلیون دلار تخمین زده شده است (جونز و همکاران، ۱۹۹۱).

۳- عامل بیماری

قارچ *Alternaria solani* (Ellis & Martin) Sorauer است. میسلیم این قارچ منشعب و دارای دیواره عرضی است و با گذشت زمان تیره می‌شود. کنیدیوم‌ها دارای نوک بلند، با ۹ تا ۱۱ بند عرضی و همچنین بندهای طولی، تیره رنگ و به طور منفرد یا در زنجیرهایی دوتایی ایجاد می‌شوند. بر طبق بررسی‌های به عمل آمده در مناطق مختلف کشت گوجه‌فرنگی در ایران به نظر می‌رسد گونه‌های دیگری از *Alternaria* از جمله

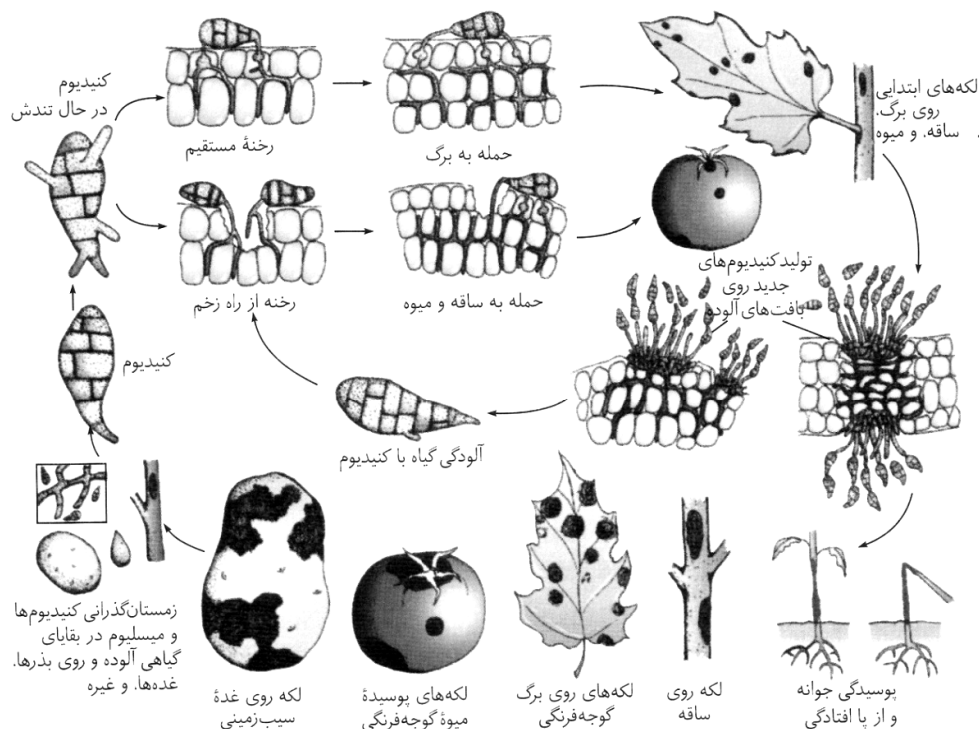
A. tenuissima (Kunze) Wiltshire و *A. alternata* (Fr.) Keissl. نیز در بروز این بیماری نقش دارند که گونه *A. alternata* بیشتر در ایجاد بیماری شانکر ساقه‌ی گوجه‌فرنگی اهمیت دارد (بایمانی و همکاران، ۱۳۸۱؛ حاجیان‌فر و زربخش، ۱۳۸۵).

۴- چرخه بیماری

قارچ در فاصله بین ۲ فصل کشت روی بقایای گیاهی آلوده در خاک و یا روی بذر به سر می‌برد و در مناطق معتدل می‌تواند از فصلی به فصل دیگر روی بوته‌های خودروی گوجه‌فرنگی و سایر میزبان‌های تیره سولاناسه، از جمله سیب‌زمینی، بادمجان، گزنه اسبی و تاج ریزی سیاه بسر برد. هاگ‌ها با عواملی چون باد، آب، حشرات و سایر حیوانات و ماشین‌آلات منتقل شده و پس از آلودگی اولیه ایجاد لکه‌های بیماری روی گیاهان می‌نماید که مهم‌ترین منبع هاگ برای شیوع بیماری هستند (شکل ۳). آلودگی اولیه اغلب بوسیله‌ی قارچ در خاک ایجاد می‌شود و در طی دوره‌های هوای معتدل (۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد) و بارانی اتفاق می‌افتد، هر چند در مناطق گرم این بیماری ممکن است در دماهای بالاتر فعال باشد. کنیدیوم‌ها در مدت ۳۵-۴۵ دقیقه در دمای بهینه ۳۰-۲۸ جوانه می‌زند. این قارچ مستقیماً از طریق کوتیکول یا از راه زخم‌ها وارد می‌شود. لکه‌ها در شرایط مساعد در مدت ۲ تا ۳ روز قابل مشاهده هستند. کنیدیوم‌ها موقعی که قطر لکه برگی حدود ۳ میلی‌متر است، تشکیل می‌شوند (جونز و همکاران، ۱۹۹۱).

۵- روش مدیریت بیماری

در مدیریت سوختگی زود هنگام گوجه‌فرنگی، زمان و روش کاشت گیاه اهمیت دارد. کاشت گیاه در فصل خشک و عدم کاشت در مجاورت مزارع آلوده، خطر شیوع بیماری را کاهش می‌دهند. آبیاری بارانی بایستی تا حد امکان استفاده نشود و در صورت امکان بهتر است اوایل صبح آبیاری صورت پذیرد. کاشت بذره‌های عاری از آلودگی می‌تواند در جلوگیری از آلودگی مزرعه مفید واقع شود. خزانه بایستی دورتر از مزرعه باشد. ضدعفونی خاک با آب گرم و خاکستر در خزانه و حذف گیاهچه‌های آلوده بسیار تأثیرگذار است. شخم عمیق به منظور بهبود زهکشی خاک مفید است. افزایش ماده آلی خاک با کودهای پوسیده حیوانی و استفاده از بقولات همزیست باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت هوا در تناوب زراعی و بطور کلی تغذیه مناسب گیاهان به ویژه دادن ازت کافی بیماری را کم می‌کند. از بین بردن بقایای بوته‌های گوجه‌فرنگی پس از پایان برداشت محصول و قرار ندادن گیاهانی از قبیل سیب‌زمینی، فلفل یا بادمجان در تناوب با گوجه‌فرنگی در یک زمین حداقل به مدت ۲ سال و ترجیحاً ۳ سال از راهکارهای مناسب مدیریت بیماری می‌باشند (جونز و همکاران، ۱۹۹۱).



شکل ۳. چرخه بیماری سوختگی زودهنگام گوجه‌فرنگی (Agrios, 2005).

موثرترین و مطمئن‌ترین راه برای مهار بیماری استفاده از ارقام مقاوم است که در این زمینه پژوهش‌های زیادی در دنیا انجام گرفته است. مقاومت به بیماری وابسته به سن بوده و در حالی که گوجه‌فرنگی‌های جوان نسبتاً به این بیماری مقاوم هستند، با افزایش تدریجی سن گیاه از مقاومت آن‌ها کاسته شده به طوری که گیاهان بالغ حساسیت بالایی به این بیماری دارند. مقاومت در برابر این بیماری به صورت کمی بوده و از طریق چندین ژن کنترل می‌شود، لذا مقاومت‌های حد بالا حداقل در ارقام زراعی در برابر این بیماری دیده نمی‌شود. بر اساس نتایج پژوهش‌های انجام شده واکنش تمامی لاین‌های اصلاح شده و ارقام زراعی معرفی شده در برابر بیماری سوختگی زودهنگام گوجه‌فرنگی در محدوده حساس تا نسبتاً مقاوم می‌باشند (Vakalounakis, 1983; Vloutoglou, 1999; Thirthamallappa & Lohithaswa, 2000). در ایران در تحقیقی که به منظور بررسی واکنش برخی ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی نسبت به *A. tenuissima* عامل بیماری سوختگی زودهنگام انجام گرفته، ارقام Early Urbano VF، Super 2270 و Kingstone در شرایط گلخانه و مزرعه و ژنوتیپ ۸۴۰۲ در شرایط مزرعه و رقم Kallgi و ژنوتیپ ۸۴۰۳ در شرایط گلخانه تا حدودی مقاومت به این بیماری داشتند (حاجیان‌فر و زربخش، ۱۳۸۹).

علی‌رغم انجام این پژوهش‌ها با توجه به خسارت دیدن ارقام تجارتي، مبارزه شیمیایی در مناطقی که فشار بیماری بالا می‌باشد اجتناب‌ناپذیر است.

۶- مبارزه شیمیایی با بیماری

قارچ‌کش مناسب و مؤثر در مبارزه با این بیماری را در هر منطقه می‌توان با مشورت کارشناسان حفظ‌نباتات انتخاب نمود. قارچ‌کش‌های پیشنهادی معمولاً از گروه سموم حفاظتی بوده و اگر به موقع استفاده شوند تأثیر خوبی در مهار بیماری دارند. قارچ‌کش‌های حفاظتی ارزان مانند مانکوزب و کلروتالونیل، که بایستی هر ۷ تا ۱۰ روز مصرف شوند تا بتوانند سرشاخه‌های نورسته پس از سمپاشی را نیز محافظت کرده و کاهش تدریجی و فزاینده سم سطح برگ بر اثر هوازگی ناشی از اثر عوامل محیطی را جبران کنند، معمولاً استفاده می‌شوند. از معایب این سموم نیاز به مصرف مکرر و بالا بودن میزان مصرف آن‌ها است.

در ایران به منظور مبارزه شیمیایی با بیماری، اثر ۳ قارچ‌کش مانکوزب، زینب و کاپتان در مزرعه مورد بررسی قرار گرفتند که قارچ‌کش مانکوزب اثر رضایت‌بخشی داشت (صوفه‌جلیان، ۱۳۷۰). در تحقیق دیگری که در شرایط آزمایشگاهی انجام گرفت، اثر قارچ‌کش‌های مانکوزب، کاپتان، (متلاکسیل+مانکوزب)، (ایپریدیون + کاربندازیم)، پروپیکونازول و (فاموکسان+سیموکسنیل) مورد بررسی قرار گرفتند که از نظر جلوگیری از رشد میسلیمی قارچ بیمارگر به ترتیب قارچ‌کش‌های پروپیکونازول، (ایپریدیون+کاربندازیم)، (فاموکسان + سیموکسنیل)، مانکوزب، (متلاکسیل + مانکوزب) و کاپتان با اطمینان ۹۹٪ با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند (بایمانی و همکاران، ۱۳۸۱).

محصول جدیدی که برای مبارزه با بیماری وجود دارد سم آزوکسی‌استروبین (Azoxystrobin) است. این سم که بر علیه دامنه وسیعی از قارچ‌ها فوق‌العاده مؤثر است، به آسانی جذب بافت گیاه می‌شود و ضمن اثر حفاظت از آلودگی با خاصیت جذبی خود و انتشار درون بافت‌های بیمار، اثر درمان‌کننده نیز دارد. از مزایای این سم میزان مصرف کم آن در هکتار است. آزوکسی‌استروبین به دلیل این که به یک نقطه از سیستم حیاتی سلول قارچ حمله می‌کند از نظر ایجاد مقاومت در قارچ خطرناک‌تر است و بایستی در تناوب و یا مخلوط با سموم با نحوه اثر متفاوت استفاده شود. در یک فصل رشد نیز نباید بیش از ۶ بار از این قارچ‌کش مصرف کرد.

با وجودی که زمان سمپاشی در تأثیر مبارزه شیمیایی بسیار مهم است ولی در تعیین زمان سمپاشی معمولاً دقت لازم نمی‌شود و هنگام مشاهده نشانه‌های اولیه بیماری در مزرعه از قارچ‌کش‌های حفاظتی با دور سمپاشی با فاصله ۷ روز در آب و هوای خنک و مرطوب و تا فاصله ۱۰ روز در آب و هوای خشک استفاده می‌گردد. آبیاری بارانی

و بارندگی موجب شسته شدن قارچ‌کش حفاظتی می‌شود و در صورت بارش شدید باران تکرار مصرف قارچ‌کش حفاظتی ضروری است. نگرانی‌ها از سلامتی محصول گوجه‌فرنگی تولیدی در بخش کشاورزی و بحث تأمین امنیت غذایی در کنار این حقیقت که در حال حاضر جایگزین مناسبی برای سموم شیمیایی برای مبارزه با سوختگی زود هنگام وجود ندارد، اهمیت مسئله کاهش مصرف قارچ‌کش‌ها با استفاده از سامانه‌های پیش‌آگاهی را گوشزد می‌کند. سامانه‌های پیش‌آگاهی بیماری‌های گیاهی در سایر کشورها نشان داده‌اند که می‌توانند نقش مهمی در افزایش کارایی سمپاشی و کاهش مصرف سموم داشته باشند.

۷- سامانه پیش‌آگاهی تام‌کست (TOMCAST)

سامانه‌های پیش‌آگاهی برای کمک به زارعین در تصمیم‌گیری مقتصدانه درباره مدیریت بیماری‌های گیاهی به وجود آمده‌اند (Agrios, 2005). نقش پیش‌آگاهی در مدیریت بیماری‌های گیاهی راهبردی است. به حداقل رساندن مصرف قارچ‌کش‌ها از طریق کاهش تعداد پاشش یا غلظت مصرفی آن‌ها به قضاوت درباره خطر بیماری در طی دوره‌های بحرانی توسعه بیماری بستگی دارد و در اینجا منظور از بحرانی از نظر بیمارگر و گیاه است. اساس سامانه‌های پیش‌آگاهی در واقع تعیین خطر وقوع یک بیماری یا خطر افزایش شدت آن است. یک تعریف دیگر از پیش‌آگاهی آن را برآورد شدت وقوع و زیاد شدن بیماری به سطح همه‌گیری قبل از وقوع می‌داند (Maloy, 1993). براساس تعریف دیگری پیش‌آگاهی تلاشی است برای برآورد وضعیت بیماری در آینده بر اساس مشاهدات در باره وضع حال آن بیماری در یک محصول و یا بر اساس اندازه‌گیری عوامل مرتبط با آن بیماری (Parry, 1990). یک تعریف عملیاتی از پیش‌آگاهی تعیین شرایطی است که تحت آن شرایط یک بیمارگر در تماس با یک گیاه حساس می‌تواند آن را آلوده کرده و در آن مستقر شود. سامانه‌های پیش‌آگاهی با پیش‌بینی افزایش شدت بیماری بر اساس عوامل آب و هوایی، شرایط میزبان یا بیمارگر (و یا بیماری) عمل می‌کنند (Armstrong, 2001). با این اوصاف سامانه‌های پیش‌آگاهی، مانند سامانه‌های پیش‌بینی وضع هوا تنها احتمال افزایش وقوع یک رویداد (وقوع بیماری) به یک سطح معین را، آن هم در زمان یا مکان مشخصی پیش‌بینی می‌کنند. از مهمترین اهداف پیش‌آگاهی کاهش مصرف سموم شیمیایی و پی‌آمدها و آثار سوء آن‌ها بر محیط (آب، خاک و هوا) و سلامت انسان و حیوانات و همچنین مدیریت مقاومت به سموم در جمعیت‌های بیمارگر از طریق کاهش فشار انتخاب است.

تام‌کست یک مدل رایانه‌ای است که با استفاده از شرایط آب و هوای محلی برای پیش‌بینی توسعه بیماری‌های قارچی در گوجه‌فرنگی خصوصاً (سوختگی زود هنگام، سپتوریوز و آنتراکنوز) به وجود آمده است. دستگاه ثبت اطلاعات

(شرایط آب و هوایی) برای پیش‌آگاهی به این منظور در مزارع گوجه‌فرنگی نصب می‌شوند که طول مدت تری سطح برگ و دما در ساعات‌های تری برگ را اندازه‌گیری می‌کنند. این داده‌ها هر ۲۴ ساعت تجزیه و تحلیل شده و به ارزش شدت بیماری (Disease Severity Value=DSV) تبدیل می‌شوند. ارزش شدت بیماری روز به روز محاسبه و به مقادیر روزهای قبل اضافه می‌شود تا زمانی که مقدار انباشته آن بیش از یک آستانه از پیش تعیین شده برسد که در این موقع توصیه می‌شود که از قارچ‌کش برای جلوگیری از آلودگی ساقه، برگ و میوه استفاده شود. این مدل در ابتدا با نام فست (Forecasting *Alternaria solani* on tomato= FAST) به‌وجود آمد و بعد با تغییراتی به تام‌کست تبدیل شد (Pitblado, 1988). در این سامانه ارزش شدت بیماری به عنوان شاخص توسعه بیماری‌هایی مانند سوختگی زودهنگام، سپتوریوز و آنتراکنوز است. این شاخص عددی است که نشان دهنده‌ی میزان فشار بیماری روی بافت گیاه گوجه‌فرنگی است، که توسط ۲ عامل تری سطح برگ و درجه حرارت در طول ساعات‌های خیسی برگ تعیین می‌شود. هر چه تعداد ساعات‌های خیسی برگ و دما بیشتر باشد، سرعت انباشته شدن ارزش شدت بیماری بیشتر و در نتیجه فشار بیماری بیشتر می‌شود (جدول ۱).

اولین سم‌پاشی با محاسبه ارزش شدت بیماری از زمان نشاکاری، هنگامی صورت می‌گیرد که مجموع اعداد این شاخص به ۲۵ برسد. دومین سم‌پاشی در صورتی که از مانکوزب استفاده شده باشد وقتی است که ارزش شدت بیماری مجدداً به ۱۵ برسد ولی در صورتی که از سم آزوکسی‌استروبین استفاده شده، باید این شاخص حداقل به ۱۸ برسد، تا نیاز به تکرار سم‌پاشی باشد (Louws *et al.*, 1996).

۸- نتیجه

برای تولید پایدار و اقتصادی همراه با حفظ سلامت غذایی محصول گوجه‌فرنگی تام‌کست روشی است که به میزان قابل توجهی در کشورهای اروپایی و آمریکا مورد استفاده گسترده قرار گرفته و باعث کاهش مصرف قارچ‌کش‌ها و هزینه‌های تولید گردیده است. امروزه وسایل مورد نیاز برای برقراری این روش پیش‌آگاهی در کشور وجود دارد و می‌توان پس از جمع‌آوری داده‌های لازم در مناطق مهم، خصوصاً در مناطق گرم و مرطوب، کشت گوجه‌فرنگی در کشور و تجزیه و تحلیل رایانه‌ای آن‌ها و تعیین زمان مناسب سم‌پاشی در هر منطقه، آن را از طریق وسایل ارتباط جمعی به اطلاع کشاورزان رساند.

جدول ۱- روش محاسبه ارزش شدت بیماری سوختگی زودهنگام گوجه‌فرنگی در سامانه رایانه‌ای تام‌کست (Madden *et al.*, 1978).

متوسط دما (درجه سانتی‌گراد) در					
ساعات‌های خیسی برگ در روز			طول ساعت خیسی برگ		
۱۳-۱۷	۰-۶	۷-۱۵	۱۶-۲۰	۲۱+	-
۱۸-۲۰	۰-۳	۴-۸	۹-۱۵	۱۶-۲۲	+۲۳
۲۱-۲۵	۰-۲	۳-۵	۶-۱۲	۱۳-۲۰	+۲۱
۲۶-۲۹	۰-۳	۴-۸	۹-۱۵	۱۶-۲۲	+۲۳
ارزش شدت بیماری	۰	۱	۲	۳	۴

منابع

- اعتباریان، ح. ر. ۱۳۸۵. بیماری‌های سبزی و صیفی و روش‌های مبارزه با آنها. دانشگاه تهران، ۶۰۰ ص .
- بایمانی، م، حیاتی، ج. و شتاب‌بوشهری، م. ۱۳۸۱. تعیین گونه غالب عامل لکه موجی گوجه‌فرنگی و بررسی بهترین محیط کشت جهت رشد بیمارگر. خلاصه مقالات پانزدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ص ۱۷۶.
- دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات. ۱۳۹۰. آمارنامه کشاورزی محصولات زراعی سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸. چاپ اول. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، ۱۱۹ ص.
- جونز، ج. ب.، جونز، ج. پ.، استال، آر. ای. و زیترو، تی. ای. ۱۹۹۱. بیماری‌های گوجه‌فرنگی. ا. رجبی (مترجم) ، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۱، ۳۵۲ ص.
- حاجیان‌فر، ر. و زربخش، ع. ۱۳۸۵. شناسایی عوامل بیماری‌زایی لکه‌موجی و شانکر ساقه آلترناریایی گوجه‌فرنگی در مناطق عمده تولید در کشور. خلاصه مقالات هفدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. کرج. ص ۱۸۲.

حاجیان‌فر، ر. و زربخش، ع. ۱۳۸۹. ارزیابی واکنش برخی ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی نسبت به *Alternaria tenuissima* عامل بیماری لکه موجی. علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

۱۳: ۶۲-۷۴

صوفه‌جلیان، ن. خ. ۱۳۷۰. بیماری لکه موجی گوجه‌فرنگی و مبارزه شیمیایی با آن در منطقه جیرفت و بم. خلاصه مقالات دهمین کنگره گیاه پزشکی ایران، مشهد، ص ۱۱۸.

قندی، ا.، ضیاءالحق، ح.، مظاهری تهرانی، م. و مرتضوی، ع. ۱۳۸۶. تولید و فرآوری گوجه‌فرنگی. انتشارات مرز دانش، ۲۳۱ص.

Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. 5th ed. Elsevier, 985p.

Armstrong, J. S. 2001. Principles of Forecasting: a Handbook for Researchers and Practitioners. Springer, Berlin, 849 p.

Chaerani, R. & Voorrips, R. E. 2006. Tomato early blight (*Alternaria solani*): the pathogen, genetics, and breeding for resistance. *Journal of General Plant Pathology* 72: 335-347.

Louws, F. J., Hausbeck, M. K., Kelly, J. F. & Stephens, C. T. 1996. Impact of reduced fungicide and tillage on foliar blight, fruit rot, and yield of processing tomatoes. *Plant Disease* 80: 1251-1256.

Madden L., Pennypacker, S. P. & McNab, A. A. 1978. FAST, a forecast system for *Alternaria solani* on tomato. *Phytopathology* 68:1354-1358.

Maloy, O. C. 1993. Plant Disease Control: Principles and Practice. John Wiley & Sons, New York, 346p.

Pandey, K.K. 2003. Resistance to early blight of tomato with respect to various parameters of disease epidemics. *Journal of General Plant Pathology* 69:364-371.

Parry, D. W. 1990. Plant Pathology in Agriculture. Cambridge University Press, England, 385p.

Pitblado, R. E. 1988. Development of a weather-timed fungicide spray program for field tomatoes. *Canadian Journal of Plant Pathology* 10:371.

Thirthamallappa, S. & Lohithaswa, H. C. 2000. Genetics of resistance to early blight (*Alternaria solani* Sorauer) in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Euphytica* 113: 187-193.

Vloutoglou, I. 1999. Evaluation of tomato cultivars and hybrids for resistance to *Alternaria solani* infection. *Test Agrochemical Cultivar* 20:48-49.

Vakalounakis, D. J. 1983. Evaluation of tomato cultivars for resistance to *Alternaria* blight. *Annals of Applied Biology* 102:138-139.