بیماری آنتراکنوز توت‌فرنگی

کیوان کریمی، اسدالله بابای اهری و مهدی ارزنلو*

دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار بیماری‌شناسی گیاهی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۰۸

کریمی ک.، بابای اهری ا. و ارزنلو م. ۱۳۹۴. بیماری آنتراکنوز توت‌فرنگی. *دانش بیماری‌شناسی گیاهی* ۴(۲):۴۰-۲۶.

چکیده

بیماری آنتراکنوز یکی از مخرب‌ترین بیماری‌های توت‌فرنگی است که توسط سه گونه قارچ *Colletotrichum acutatum*، *C. gloeosporioides* و *C. fragariae* ایجاد می‌شود. دو گونه *C. acutatum* و *C. gloeosporioides* دارای دامنه میزبانی وسیع‌تری هستند و بر اساس آخرین ارزیابی‌های تبارزایی چند ژنی جدایه‌های متعدد عامل آنتراکنوز توت‌فرنگی جمع آوری شده از مناطق مختلف دنیا متعلق به این دو گونه، در چندین خوشه مختلف مربوط به گونه‌های مخفی دسته‌بندی می‌شوند. گونه *C. acutatum* علیرغم آلوده کردن اکثر اندام‌های گیاه، عمدتاً عامل پوسیدگی میوه بوده و نسبت به دو گونه دیگر که در ارتباط با پوسیدگی طوقه شناخته شده هستند، فراگیرتر و خسارت‌زاتر می‌باشد. انتشار زادمایه بیماری توسط قطرات باران یا آبیاری بارانی، انسان و حیوانات صورت می‌گیرد. مدیریت تلفیقی بیماری شامل روش‌های زراعی، شیمیایی، زیستی و استفاده از ارقام مقاوم است. با توجه به اهمیت بیماری آنتراکنوز توت‌فرنگی از لحاظ میزان خسارت و شیوع اخیر آن در مناطق کشت و پرورش این محصول در ایران در این مقاله نحوه تشخیص صحیح عامل بیماری، جنبه‌های زیست‌شناستی و روش مدیریت بیماری شرح داده شده است.

واژه‌های کلیدی: آنتراکنوز، تبارزایی، توت‌فرنگی، زیست‌شناسی، مدیریت

مقدمه

گیاه توت‌فرنگی (*Fragaria* × *ananassa* Duchesne) از تیره رزاسه (Rosaceae) یکی از محصولات مهم تجاری در سطح دنیا به شمار می‌رود. طبق آخرین آمار سازمان خوار وبار جهانی (فائو) در سال ۲۰۱۳ بیشترین تولید این محصول به ترتیب متعلق به کشورهای چین، ایالات متحده آمریکا و مکزیک است. از لحاظ رتبه‌بندی تولید،

*مسئول مکاتبه، پست الکترونیک: arzanlou@tabrizu.ac.ir

کشور ایران در رتبه هفدهم قرار دارد و براساس آخرین شماره آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۰ بیشترین میزان سطح زیر کشت و تولید توت‌فرنگی مربوط به استان کردستان (با تولید ۲۱۳۰۵ تن) است. چالش‌ها و محدودیت‌های متعددی تولید این محصول را تهدید می‌کند از جمله این محدودیت‌ها بیماری‌های گیاهی هستند که روی این محصول خسارت‌زا هستند. از مهم‌ترین این بیماری‌ها می‌توان به بیماری پوسیدگی خاکستری با عامل *Botrytis cinerea* Pers. و بیماری آنتراکنوز اشاره کرد که توسط گونه‌های مختلف جنس *Colletotrichum* Corda. ایجاد می‌گردد (Freeman *et al*. 2004). *Colletotrichum* یک قارچ زیواپرور (hemibiotroph) و از مهم‌ترین جنس‌های قارچی از لحاظ اقتصادی می‌باشد که عامل ایجاد بیماری آنتراکنوز و دیگر بیماری‌ها روی گونه‌های مختلف گیاهی است (Cai *et al*. 2009)، به طور کلی می‌توان گفت که هر محصولی که در دنیا کشت می‌شود به یک یا چند گونه *Colletotrichum* حساس است (Dean *et al*. 2012, Arzanlou *et al*. 2015, Arzanlou & Torbati 2013). با توجه به کشت محصول توت فرنگی در ایران و گزارش اخیر وقوع بیماری آنتراکنوز (ایوبی و سلیمانی ۱۳۹۲)، روش شناخت بهتر این بیماری و مدیریت آن شرح داده می‌شود.

۱- تاریخچه و اهمیت بیماری

بیماری آنتراکنوز توت‌فرنگی برای اولین بار در سال ۱۹۳۱ از ایالات متحده آمریکا توسط Brooks توصیف گردید و عامل آن *Colletotrichum fragariae* A.N. Brooks نامگذاری گردید. این بیمارگر بعداً در سرتاسر جنوب ایالات متحده گسترش پیدا کرد و باعث پوسیدگی طوقه و مرگ‌ومیر بسیاری از نشاهای توت‌فرنگی در سال ۱۹۷۰ گردید (Smith 2008). پوسیدگی طوقه با عامل *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. نیز برای اولین بار در سال ۱۹۸۴ از فلوریدا گزارش شد (Howard & Albregts 1984). این قارچ عامل مرگ بیش از ۸۰ درصد نشاهای توت‌فرنگی در خزانه‌ها و کاهش بیش از ۵۰ درصدی محصول در مزرعه شناخته شد (Howard *et al*. 1992). قارچ *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds نیز به عنوان عامل پوسیدگی میوه‌های خربزه درختی، توت‌فرنگی و محصولات خانواده سولاناسه برای اولین بار در استرالیا توصیف گردیده است (Mackenzie *et al*. 2009). بیماری آنتراکنوز توت‌فرنگی با عامل *C. acutatum* در اروپا نیز برای اولین بار در سال ۱۹۸۱ مشاهده گردیده است (Denoyes & Baudry 1995). این بیمارگر در ایالات متحده آمریکا نیز برای اولین بار

در ایالت می‌سی‌سی‌پی در سال ۱۹۸۳ گزارش شد (Smith & Black 1986). اولین گزارش رسمی از این گونـه بـه عنوان عامل آنتراکنوز توت‌فرنگی در ایران نیز توسط ایوبی و سلیمانی در سال ۱۳۹۲ انجام گرفت.

۲- نحوه شناسایی بیمارگرها

گونه‌های *C. fragariae* و *C. gloeospoiroides* اغلب و مخصوصاً در مناطق گرم و مرطوب در ارتباط با پوسیدگی طوقه گزارش شده‌اند اما گونه *C. acutatum* می‌تواند سایر قسمت‌های گیاه همچون دمبرگ، طوقه، برگ‌ها و ریشه‌ها را نیز آلوده کند اگرچه بیشتر در ارتباط با پوسیدگی میوه شناخته شده است. دو گونه *C. acutatum* و C. *gloeospoiroides* دامنه میزبانی و جغرافیایی وسیع‌تری نسبت به گونه *C. fragariae* دارند (Curry *et al*. 2002, Sreenivasaprasad & Talhinhas 2005). از لحاظ ریخت‌شناختی گونه‌های ذکر شده همچون سایر گونه‌های جنس *Colletotrichum* براساس مشخصاتی همچون اندازه و شکل کنیدیوم، آسروول (acervulus)،حضور یا عدم حضور خار(setae)، سختینه (sclerote) و شکل جنسی و خصوصیات کشت همچون شکل و رنگ پرگنه مطابق جدول ۱ تشخیص داده می‌شوند (Hyde *et al*. 2009).

جدول ۱- مشخصات ریخت‌شناسی گونه‌های *Colletotrichum* عامل آنتراکنوز توت‌فرنگی (Smith & Black 1990)

گونه	رنگ پرگنه	شکل و اندازه کنیدیوم (µm)	خار	مرحله جنسی
C. acutatum	سفید، صورتی، پرتقالی، سرخ یا قهوه‌ای روشن مایل به زرد و خاکستری	دوکی شکل، در دو انتها باریک ۱۲/۳-۱۴/۷× ۴/۶-۵/ ۳	ندارد	به ندرت تشکیل می‌شود
C. gloeosporioides	قهوه‌ای مایل به زرد یا خاکستری، زیتونی تا خاکستری تیره	سیلندری شکل، در دو انتها به‌صورت گرد ۱۲/۹-۱۶/۱× ۴/۴-۵/۴	دارد	*Glomerella cingulata*
C. fragariae	قهوه‌ای مایل به زرد یا خاکستری، زیتونی تا خاکستری تیره	سیلندری شکل، در یک انتها تیز و در انتهای دیگر به‌صورت گرد ۱۲/۴-۱۵× ۴/۴-۵/۲	دارد	تشکیل نمی‌شود

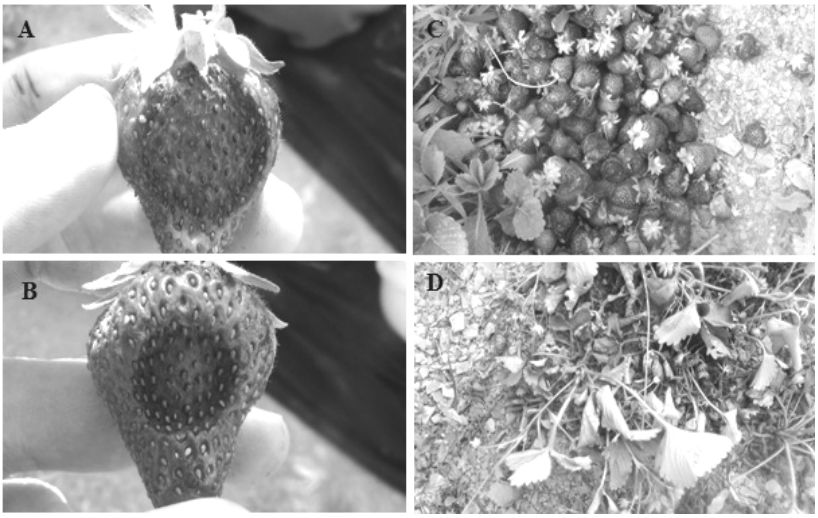
اما در کل به علت همپوشانی نشانه‌های ایجاد شده توسط گونه‌های مختلف روی میزبان و تأثیر شرایط محیطی روی ثبات خصوصیات ریخت‌شناسی، شناسایی گونه مشکل می‌باشد. نبود خصوصیات کافی قابل تمیز ریخت‌شناسی خصوصاً بین دو گونه *C. fragariae* و *C. gloeosporioides* و دیگر گونه‌های پنهان در دو گونه مرکب *C. acutatum* و *C. gloeospoiroides* (Sreenivasaprasad *et al*. 1992, 1993, Photita *et al*. 2005) تشخیص گونه‌های دخیل در بیماری را مشکل می‌سازد (Damm *et al*. 2012, Weir *et al*. 2012).

در حال حاضر آنالیز اسیدهای نوکلییک قابل اعتمادترین چارچوب را برای رده‌بندی جنس *Colletotrichum* فراهم می‌کند زیرا صفات DNA به طور مستقیم تحت تأثیر عوامل محیطی قرار نمی‌گیرند (Hyde *et al*. 2009). کارهای مولکولی متعددی جهت تعیین و تشخیص دقیق بیمارگرهای آنتراکنوز توت‌فرنگی انجام شده است به طور مثال می‌توان به مقایسات ایزوآنزیمی (Bonde *et al*. 1991)، تجزیه نواحی DNA ریبوزومی و DNA میتوکندریایی با استفاده از نشانگر چند شکلی طولی قطعات برشی (Restriction fragment length polymorphisms)، تجزیه DNA ژنومی با انگشت نگاری دی‌ان‌ای چندشکل فزون‌سازی شده تصادفی (Random amplified polymorphic DNA) (Sreenivasaprasad *et al*. 1992, 1993)، استفاده از واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز با آغازگرهای تصادفی (arbitrarily primed polymerase chain reaction) (Freeman & Katan 1997)، مطالعه ایزوآنزیم‌های استیل و پروپیونیل استراز (Acetyl and propionyl esterase isoenzymes) (Buddie *et al*. 1999)، توالی یابی ناحیه فاصله‌ی ترانویسی شده‌ی داخلی دی‌ان‌ای ریبوزومی (internal transcribed spacers (ITS-rDNA)) (Martinez-Culebras *et al*. 2003) و اعمال آنزیم برشی *Mvn*I در ناحیه 5.8S-ITS برای تمایز دو گونه *C. fragariae* و *C. gloeosporioides* اشاره کرد (Xie *et al*. 2010). اما با توجه به اینکه بعضی از گونه‌های بیماریزای گیاهی در جنس *Colletotrichum* همچون گونه‌های عامل آنتراکنوز توت‌فرنگی مجموعه‌ای از گونه‌های غیر قابل تفکیک از نظر ویژگی‌های ریخت‌شناسی می‌باشند، روش‌های مولکولی ذکر شده فوق در تفکیک و تشخیص گونه‌های پنهان (cryptic species) در جنس *Colletotrichum* کارآیی لازم را ندارند. امروزه تبارزایی چند ژنی بیشترین کارایی را در تفکیک گونه‌های جنس *Colletotrichum* دارد زیرا آرایه‌بندی طبیعی گونه و زیر گونه‌های جنس را منعکس می‌کند (Cai *et al*. 2009).

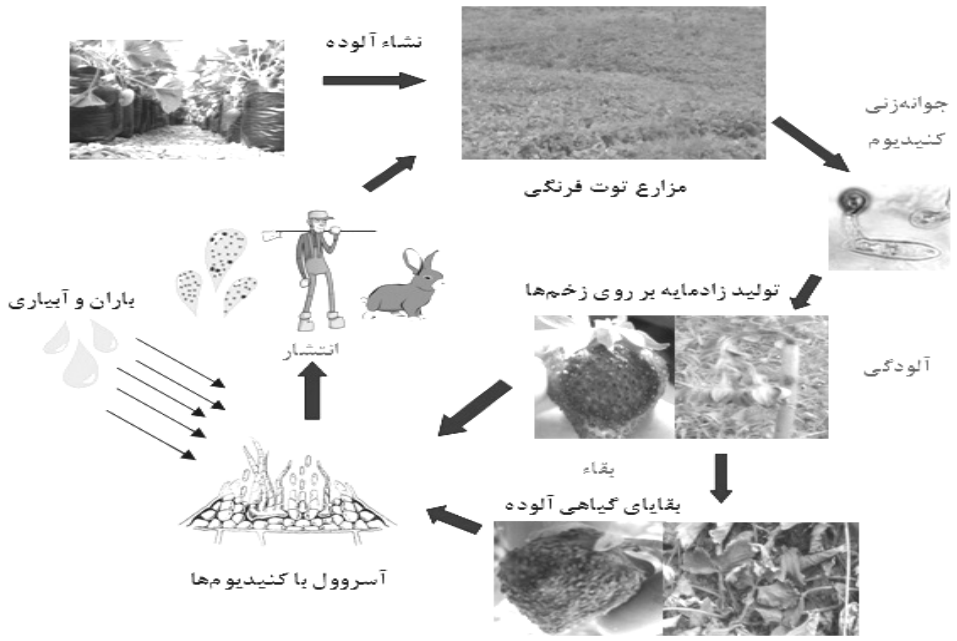
۳- نشانه‌ها و چرخه بیماری

پوسیدگی طوقه آنتراکنوزی که توسط گونه‌های *C. gloeosporioides* و *C. fragariae* ایجاد می‌گردد با پژمردگی جوان‌ترین برگ‌ها در گرم‌ترین ساعت‌های روز تظاهر می‌یابد. مدت کوتاهی بعد از تداوم پژمردگی گیاه، تغییر رنگی به شکل قرمز در درون بافت طوقه مشاهده می‌شود و چند روز بعد از مرگ گیاه نیز بافت طوقه به‌صورت رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه تغییر رنگ می‌دهد. گونه *C. acutatum* نیز عارضه مرگ طوقه را موجب می‌شود اما معمولاً یک طرف طوقه به جای تمام طوقه آلوده شده و گیاهان آلوده کوتوله شده اما نمی‌میرند. هر سه گونه باعث لکه برگی هم می‌شوند اما در گونه‌های *C. gloeosporioides* و *C. fragariae* لکه‌ها به‌صورت خاکستری تا سیاه روشن دیده می‌شوند و معمولاً به‌صورت نکروتیک نیستند اما در گونه *C. acutatum* لکه‌ها معمولاً به‌صورت نامنظم و نشانه اولیه آن ظهور زخم‌های سیاه نکروتیک در رأس برگچه‌ها می‌باشد. میوه‌های سبز آلوده به جای رسیدن اغلب سفت، قهوه‌ای و مومیایی شکل می‌شوند(شکل ۱). زخم‌های آنتراکنوز روی میوه‌های رسیده نیز به صورت سفت، تاحدودی آب گزیده و با اووز اسپوری صورتی تا نارنجی رنگ پوشیده شده‌اند. *C. acutatum* زخم‌های ریشه را نیز موجب می‌شود (Smith 2008).

منبع اولیه زادمایه در بیشتر مزارع توت‌فرنگی یکساله نشاهای آلوده می‌باشند مخصوصاً برای زادمایه *C. fragariae* زیرا در طول تابستان در خاک توانایی بقاء ندارد و دارای دامنه میزبانی محدود می‌باشد. به هر حال



شکل ۱- A-D: نشانه‌های بیماری آنتراکنوز روی شاخه، برگ و میوه توت‌فرنگی.



شکل ۲- چرخه بیمارگر *Colletotrichum acutatum* عامل آنتراکنوز توت‌فرنگی

نشاهای آلوده و خاک‌های آلوده همراه آن‌ها از جمله منابع اولیه زادمایه بیمارگر می‌باشند. در مزارع چندساله، قارچ ممکن است در بوته‌های بیمار و یا بقایای گیاهی باقی مانده و زادمایه لازم را برای فصل میوه‌دهی بعدی فراهم کند. کنیدیوم‌ها به فراوانی روی ساقه‌های رونده، دمبرگ و زخم‌های روی میوه در مزرعه تولید شده و از طریق ضربات قطرات باران و یا جابه‌جایی کارگرها، ابزارآلات و حیوانات در مزرعه انتشار می‌یابند (شکل ۲). انتشار بیماری در هوای سرد و خشک کمتر صورت می‌گیرد اما تحت شرایط آب و هوای بارانی و گرم این فرآیند سریع‌تر می‌باشد.

۴- برهمکنش عامل بیماری با میزبان

مراحل اولیه هجوم گونه‌های ایجاد کننده آنتراکنوز توت‌فرنگی شامل چسبیدن کنیدیوم‌ها به سطح میزبان، جوانه‌زنی کنیدیوم، تولید لوله تندش و نفوذ به داخل کوتیکول گیاه از طریق چنگک شبیه هم می‌باشد (Curry *et al*. 2002). جوانه‌زنی آن‌ها ۱۶ ساعت بعد از استقرار زادمایه بیمارگر روی بافت گیاه صورت می‌پذیرد به صورتی که لوله‌های تندشی از یک انتها یا در دو انتهای کنیدیوم ایجاد می‌گردند. شکل‌گیری چنگک نیز ۲۰ ساعت بعد از استقرار زادمایه دیده می‌شود. توسعه چنگک با تورم رأس لوله تندش شروع می‌شود که در ابتدا به رنگ روشن بوده اما ۲۴ ساعت بعد به طور کامل رنگدانه‌ای می‌شوند. روزنه‌های گرد کوچکی روی چنگک دیده می‌شود که از طریق

آن‌ها میخ رخنه توسعه می‌یابد. چنگک غالباً روی دیواره‌های‌بافت نافراپوش (anticlinal walls) میزبان اما گاهی اوقات نیز روی دیواره‌های بافت ناهمسانی فراپوش (periclinal walls) و نزدیک روزنه توسعه می‌یابد (Curry *et al*. 2002). بعد از نفوذ، آلودگی به دو صورت مشاهده می‌شود: (۱) زیواپرور درون سلولی که در این نوع آلودگی بیمارگر سلول‌های زنده اپیدرم را برای مدت کوتاهی (یک مزیت تغذیه‌ای) مورد هجوم قرار داده و وزیکول‌ها یا ریسه‌های متورم را درون آن‌ها تشکیل می‌دهد (۲) مرده‌پرور زیرکوتیکولی داخلی، جایی که نفوذ کوتیکولی بیمارگر همراه با تکثیر ریسه‌ای در دیواره سلول‌های کوتیکول، اپیدرم و زیر اپیدرمی بوده و قبل از نفوذ به سلول‌ها، آن‌ها را می‌کشد اما به درون مجرای سلولی (lumen) در دمبرگ‌ها و برگ‌ها نفوذ نمی‌کند (Leandro *et al*. 2001). هجوم به بافت آوندی و تشکیل آسروول همزمان با هم صورت می‌پذیرد. توسعه آسروول با توسعه یک استروما در کوتیکول سلول‌های اپیدرمی آغاز می‌شود. آسروول‌های بالغ از طریق شکستن کوتیکول آزاد شده و سرانجام کنیدیوم‌ها را تولید می‌کند (Curry *et al*. 2000).

۵- روش مدیریت بیماری

۵-۱- مبارزه زراعی

پوسیدگی میوه‌ای آنتراکنوزی زمانی که شرایط محیطی در زمان کشت برای آلودگی مساعد باشد بسیار مشکل‌ساز است بنابراین روش‌های مبارزه باید از زمان کاشت آغاز شوند به صورتی که سطح زادمایه و گسترش بیمارگر در مزرعه کاهش یابد (Mass 1992). همچنین از آنجایی که تولید نشاهای سالم به دلیل پراکندگی وسیع بیمارگر در اکثر مناطق بسیار مشکل است استقرار خزانه‌ها باید دور از مزراع بزرگ توت‌فرنگی باشد (McInnes *et al*. 1992)، به علاوه در صورت وجود یک روش دقیق و سریع برای تشخیص بیمارگر در مناطق عاری از بیماری، می‌توان با استفاده از قوانین قرنطینه واردات نشاهای آلوده را محدود کرد (Mass 1992). به علت اثبات آلوده شدن ۳۵ گونه علف هرز غالب مزارع توت‌فرنگی با *C. acutatum* (Berrie & Burgess 2003) توصیه می‌شود در صورت امکان استقرار مزارع در مکان‌های عاری از علف‌هرز صورت گیرد و مبارزه با علف‌های هرز به طور مداوم در طول فصل زراعی انجام شود. تأثیر مالچ‌های آلی همچون کاه‌وکلش و سوزنی‌برگ‌ها برخلاف مالچ‌های پلاستیکی در زمانی که آبیاری بارانی در مزرعه اعمال می‌شود در کاهش وقوع و شدت بیماری بسیار موثر گزارش شده است.

همچنین آبیاری قطره‌ای مناسب‌ترین نوع آبیاری در کاهش بیماری آنتراکنوز عنوان شده است (Coelho *et al*. 2008, Smith 2013). در قیاس با کلسیم و فسفر سطوح بالای نیتروژن و پتاسیم در مزرعه باعث افزایش بیماری می‌شود، مخصوصاً نیتروژن در خاک که برای توسعه آنتراکنوز بسیار مساعد است (Mass 1992, Nam *et al*. 2006). به علاوه کاربرد کلریدکلسیم روی شاخ و برگ نسبت به کاربرد آن در خاک در کاهش پوسیدگی میوه در اثر آنتراکنوز موثرتر می‌باشد (Smith & Gupton 1992). جهت کاهش زادمایه بیمارگر، اندام‌های آلوده گیاهی بخصوص میوه‌های پوسیده در زمان برداشت باید سریعاً در مزرعه منهدم شوند (Mass 1992).

۵-۲-مبارزه زیستی

در اولین تلاش، کارآیی *Trichoderma* sp. در مبارزه با بیمارگرهای *B. cinerea* و *C. acutatum* گزارش گردید (Freeman *et al*. 2001) و در ارزیابی چهار سویه تجارتی *T.harzianum* T-39، *T. hamatum* T-105، *T. longibrachiatum* T-166، *T. atroviride* T-161 در غلظت‌های مختلف (۴ و ۸ درصد)، کاربرد در زمان‌های مختلف و به‌صورت ترکیبی در مبارزه با پوسیدگی خاکستری و آنتراکنوز توت‌فرنگی مشخص گردید که غلظت ۸ درصد آنتاگونیست‌ها به صورت تنها و یا ترکیبی نسبت به تیمارهای بررسی شده در غلظت ۴ درصد بهتر عمل می‌کند (Freeman *et al*. 2004). همچنین در مطالعه‌ای مشخص شد که جدایه غیر بیماریزای *C. fragaria* (F7) جدا شده از گیاه توت‌فرنگی در تعامل مستقیم با جدایه بیمارگر *C. acutatum* (M11) در آزمایشگاه توانایی بازدارندگی از خود نشان نمی‌دهد اما در شرایط گلخانه میزان وقوع و شدت بیماری آنتراکنوز مخصوصاً در زمان مایه‌زنی زودتر سویه غیر بیماری‌زا، به خوبی کاهش پیدا کرد (Salazar *et al*. 2007). ارزیابی باکتری اندوفیت ریشه توت‌فرنگی سویه *Azospirillum brasilense* REC3 بازدارندگی قابل توجهی در مقابل بیماری آنتراکنوز ایجاد کرد و با گذشت زمان در مقایسه با گیاهان شاهد میزان بازدارندگی افزایش پیدا کرد (Tortora *et al*. 2012). در مطالعه دیگری کارآیی کنترل زیستی *Bacillus amyloliquefaciens* S13-3 در مقابل بیمارگر *C. gloeosporioides* در گیاهان انگور و توت‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که عامل آنتاگونیست به طور فزآینده‌ای شدت بیماری را کاهش می‌دهد و توان بازدارندگی عامل آنتاگونیست را به تولید ایتورین آ (iturin A) نسبت دادند (Mochizuki *et al*. 2012). با توجه به کنترل نسبی عوامل بیوکنترل بهتر است در راستای تحقق مدیریت پایدار و افزایش راندمان

آنتاگونیست‌های بالقوه، عوامل بیوکنترل در غلظت‌های مناسب و در تلفیق با سایر روش‌های دیگر کنترل بکار گرفته شوند.

۵-۳-مبارزه شیمیایی

مبارزه شیمیایی بیماری‌های توت‌فرنگی دشوار می‌باشد زیرا بسیاری از قارچ‌کش‌ها به مرور زمان کارآیی خود را روی توت‌فرنگی از دست می‌دهند و بسیاری از بیمارگرها نسبت به آن‌ها مقاوم می‌شوند. به عنوان مثال، بنومیل در ابتدا به طور گسترده برای مبارزه با بیماری آنتراکنوز به کار برده شد اما بعد از چند سال تأثیر خود را از دست داد به صورتی که جدایه‌های *C. acutatum* و *C. fragariae* نسبت به بنومیل غیر حساس شدند (Wedge *et al*. 2007). همچنین مقاومت جدایه‌های *C. gloeosporioides* نسبت به قارچ‌کش‌های استروبیلورینی (آزوکسی استروبین و کرزوکسیم متیل) از چین گزارش شده است (Inada *et al*. 2007). البته امروزه برچسب‌هایی روی قارچ‌کش‌ها موضوع مقاوم شدن بیمارگر به قارچ‌کش‌ها را با محدود کردن دفعات سم‌پاشی و میزان مصرف کلی آن در یک فصل زراعی گوشزد می‌کنند به طور مثال کاربرد قارچ‌کش‌هایی همچون آزوکسی استروبین(azoxystrobin) با نام تجارتی آبوند(Abound)، پیراکلواستروبین(pyraclostrobin) با نام تجارتی کابریو (Cabrio) و پیراکلواستروبین و باسکالید (pyraclostrobin and boscalid) با نام تجارتی پریستین (Pristine) به چهار تا پنج بار در فصل زراعی محدود می‌شود به صورتی که بیشتر از دو بار پشت سر هم استفاده نشوند و قارچ‌کش بعدی باید دارای نقطه اثر متفاوت باشد (Smith 2013). در یک پژوهش سه ساله نیز در مزرعه کاربرد سه قارچ‌کش کاربندازیم (carbendazim)، بیترتانول (bitertanole) و تیابندازول (thiabendazole) در کاهش معنی‌دار وقوع بیماری آنتراکنوز مثبت ارزیابی شده‌اند (Munoz 2002). همچنین در طی دو سال آزمایش مزرعه‌ای و گلخانه‌ای دو قارچ‌کش پروکلراز-منگنز (prochloraz-Mn) و پروکلراز-روی (prochloraz-Zn) به‌صورت جداگانه و ترکیبی، به عنوان دو قارچ‌کش مناسب جهت کاهش میزان مرگ و میر بوته‌ها گزارش شده‌اند (Freeman *et al*. 1997). در مزرعه‌ای که سابقه آنتراکنوز وجود دارد در اوایل فصل و زمانی که شرایط برای بیماری مساعد نیست استفاده از قارچ‌کش‌های حفاظتی همچون کاپتان توصیه می‌گردد، پس از آن در صورت مشاهده نشانه‌های بیماری، استفاده از یک قارچ‌کش استروبیلورینی (آبوند یا کابریو) همراه با یک قارچ‌کش حفاظتی معمول توصیه می‌شود، در طول دوره گلدهی قارچ‌کش‌هایی همچون کاپت

ایویت[CaptEvate (captan + fenhexamid)]، پریستین [Pristine(boscalid + pyraclostrobin)] و یا سویچ [Switch (cyprodinil + fludioxonil)] علیه بیماری آنتراکنوز و پوسیدگی خاکستری قابل توصیه هستند (Smith 2013). زمان و میزان دفعات سمپاشی و نوع قارچ‌کش را با توجه به طول دوره خیسی برگ (رطوبت بالای ۹۵٪) و میزان دما تعیین می‌شود به صورتی که دمای بهینه برای وقوع بیماری بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد بعد از یک دوره ۱۳ ساعته خیسی برگ‌ها است (Wilson *et al*. 1990). در حالت کلی کاربرد سموم شیمیایی روی میوه محصولاتی، مانند توت‌فرنگی که به صورت تازه مصرف می‌شوند ممنوع است و در صورت لزوم بهتر است سموم شیمیایی قبل از رسیدن میوه‌ها و با توجه به دوره کارنس سم، به طوری که باقیمانده‌ای از آنها در محصول باقی نماند، استفاده شوند و در آخر توصیه می گردد تا حد ممکن جهت مدیریت این بیماری از سایر روش‌های مبارزه، تا این روش، استفاده گردد.

۵-۴-استفاده از ارقام مقاوم

شناسایی و کاشت ارقام مقاوم کارآمدترین و عملی‌ترین روش برای محدود کردن و جلوگیری از شیوع بیماری آنتراکنوز توت‌فرنگی است(Denoyes-Rothan *et al*. 1999). گونه *C. frgariae* نسبت به دو گونه دیگر دارای دامنه میزبانی محدودتری بوده اما مشخص شده است که مقاومت گیاهان بعد از مایه‌زنی به این بیمارگر تحت تأثیر شرایط محیطی است، به صورتی که گیاهان مایه‌زنی شده در درجه حرارت بالا (۳۵ درجه سانتی‌گراد) برای مدت ۴۸ ساعت در رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد شدت بیماری بیشتری را نسبت به زمانی که در دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه نگهداری می‌شوند نشان می‌دهند (Smith & Black 1987). دو گونه *C. acutatum* و *C. gloeosporioides* دارای دامنه میزبانی وسیع‌تری بوده و به علت وجود جدایه‌های منفرد در داخل جمعیت این بیمارگرها از لحاظ بیماریزایی روی ژنوتیپ‌های گیاه توت‌فرنگی (Smith & Black 1990)، ایجاد ارقام مقاوم و پایداری این ارقام چالش‌زا خواهد بود. تنها ژنوتیپی که هم به پوسیدگی طوقه و پوسیدگی میوه مقاوم گزارش شده است رقم پلیکان (pelican) می‌باشد (Smith *et al*. 1998). همچنین ارقام مقاومی همچون Sweet charlie، Florida radiance و Florida elyana میزان پوسیدگی میوه کمتری از خود نشان می‌دهند که البته این فرآیند به نبود تنوع ژنتیکی در داخل جمعیت‌های *C. acutatum* نسبت داده شده است، به هر حال به نظر می‌رسد زمانی که ارقام نیمه حساس یا حتی حساس کشت

می‌شوند یک تا دو نوبت استفاده از قارچ‌کش‌های رایج اغلب برای پیشگیری از شیوع بیماری اجتناب ناپذیر باشد (Smith 2013).

نتیجه

بیماری مخرب آنتراکنوز توت‌فرنگی اخیراً در بعضی مناطق کشت و پرورش این محصول در ایران شیوع یافته است. این بیماری را می‌توان با تلفیقی از روش‌های زراعی، شیمیایی، زیستی و کاشت ارقام مقاوم، مدیریت کرد.

منابع **References**

۱. ایوبی ن. و سلیمانی ج. س. ۱۳۹۲. وقوع بیماری آنتراکنوز ناشی از *Colletotrichum acutatum* در کردستان. خلاصه مقالات اولین کنگره قارچ‌شناسی ایران، گیلان، ایران، ص ۹۷.

2. Arzanlou M. & Torbati M. 2013. Phenotypic and molecular characterization of *Colletotrichum acutatum*, the casual agent of anthracnose disease on *Cornus mas* in Iran. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 46(7):518–525.
3. Arzanlou M., Bakhshi M., Karimi K. & Torbati M. 2015. Multigene phylogeny reveals three new records of *Colletotrichum* spp. and several new host records for the mycobiota of Iran. *Journal of Plant Protection Research* 55(2):198-211.
4. Berrie A. M. & Burgess C. M. 2003. A review of research on epidemiology and control of blackspot of strawberry (*Colletotrichum acutatu*m) with special reference to weeds as alternative hosts. *International Organization for Biological Control /West Palaearctic Regional Section Bulletin* 26(2):163-168.
5. Bonde M. R., Peterson G. C. & Maas G. L. 1991. Isozyme comparisons for identification of *Colletotrichum* spp. pathogenic to strawberry. *Phytopathology* 81:1523-1528.
6. Buddie A. G., Martínez-Culebras P., Bridge P. D., García M. D., Querol A., Cannon P. F. & Monte E. 1999. Molecular characterization of *Colletotrichum* strains derived from strawberry. *Mycological Research* 103:385-394.
7. Cai L., Hyde K. D., Taylor P. W. J., Weir B. S., Waller J., Abang M. M., Zhang J. Z., Yang Y. L., Phoulivong S., Liu Z. Y., Prihastuti H., Shivas R. G., McKenzie E. H. C. & Johnston P. R. 2009. A polyphasic approach for studying *Colletotrichum*. *Fungal Diversity* 39:183-204.
8. Coelho M. V. S., Palma F. R. & Café-Filho A. C. 2008. Management of strawberry anthracnose by choice of irrigation system, mulching material and host resistance. *International Journal of Pest Management* 54:347-354.

9. Curry K. J., Abril M., Avant J. B. & Smith B. J. 2002. Strawberry anthracnose: histopathology of *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum fragariae*. *Phytopathology* 92:1055-1063.
10. Damm U., Cannon P. F., Woudenberg J. H. C. & Crous P. W. 2012. The *Colletotrichum acutatum* species complex. *Studies in Mycology* 73:37–113.
11. Dean R., Van Kan J. A., Pretorius Z. A., Hammond-Kosack K. E., Di Pietro A., Spanu P. D., Rudd J. J., Dickman M., Kahmann R., Ellis J. & Foster G. D. 2012. The Top 10 fungal pathogens inmolecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology* 13:414-430.
12. Denoyes B. & Baudry A. 1995. Species identification and pathogenicity study of French *Colletotrichum* strains isolated from strawberry using morphological and cultural characteristics. *Phytopathology* 85:53-57.
13. Denoyes-Rothan B., Lafargue M., Guerin G. & Clerjeau M. 1999. Fruit resistance to *Colletotrichum acutatum* in strawberries. *Plant Disease* 83:549-553.
14. Freeman S. & Katan T. 1997. Identification of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose and root necrosis of strawberry in Israel. *Phytopathology* 87:516-521.
15. Freeman S., Barbul O., Rav D. D., Nitzani Y., Zveibil A. & Elad Y. 2001. *Trichoderma* spp. for biocontrol of *Colletotrichum acutatum* and *Botrytis cinerea* in strawberry. *International Organization for Biological Control /West Palaearctic Regional Section Bulletin* 24:147-150.
16. Freeman S., Minz D., Kolesnik I., Barbul O., Zveibil A., Maymon M., Nitzani Y., Kirshner B., Rav-David D., Bilu A., Dag A., Shafir S. & Elad Y. 2004. *Trichoderma* biocontrol of *Colletotrichum acutatum* and *Botrytis cinerea* and survival in strawberry. *European Journal of Plant Pathology* 110:361-370.
17. Freeman S., Nizani Y., Dotan S., Even S. & Sando T. 1997. Control of *Colletotrichum acutatum* in strawberry under laboratory, greenhouse, and field conditions. *Plant Disease* 81:749-752
18. Freeman S., Shalev Z. & J. Katan. 2002. Survival in soil of *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* pathogenic on strawberry. *Plant Disease* 86:965-970.
19. Howard C. M. & Albregts E. E. 1984. Anthracnose of strawberry fruit caused by *Glomerella cingulata* in Florida. *Plant Disease* 68:824-825.
20. Howard C. M., Maas J. L., Chandler C. K. & Albregts E. E. 1992. Anthracnose of strawberry caused by the *Colletotrichum* complex in Florida. *Plant Disease* 76:976-981.
21. Hyde K. D., Cai L., McKenzie E. H. C., Yang Y. L., Zhang J. Z. & Prihastuti H. 2009. *Colletotrichum*: a catalogue of confusion. *Fungal Diversity* 39:1-17.

22. Inada M., Ishii H., Chung W. H., Yamada T., Yamaguchi J. & Furuta A. 2008. Occurrence of strobilurin-resistant strains of *Colletotrichum gloeosporioides* (*Glomerella cingulata*), the causal fungus of strawberry anthracnose. *Japanese Journal of Phytopathology* 74:114-117.
23. Leandro L. F. S., Gleason M. L., Nutter F. W., Jr., Wegulo S. N. & Dixon P. M. 2001. Germination and sporulation of *Colletotrichum acutatum* on symptomless strawberry leaves. *Phytopathology* 91:659-664.
24. Maas J. L. 1992. Compendium of strawberry diseases. 2nd ed. American Phytopathological Society Publisher. USA. 31p.
25. MacKenzie S. J., Peres N. A., Barquero M. P., Arauz L. F. & Timmer L. W. 2009. Host range and genetic relatedness of *Colletotrichum acutatum* isolates from fruit crops and leather leaf fern in Florida. *Phytopathology* 99:620-631.
26. Martinez-Culebras P. V., Querol A., Suarez-Fernandez M. B., Garcia-Lopez M. D. & Barrio E. 2003. Phylogenetic relationships among *Colletotrichum* pathogens of strawberryand design of PCR primers for their identification. *Journal of Phytopathology* 151:135-143.
27. McInnes T. B., Black L. L. & Gatti J. M. 1992. Disease-free plants for management of strawberry anthracnose crown rot. *Plant Disease* 76:260-264.
28. Mochizuki M., Yamamoto Sh., Aoki Y. & Suzuki S. 2012. Isolation and characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* S13-3 as a biological control agent for anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Biocontrol Science and Technology* 22:697-709.
29. Munoz F. R. 2002. Effect of different fungicides in the control of *Colletotrichum acutatum*, causal agent of anthracnose crown rot in strawberry plants. *Crop Protection* 21:11-15.
30. Nam M. H., Jeong S. K., LeeY. S., Choi J. M. & Kim H. G. 2006. Effects of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium nutrition on strawberry anthracnose. *Plant Pathology* 55:246-249.
31. Photita W., Taylor P. W. J., Ford R., Hyde K. D. & Lumyong S. 2005. Morphological and molecular characterization of *Colletotrichum* species from herbaceous plants in Thailand. *Fungal Diversity* 18:117-133.
32. Salazar S. M., Castagnaro A. P., Arias M. E., Chalfoun N., Tonello U. & Dı´az Ricci J. C. 2007. Induction of a defense response in strawberry mediated by an avirulent strain of *Colletotrichum. European Journal of Plant Pathology* 117:109-122.
33. Smith B. J. & Black L. L. 1986. First report of *Colletotrichum acutatum* on strawberry in the United States. *Plant Disease* 70:1074-1074.
34. Smith B. J. & Black L. L. 1987. Resistance of strawberry plants to *Colletotrichum fragariae* affected by environmental conditions. *Plant Disease* 71:834-837.

35. Smith B. J. & Black L. L. 1990. Morphological, cultural, and pathogenic variation among *Colletotrichum* species isolated from strawberry. *Plant Disease* 74:69-76.
36. Smith B. J. & Gupton C. L. 1992. Calcium applications before harvest affects the severity o f anthracnose fruit rot greenhouse-grown strawberries. *In II International Strawberry Symposium* 348:477-482.
37. Smith B. J. 2008. Epidemiology and pathology of strawberry anthracnose: a North American perspective. *Hortscienc*e 43:69-73.
38. Smith B. J. 2013. Strawberry Anthracnose: Progress toward control through science. *International journal of fruit science* 13:91-102.
39. Smith B. J., Gupton C. L., Galletta G. J., Maas J. L., Enns J. M., Ballington J. R., Constantin R. J., Divittorio T. J. & Himelrick D. 1998. 'Pelican' strawberry. *HortScience* 33:1082-1084.
40. Sreenivasaprasad S. & Talhinhas P. 2005. Genotypic and phenotypic diversity in *Colletotrichum acutatum*, a cosmopolitan pathogen causing anthracnose on a wide range ofhosts. *Molecular Plant Pathology* 6:361-378.
41. Sreenivasaprasad S., Brown A. E. & Mills P. R. 1992. DNA sequence variation and interrelationships among *Colletotrichum* species causing strawberry anthracnose. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 41:265-281.
42. Sreenivasaprasad S., Brown A. E. & Mills P. R. 1993. Coffee berry disease pathogen in Africa: genetic structure and relationship to the group species *Colletotrichum gloeosporioides*. *Mycological Research* 97:995-1000.
43. Tortora M. L., Díaz-Ricci J. C. & Pedraza R. O. 2011. Protection of strawberry plants (*Fragaria ananassa* Duch.) against anthracnose disease induced by *Azospirillum brasilense. Plant Soil* 356:279-290.
44. Wedge D. E., Smith B. J., Quebedeaux J. P. & Constantin R. J. 2007. Fungicide management strategies for control of straw berry fruit rot diseases in Louisiana and Mississippi. *Crop Protection* 26:1449-1458.
45. Weir B. S., Johnston P. R. & Damm U. 2012. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. *Studies in Mycology* 73:115-180.
46. Wilson L. L., Madden L. V. & Ellis M. A. 1990. Influence of temperature and wetness duration on infection of immature and mature strawberry fruit by *Colletotrichum acutatum*. *Phytopathology* 80:111-116.
47. Xie L., Zhang J., Wan Y. & Hu D. 2010. Identification of *Colletotrichum* spp. isolated from strawberry in Zhejiang Province and Shanghai city, China. *Journal of Zhejiang University-Science B* (*Biomedicine and Biotechnology*) 11:61-70.

Strawberry Anthracnose Disease

KEIVAN KARIMI, ASADOLLAH BABAI-AHARI & MAHDI ARZANLOU *

Ph.D Student, Professor & Associate Professor of Plant Pathology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

(*Corresponding author, E.mail: arzanlou@tabrizu.ac.ir)

Received: 2015.02.14 Accepted: 2015.08.30

Karimi K., Babai-Ahari A. & Arzanlou M. 2015. Strawberry anthracnose disease. *Plant Pathology Science* 4(2):26-40.

Abstract

Anthracnose disease is one of the most destructive diseases of strawberry which caused by *Colletotrichum acutatum, C. gloeosporioides* and *C. fragariae*. *C. acutatum* and *C. gloeosporioides* species complexes possess wider host range. According to the latest multi-gene phylogenetic evaluation, different strains of the causal agent of strawberry anthracnose disease which have been collected from different regions of the world, belong to these two species and are divided into several clusters, related to cryptic species. Despite infecting various parts of the plant, *C. acutatum* is mostly responsible for fruit rot and in comparison with two other species, causes crown rot and is more prevalent and destructive. Dispersal of pathogen inoculums mainly takes place by rain splash and sprinkler irrigation as well as by movement of human beings and animals. Integrated management of this disease is mainly achieved through cultural, chemical, biological and the use of resistant cultivars. Giving the importance of strawberry anthracnose disease in terms of damage rate and its recent incidence in many strawberry growing areas in Iran, different aspects of the disease, including diagnosis of the causal agent, biology and efficient management methods are discussed in the present review.

Key words: Anthracnose, Phylogeny, Strawberry, Biology, Management