نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱، ص. ۳۰۷-۳۰۰

Journal of Plant Protection
Vol. 26, No. 3, Fall 2012, P. 300-307

مقاومت *Erysiphe necator* عامل بیماری سفیدک سطحی مو به آزوکسی استروبین + دیفنکونازول (ارتیوا®) و مقاومت تقاطعی آن با پنکونازول و هگزاکونازول در استان خراسان رضوی

محمد حاجیان شهری[1*]- مجید عباس پور[2] - علی گزنچیان[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۲۰

چکیده

در این تحقیق ۳۷ جدایه تک کنیدی شده (Single-conidial chain) قارچ عامل بیماری سفیدک سطحی انگور *Erysiphe necator* به منظور بررسی وجود مقاومت به قارچکش آزوکسی استروبین + دیفنکونازول (ارتیوا®) و مقاومت تقاطعی با قارچکش‌های پنکونازول و هگزاکونازول که در ایران به ثبت رسیده و برای کنترل بیماری سفیدک سطحی مو به کار میروند، ارزیابی شدند. این جدایه‌ها از سطح موستان‌های سه ناحیه عمده انگورکاری استان شامل نه شهرستان در طی سال ۱۳۸۸ در دو مرحله زمانی از اوایل خرداد ماه تا تیرماه و از اواخر مرداد و اوایل مهر ماه جمع‌آوری شدند. ارزیابی مقاومت این گونه قارچی به قارچکش فوق براساس ۵ غلظت این قارچکش و با روش زیست‌سنجی دیسک‌های برگی (Leaf Disk Bioassay) انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد بیشترین و کمترین مقدار EC_{50} در این سه ناحیه به ترتیب مربوط به جدایه‌های مشهد ۲ (۰/۶۲۲ میلی‌گرم در لیتر) و خلیل آباد ۴ (۰/۱۴۳ میلی‌گرم در لیتر) و میانگین EC_{50} تمامی جدایه ها ۰/۲۷۹ میلی‌گرم در لیتر بود. همچنین وجود مقاومت تقاطعی برای کلیه جدایه های مورد مطالعه در بین این قارچکش‌ها ($P> ۰/۰۵$) معنی دار نبود.

واژه‌های کلیدی: سفیدک سطحی، مو، انگور، قارچکش، مقاومت، DMI و *Uncinula necator*

مقدمه

سطح انگور کاری ایران در سال زراعی ۸۷- ۸۶ حدود ۳۰۲۰۰۰ هکتار، تولید آن برابر ۱/۸ میلیون تن و متوسط عملکرد انگور آبی ایران حدود ۷۹۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد. استان خراسان رضوی با ۱۲/۲ درصد بالاترین میزان تولید انگور در کشور را دارد (۳). بیماری سفیدک سطحی انگور که توسط قارچ *Erysiphe necator* Schwein [Syn. *Uncinula necator* (Shwein) Burrill] بوجود می آید (۱۰) در ایران و استان خراسان رضوی، از مهم‌ترین بیماری‌های این محصول باغی می‌باشد و هر ساله ۵۵ درصد موستانها را مبتلا و میزان خسارت آن بین ۸۰-۲۰ درصد گزارش شده است (۴). امروزه یکی از روش‌های موثر کنترل این بیماری کاربرد قارچ‌کش‌ها می‌باشد و در همین ارتباط گروه‌های مختلفی از قارچ‌کش‌ها برای کنترل این بیماری مورد استفاده قرار می‌گیرند. روش کنترل این بیماری در استان خراسان رضوی عمدتاً بر پایه استفاده از فرمولاسیون‌های گوگرد در مراحل مختلف فنولوژی مو می‌باشد که معمولاً کنترل کامل بیماری را در بر ندارد (۵، ۸). به دلیل محدودیت‌های کاربرد و عدم کنترل کامل گوگرد، آزمایشهایی برای ارزیابی قارچکش‌های جدید و موثرتر برای کنترل این بیماری از حدود بیست سال پیش در کشور آغاز شده است که هم اکنون نیز ادامه دارد و در همین ارتباط قارچکش‌هایی از گروه‌های مختلف شیمیایی مورد آزمون قرار گرفته و برای کنترل این بیماری در کشور ثبت شده‌اند (۸، ۵، ۲، ۱). همچنین تحقیقات در خصوص ارزیابی مقاومت یا حساسیت قارچکش‌های قدیمی و یا جدید به *Erysiphe necator* در ایران و کشورهای دیگر انجام گرفته است (۱۴، ۱۳، ۷).

با توجه به اینکه *E. necator* تولید مثل جنسی و غیرجنسی دارد و شکل زمستان گذران آن در استان خراسان رضوی به شکل کلیستوتسیوم می‌باشد (۶)؛ این گونه قارچی می‌تواند در بین جمعیت‌های خود نژادهای زیادی را تولید کند که احتمالا منجر به ظهور نژادهای مقاوم این قارچ به قارچکش‌ها شود. همچنین وجود مقاومت حتی قبل از کاربرد برخی از گروه هایی از قارچکش‌ها، در بین جمعیت‌های این قارچ دیده شده است (۲۳). قارچکش های استرو

۱، ۲ و ۳- استادیاران مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
(*- نویسنده مسئول: Email: Mhag52570@yahoo.com)

بیلورین تعدادی از قارچ‌کش‌های گروه QO_I هستند که تنفس میتوکندریایی سلول قارچی را از طریق ممانعت از انتقال الکترون به QO_I کمپلکس سایتوکروم bc_1 جلوگیری می کند (۱۵). این قارچ‌کش‌ها اخیراً در ایران برای کنترل بیماری‌های ناشی از عوامل قارچی مولد سفیدک‌های سطحی، ثبت شده و دارای اثر اختصاصی ویژه روی تمامی گروه‌های قارچی آسکومیست، بازیدیومیست و اوومیست هستند و مقاومت گونه‌های قارچی شامل: *Blumeria graminis*، *Plasmopara viticola*، *Mycosphaerella fijiensis*، *Pseudopernospora cubensis*، *Sphaerothera fuliginea* و *Venturia inaequalis*، بعد از یک تا سه فصل از کاربرد نسبت به آزوکسی استروبین دیده شده است (۲۵).

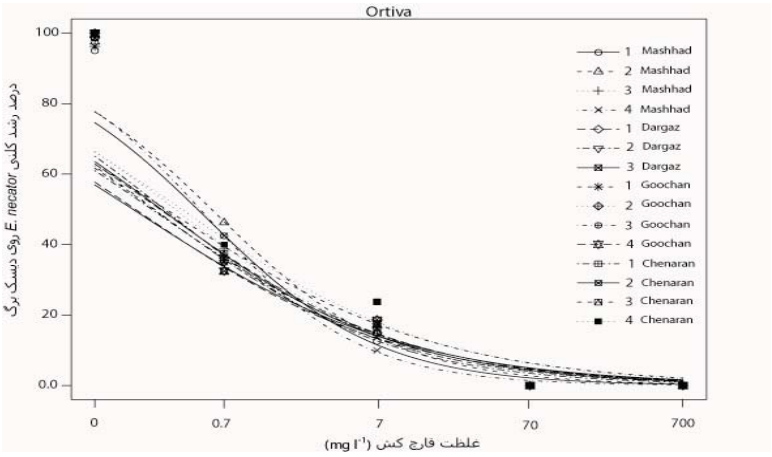
قارچکش های ممانعت کننده سنتز ارگوسترول (Sterol Demethylation Inhibitor) گروهی از قارچ‌کش‌ها می‌باشند که معمولا در تناوب با قارچکش های استروبیلورین استفاده می‌شوند. این قارچ‌کش‌ها از سال ۱۹۹۷ در خارج از کشور (۳۲) و در ایران از سال ۱۳۸۰ برای کنترل برخی بیماری های گیاهی استفاده می شوند (۹). وقوع مقاومت نسبی *E. necator* به قارچکش‌ها در ایران و کشورهای دیگر گزارش شده است (۱۴،۱۳،۷) و مقاومت به قارچکشهای باز دارنده واکنش دمتیلاسیون (DMI) در بین آسکومیستها، در اغلب کشورهای دنیا پس از دو تا سه سال از کاربرد این گروه از قارچ‌کش‌ها نیز دیده شده است (۱۴،۱۳). قارچ کش ارتیوا (آزوکسی استروبین + دیفنکونازول) قارچکشی است که در چند سال اخیر در استانهای خراسان رضوی، اصفهان و آذربایجان شرقی برای کنترل بیماری سفیدک سطحی در کشور مورد آزمایش قرار گرفته است (۸). لذا این تحقیق با هدف بررسی امکان وجود مقاومت جدایه‌های *E. necator* در استان خراسان رضوی به این قارچکش و بررسی وجود مقاومت تقاطعی دو قارچ پنکونازول و هگزاکونازول به آن انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

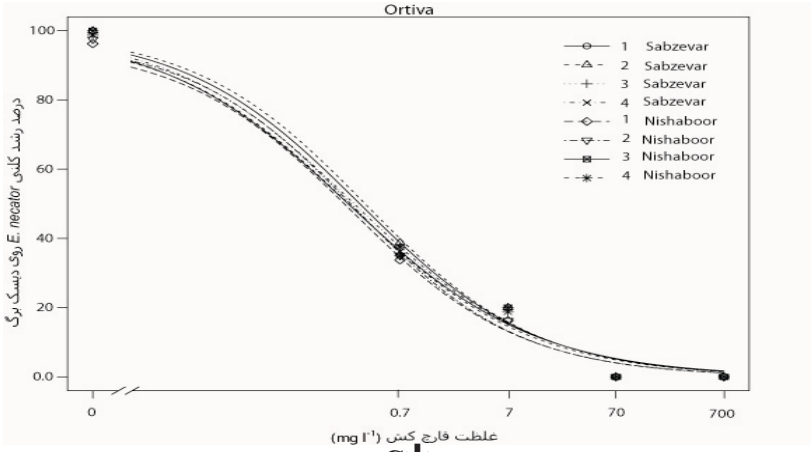
۳۷ جدایه *E. necator* از موستانهای مختلف از سه ناحیه استان شامل ناحیه اول (شهرستان‌های مشهد، چناران، قوچان و درگز)، ناحیه دوم (شهرستان‌های نیشابور و سبزوار) و ناحیه سوم (شهرستان‌های خلیل‌آباد، کاشمر و بردسکن) جمع آوری شدند. بین ۳ تا ۵ جدایه از هر شهرستان بسته به سطح زیر کشت و شرایط آب و هوایی منطقه جمع آوری و اطلاعات مربوط به هر جدایه شامل تاریخ جمع‌آوری، مرحله فنولوژیکی مو و رقم آن ثبت گردید. جمع‌آوری جدایه ها در دو مرحله یک بار در شروع آلودگی (برگها) و بار دوم در اواخر فصل انجام شد. برگها و میوه های آلوده پس از جمع آوری در بین برگهای سالم انگور قرار داده شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. هر جدایه های روی حلقه های برگی جوان رقم عسکری به قطر ۱۰ میلی متر که به مدت ۳۰ ثانیه با اتانول ۵۰ درصد ضد عفونی سطحی شده بودند، تکثیر شدند. برای انجام این عمل یک زنجیره کنیدیومی از هر جدایه، روی حلقه های برگی در شرایط استریل منتقل (۳۱) و سپس این حلقه ها در تشتکهای پتری حاوی آب- آگار ۱/۵ درصد همراه با ۱۰ میلی‌گرم در لیتر ریفامپیسین، ۵ میکروگرم در لیتر پیماریسین و۱۵۰ میلی‌گرم آمپی سیلین در لیتر تعبیه و در شرایط رطوبتی۹۰ درصد و شرایط نوری- تاریکی ۱۲ ساعت و شدت نوری ۱۰۰۰ لوکس (با استفاده از دستگاه لوکس متر هنگر مدل EC1) در دمای ۲۲ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. پس از تشکیل کلنی های *E. necator* بر روی هر حلقه برای ادامه تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند (۲۴).

برای ارزیابی مقاومت جدایه های *E. necator* به قارچکشهای هگزاکونازول و پنکونازول و مخلوط آزوکسی استروبین + دیفنکونازول (ارتیوا)، ابتدا مقادیر دوزهای توصیه شده، از فرمولاسیون تجاری هر کدام از آنها در آب مقطر استریل دو بار تقطیر تهیه گردید(۲۴) سپس ۵ غلظت بر اساس غلظت توصیه شده برای کنترل بیماری سفیدک سطحی مو هگزاکونازول (با نام تجاری انویل، فرمولاسیون Sc ۵ درصد محصول شرکت سینجنتا در غلظت های۳۰۰، ۳۰، ۳، ۰/۳ و صفر)، پنکونازول (با نام تجاری توپاس، فرمولاسیون ۲۰Ew درصد محصول شرکت سینجنتا در غلظت های ۱۲۵، ۱۲/۵، ۱/۲۵، ۰/۱۲۵ و صفر) و مخلوط آزوکسی استروبین + دیفنکونازول (با نام تجاری ارتیوا، فرمولاسیون Sc ۳۲/۵ درصد، محصول شرکت سینجنتا در غلظت های ۷۰۰، ۷۰، ۷، ۰/۷ و صفر) میلی‌گرم در لیتر تهیه گردید. هر غلظت از هر قارچکش به عنوان یک تیمار و دوز صفر به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. سپس این حلقه های برگی با جدایه های تک اسپور شده *E. necator* مربوط به هر شهرستان با انتقال یک زنجیره کنیدی قارچ، تلقیح و در تشتکهای پتری همراه با دو لایه کاغذ صافی استریل قرار داده شدند. چهار حلقه برگی در هر تشتک پتری قرار داده شد که به عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شدند و هر حلقه برگی موجود در یک تشتک پتری به عنوان یک تکرار بود (۱۴) تشتکهای پتری در شرایط ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی و شدت نوری ۱۰۰۰ لوکس و دمای ۲۴ درجه سانتیگراد نگهداری و از روز پنجم میزان رشد کلنی قارچ اندازه گیری شد، ارزیابی میزان رشد عامل بیماریزا تا زمانی ادامه یافت که سطح حلقه های برگی مربوط به تیمار شاهد به طور کامل با رشد قارچ عامل بیماری پوشانده شد و درصد ممانعت از رشد هر قارچکش برای هر جدایه در مقایسه با تیمار شاهد اندازه گیری شد (۳۲) و بر اساس این اطلاعات میزان EC_{50} غلظتهای مختلف این سه قارچکش، بر اساس روش آنالیز رگرسیون غیر خطی و منحنی های دز پاسخ با استفاده از معادله لگاریتم لجستیک (۲۱،۲۲) و نرم افزار R (۲۶ و ۲۸) محاسبه گردیدند.

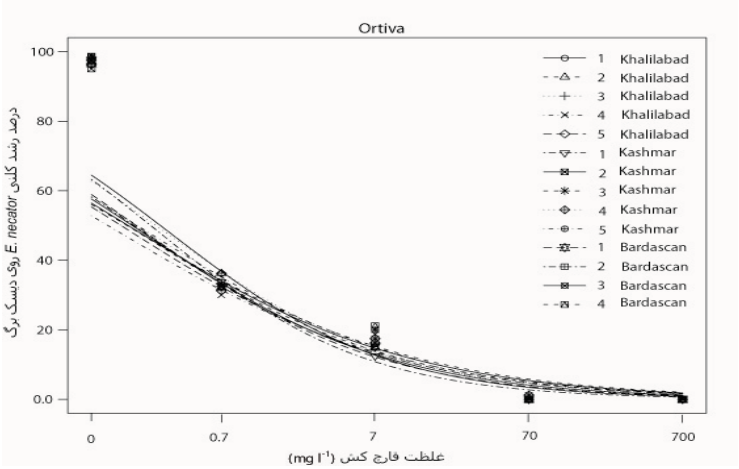
A↓



B↓



C↓



شکل ۱ - منحنی واکنش دوزهای مختلف آزوکسی استروبین + دیفنکونازول در نواحی سه گانه A= ناحیه اول، B= ناحیه دوم و C= ناحیه سوم در برابر *E. necator*

جدول ۱ – مقادیر EC_{50} (میلی‌گرم درمیلی لیتر) آزوکسی استروبین + دیفنکونازول در موارد مختلف به دست آمده از جدایه های *E. necator*

نوع جدایه	میانگین	حداکثر	حداقل
کل جدایه ها	۰/۲۷۹ ±۰/۱	۰/۶۲۲	۰/۱۴۳
جدایه های به دست آمده از مرحله آسکوسپوری قارچ عامل بیماری	۰/۳۰۰ ±۰/۱۱	۰/۶۲۲	۰/۱۸۷
جدایه های به دست آمده از مرحله کنیدیایی قارچ عامل بیماری	۰/۲۶۰ ±۰/۰۹	۰/۵۳۵	۰/۱۴۳
نیشابور و سبزوار	۰/۲۷۳ ±۰/۰۳	۰/۳۳۳	۰/۲۳۲
کاشمر، خلیل آباد و بردسکن	۰/۲۲۲ ±۰/۰۰۸	۰/۳۱۹	۰/۱۴۳
مشهد، چناران، قوچان و درگز	۰/۳۳۴ ±۰/۱۳	۰/۶۲۲	۰/۱۸۲

نتایج

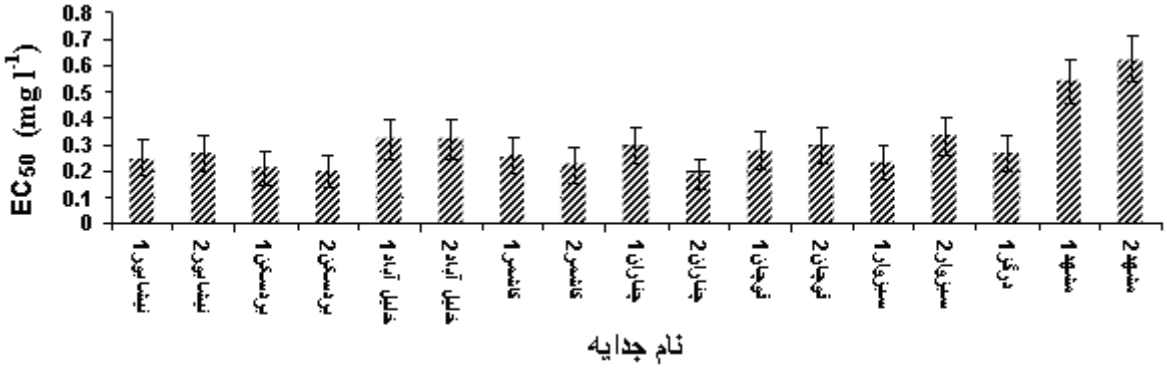
منحنی های دوز پاسخ (Dose Response) مخلوط آزوکسی استروبین + دیفنکونازول در مورد جدایه‌های *E. necator* جمع‌آوری شده از مناطق مختلف در شکل ۱ و مقادیر شاخصهای تغییرات EC_{50} اندازه گیری شده آنها در جدول ۱ درج شده است، همانطور که در این جدول دیده می شود میزان EC_{50} ۳۷ جدایه *E. necator* نسبت به آزوکسی استروبین + دیفنکونازول بین حداقل ۰/۱۴۳ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر ۰/۶۲۲ میلی‌گرم در لیتر متفاوت بود، بیشترین و کمترین مقدار EC_{50} در این سه ناحیه به ترتیب مربوط به جدایه‌های مشهد ۲ (۰/۶۲۲ میلی‌گرم در لیتر) و خلیل آباد ۴ (۰/۱۴۳ میلی‌گرم در لیتر) و میانگین EC_{50} تمامی جدایه‌ها ۰/۲۷۹ میلی‌گرم در لیتر بود.

نتایج شاخص‌های تغییرات میزان EC_{50} قارچکش روی جدایه‌های تولید شده از آسکوسپورهای قارچ عامل بیماری نشان داد که کمترین و بیشترین میزان این شاخص به ترتیب مربوط به جدایه چناران ۲ (۰/۱۸۷ میلی‌گرم در لیتر) و جدایه مشهد ۲ (۰/۶۲۲ میلی‌گرم در لیتر) بود (شکل۲). همچنین در مورد جدایه های تولید شده از کنیدیهای قارچ عامل بیماری کمترین و بیشترین میزان EC_{50} قارچکش به ترتیب مربوط به جدایه خلیل آباد ۴ (۰/۱۴۳ میلی‌گرم در لیتر) و جدایه مشهد ۴ (۰/۵۳۵ میلی‌گرم در لیتر) بود (شکل۳). همچنین میانگین EC_{50} جدایه‌های به دست آمده از مرحله آسکوسپوری قارچ عامل بیماری در مورد این قارچکش از میانگین EC_{50} به دست آمده از مرحله کنیدیابی آن بالاتر بود (جدول ۱).

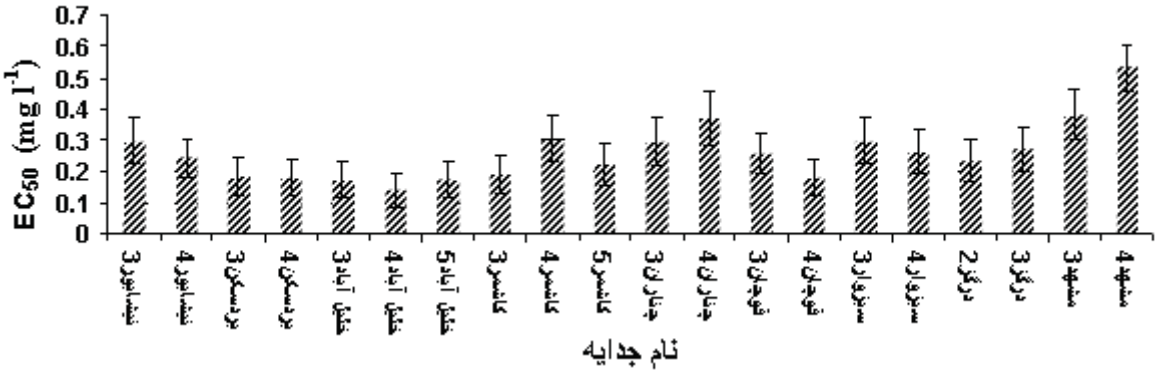
آنالیز رگرسیون مقادیر EC_{50} برای ارتیوا و پنکونازول، پنکونازول و هگزاکونازول و ارتیوا و هگزاکونازول برای تمامی ۳۷ جدایه در جدول۲ دیده می شوند، نتایج به دست آمده نشان داد که مقاومت تقاطعی معنی داری بین این سه قارچکش وجود ندارد.

بحث

در این تحقیق مقاومت آزوکسی استروبین + دیفنکونازول (ارتیوا) به *E. necator* در ۳ منطقه و در بین ۹ شهرستان در استان خراسان رضوی ارزیابی شد، هر چند اطلاعات قابل دسترسی برای ارزیابی میزان حساسیت آن به این قارچکش در این استان وجود نداشت. در استان خراسان رضوی، شیوع بیماری سفیدک سطحی مو به صورت منظم وجود دارد و استفاده از قارچکش‌های مختلف برای کنترل این بیماری متداول می باشد.



شکل۲ – میزان EC_{50} قارچکش آزوکسی استروبین + دیفنکونازول علیه جدایه های مرحله آسکوسپوری *E.necator* جمع آوری شده از مناطق مختلف استان خراسان رضوی



شکل ۳ - میزان EC_{50} قارچکش آزوکسی استروبین + دیفنکونازول علیه جدایه های مرحله کنیدیایی E.necator جمع آوری شده از مناطق مختلف استان خراسان رضوی

جدول ۲- معادله همبستگی، ضرایب همبستگی و حدود اطمینان مقادیر EC_{50} در ارزیابی مقاومت تقاطعی بین سه قارچکش استروبین و دیفنکونازول، پنکونازول و هگزاکونازول

نام قارچکش	معادله همبستگی	ضریب همبستگی(R^2)	مقادیر P
هگزاکونازول × پنکونازول	a=۲/ ۷۳۱+ ۰/۰۶۶× b	-۰/۰۸	۰/۶۳
آزوکسی استروبین + دیفنکونازول × پنکونازول	c=۰/ ۲۸۱+ ۰/۰۵۷ ×b	۰/۱۴	۰/۳۸
آزوکسی استروبین + دیفنکونازول × هگزاکونازول	c=۰/ ۶۱۰+ ۰/۰۵۷ ×a	-۰/۲۳	۰/۱۶

هگزاکونازول= a ، پنکونازول= b و آزوکسی استروبین + دیفنکونازول = c

پس از ثبت قارچ‌کش‌های پنکونازول و هگزاکونازول بر روی انگور، این قارچ‌کش‌ها در سطح وسیعی مورد استفاده قرار گرفت که این موضوع می تواند به تدریج باعث بروز ایجاد مقاومت و توزیع مقاومت در بین جمعیت‌های *E. necator* شده باشد.

میزان EC_{50} ۳۷ جدایه *E. necator* نسبت به آزوکسی استروبین + دیفنکونازول بین حداقل ۰/۱۴۳ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر ۰/۶۲۲ میلی‌گرم در لیتر متفاوت بود، همچنین میانگین EC_{50} جدایه‌های به دست آمده از مرحله آسکوسپوری قارچ عامل بیماری در مورد این قارچکش از میانگین EC_{50} به دست آمده از مرحله کنیدیایی آن بالاتر بود (جدول ۱). این موضوع نشان می‌دهد که مقاومت به این قارچکش، احتمالا می‌تواند در جمعیت آسکوسپورهای زمستان‌گذران قارچ عامل بیماری نگهداری شود زیرا بالاترین میزان EC_{50} (۰/۶۲۲ میلی‌گرم در لیتر) در بین جدایه‌های بدست آمده ناشی از مرحله آسکوسپوری مربوط به شهرستان مشهد (۰/۶۲۲ میلی‌گرم در لیتر) بود. تغییرات زیاد میزان EC_{50} *E. necator* نسبت به آزوکسی استروبین + دیفنکونازول نشان می‌دهد که مقاومت در بین جدایه‌های *E. necator* نسبت به آزوکسی استروبین + دیفنکونازول، در استان خراسان رضوی وجود دارد و احتمال دارد این مقاومت در مناطقی که قارچ به شکل غیرجنسی زمستان‌گذرانی می‌کند نیز جود داشته باشد.

شرایط اقلیمی در نواحی انگورکاری سطح استان که در این تحقیق بررسی شده‌اند ممکن است بتواند علت اختلاف میزان EC_{50} بین جدایه‌های *E. necator* نسبت به آزوکسی استروبین + دیفنکونازول را توضیح دهد. علاوه بر این فاکتورهایی مانند مقاومت جزیی ارقام کشت شده در هر منطقه (شمال، مرکز و شمال غربی استان)، عوارض طبیعی موجود در منطقه و وجود فاصله جغرافیایی، حرکت و جابجایی کنیدی‌های عامل بیماری در بین مناطق و ساختار ژنتیکی جمعیت *E. necator* می توانند در این موضوع نقش داشته باشند زیرا شرایط اقلیمی معمولاً حرکت اینوکولوم عامل بیماری به فواصل دورتر را مساعد می‌کند (۱۶،۲۹). آزوکسی استروبین اولین بار در آمریکا برای کنترل بیماری سفیدک سطحی و دروغی انگور در سال ۱۹۹۷ به ثبت رسید (۳۱،۳۰). در خصوص مکانیزم مقاومت قارچ‌ها در محیط کشت نسبت به ترکیبات استربیلورین‌ها دو مکانیزم اثبات شده است موتاسیون در سایت هدف سایتوکروم bc_1 (۲۰،۱۲،۱۱) و القاء جایگزینی مسیرهای تنفس سلولی (۳۳)، در همین ارتباط به منظور به حداقل رساندن خطر مقاومت به آزوکسی استروبین و ترکیبات این گروه محدودیت تعداد کاربرد درطول فصل برای این ترکیبات در نظر گرفته شده است. در مورد *E. necator* کاربرد قارچ‌کش‌های DMI نیز چنین وضعیتی دارد (۳۲). قارچ‌کش‌های گروه DMI از اوایل سال ۱۹۸۰ در آمریکا به عنوان یک عامل کلیدی کنترل بیماری سفیدک سطحی انگور مورد استفاده بوده‌اند اگر

چه بعد از بروز مقاومت در برخی نقاط دنیا در موستانها نسبت بـه ایـن ترکیبات (۱۳،۱۴) هنوز کنترل کافی بیماری را در بسیاری از کـشورها دارند.

پیشرفت‌های اخیر در تحقیقات مربوط به مقاومت به قارچ‌کش‌هـا در دنیا نیاز به بررسی‌هایی در زمینه ارتباط بین قارچ‌کش‌هـای DMI و استروبیلورین‌ها را مشخص می‌کند. مطالعـه‌ای در ایالـت نیویـورک آمریکـا نـشان داد کـه حـساسیت بـه اسـتروبیلورین و DMI در کنترل *Venturia inaequalis* مستقل از هم نیـستند و در تحقیـق دیگر در مورد تقابل اثر دودین و فناریمول نیز مشخص شد که ارتبـاط مثبت ناخواسـته‌ای بـین حـساسیت بـه ایـن دو قـارچ‌کـش در قـارچ *V. inaequalis* وجود دارد (۱۸،۱۷) و مقاومت تقاطعی می‌تواند بین ترکیبات مختلف قارچ‌کش‌هـا نیـز وجـود داشـته باشـد (۱۸،۱۴،۱۳) و کاهش حساسیت *E. necator* به تریادیمفون در ۱۹۸۵ گزارش و در ۱۹۸۶ و۱۹۹۰ تائید شد (۱۴، ۱۳). مقاومت تقاطعی بین قارچ‌کش‌های DMI نسبت به *E. necator* گزارش شده است (۲۷) اما نتایج ایـن تحقیق براساس تعداد جدایه معدودی به دست آمده اسـت و اخـتلاف بین حساسیت این جدایه ها با قارچ‌کش‌هـای مختلـف DMI چنـدان مـشخص نـشد. امـا نتـایج تحقیـق حاضـر مقاومـت تقـاطعی بـین قارچ‌کش‌های پنکونازول و هگزاکونازول را با استروبین و دیفنکونازول را نشان نداد. از آنجایی که در بخش عمده ای از موسـتانهای اسـتان، حداقل یکی از این سه قارچ‌کـش و عمـدتاً پنکونـازول بـه کـار بـرده مـی‌شـود کـاهش حـساسیت *E. necator* بـه قارچکـشهای DMI ممکن است از طریق فشار انتخاب بین این گروه از قـارچ‌کـش‌هـا بـه وجود آید. در غلظت‌هـای توصـیه شـده تجـاری بـرای ایـن گـروه از قارچ‌کش‌ها بـه نظـر مـی رسـد آزوکـسی اسـتروبین + دیفنکونـازول می‌تواند از ایجاد جدایه های مقاوم در منطقه جلوگیری کنـد، امـا اگـر کنترل بیماری کامل نباشد ممکن است فشار انتخاب باعث حـساسیت کمتر *E. necator* شود. برای کنترل کامل *E. necator* و مدیریت موفق مقاومت به این گروه از قارچکشها، این قارچ‌کش‌هـا بایـستی در غلظتهایی استفاده شوند که منجر به بروز جدایه های مقـاوم در میـان جمعیت‌هـای *E. necator* نـشود (۱۹). اسـتراتژی کـه کنتـرل *V. inaequalis* را همراه با کاهش حساسیت به قـارچ‌کـش فنـاریمول، نشان داد (۱۷،۱۸) در نهایت پوشش کافی و تنـاوب قـارچ‌کـش‌هـای استروبیلورین با قارچ‌کش‌هـای وسـیع الطیـف بایـستی بتوانـد تـأخیر بیشتری در توسعه مقاومت به این گروه از قارچ‌کش‌ها را ایجـاد کنـد. کاربرد بیش از اندازه و استفاده نادرست از یک قارچ‌کش برای حـصول به اهداف کوتاه مدت مانند افـزایش جزیـی محـصول، در بلنـد مـدت بسیار زیان بخش بوده و منجر به از بین رفتن کامـل ارزش و کـارایی آن قارچ کش شده و ممکن است امکان جایگزینی قارچ‌کش دیگـری نیز وجود نداشته باشد، لذا در این زمینه پیشنهادات در جهت جلوگیری از کاهش حساسیت *E. necator* را می توان شامل :

۱- استفاده از قارچ‌کش‌های دارای چند نقطه اثر
۲- یافتن قارچ‌کش‌های دارای مقاومت تقاطعی منفی با یکـدیگر در کنترل *E. necator*
۳- بررسی اختلاط دو قارچکش با فرمولاسیون توام آنهـا کـه دارای اثرات تجمعی بر *E. nceator* داشته باشند
۴- آموزش کـشاورزان از لحـاظ اسـتفاده صـحیح از تکنیـک‌هـای مناسب سمپاشی و میزان کاربرد مناسب قارچ‌کـش‌هـا را لحـاظ کرد.

منابع

۱- اخوت م. ۱۳۷۵. بررسی اثر چند قارچ کش روی سفیدک سطحی مو. دانش کشاورزی مجله علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریـز.۶ (۲-۱) : ۱۲-۱.

۲- ارومچی س. و لورا ک. ۱۳۸۱. مقایسه اثر چند قارچکش در کنترل بیماری سفیدک سطحی مو در اسـتان آذربایجـان غربـی. خلاصـه مقـالات پانزدهمن کنگره گیاهپزشکی ایران . ۱۶-۲۰ شهریور ۱۳۸۱ کرمانشاه.

۳- بی نام ۱۳۸۹. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷. دفترآمـار و فنـاوری اطلاعـات. معاونـت برنامـه ریـزی و اقتـصادی وزارت جهـاد کشاورزی. تهران. ۱۱۴ صفحه.

۴- بهداد ا. ۱۳۶۹. بیماریهای درختان میوه در ایران. چاپخانه نشاط اصفهان ۲۹۸ صفحه.

۵- بهداد ا. فیلسوف ف. و حسن پور ح. ۱۳۷۷. مقایسه اثر چند قارچکش در کنترل بیماری سـفیدک سـطحی انگـور در اسـتان اصـفهان. خلاصـه مقالات سیزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران۱- ۵ شهریور ۱۳۷۷کرج.

۶- حاجیان شهری م.، زاد ج.، شریفی تهرانی ع.، اخوت م. و صفرنژاد ع. ۱۳۸۴. بررسی نقـش کلیستوتـسیوم در زمـستان گـذرانی عامـل بیمـاری سفیدک سطحی مو در استان خراسان .مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان. ۱: ۲۳۸-۲۲۵.

۷- حاجیان شهری م.، مختاریان ع. و گزنچیان ع. ۱۳۸۹. ردیابی نژادهای مقاوم *Uncinula necator* عامل بیماری سفیدک سطحی انگور به برخی قارچکشهایDMI در استان خراسان رضوی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کـشاورزی ۳۸ صـفحه.

منتشر نشده.

۸- کریمی شهری م. ۱۳۸۷. بررسی کارایی چند قارچکش جدید بیماری سفیدک سطحی مو در استان خراسان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ۲۱ صفحه.

۹- نوروزیان مریم. ۱۳۷۸. فهرست سموم مجاز کشور. انتشارات سازمان حفظ نباتات کشور. ۲۳۳ صفحه.

10- Braun U., Cook R.T.A., Inman A.J., and Shin H.D. 2002. The taxonomy of the powdery mildew fungi. Belanger, R. R., *et al.* (Eds). P. 13-55. In: The powdery mildews a comprehensive treatise. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota, U.S.A.

11- Colson A.M., 1993. Random mutant generation and its utility in uncovering structural and functional features of cytochrome b in *Saccharomyces cerevisiae*. Journal of Bio energetic and Biomembranes, 25: 211-220.

12- Dirago J.P., and Colson A.M. 1988. Molecular basis of resistance to myxothiazol, mucidin (Strobilurin A), and stigmatellin. Journal of Biological Chemistry, 263: 12564 -12570.

13- Erickson E.O., and Wilcox W.F. 1997. Distributions of sensivities to three sterol demetylation inhibitor Fungicides among populations of *U. necator* sensitive and resistant to triadimefon. Phytopathology, 87:784-791.

14- Gubler W.D., Ypema H.L., Ouimette D.G., and Bettiga L.J. 1996. Occurrence of resistance in *Uncinula necator* to triadimefon, myclobutanil, and fenarimol in California grapevines. Plant Disease, 80: 902-909.

15- Heany S.P., Hall A.A., Davies S.A., and Olaya G. 2001. Resistance to fungicides in the Q0I-STAR cross resistance group: Current perspective, P. 755-762 In: Brighton Crop Protection Conference-Pests and Disaeses-2000. Vol. 2. Major Print, Nottingham, UK.

16- Hermansen J.E., Torp U., and Prahm L.P. 1978. Studies of Transport of Live Spores of Cereal Mildew and Rust Fungi Across the North Sea. Grana, 17: 41-46.

17- Koller W., and Wilcox W.F. 2000. Interactive effects of dodine and the DMI fungicide fenarimol in the control of apple scab. Plant Disease, 84: 863-870.

18- Koller W., Wilcox F., and Jones A.L. 1999. Quantification, Persistence, and status of dodine resistance in New York and Michigan orchard populations of *Venturia inaequalis*. Plant Disease, 83: 66-70.

19- Koller W. 1995. Managing Resistance to Sterol Demethylation Inhibitors. Pages 340-346 in: Int. Congr. Pestic. Chem. Options 2000, 8th, Conference Proceeding Ser, American Chemical Society, Washington D. C.

20- Kraiczy P., Haase U., Gencic S., Findt S., Anke T., Brandt U., and Von Jagow G. 1996. The molecular basis for the natural resistance of the cytochrome bc_1 complex from strobilurin-producing Basidiomycetes to center Qp inhibitors. European Journal Biochemistry, 235: 54-63.

21- R development core team. 2007. R: language and environment for statistical computing R foundation for statistical. Vienna.

22- R Development Core Team. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org/.

23- Savocchia S., Stummer B., Scott E., and Wicks T. 1999. Detection DMI resistance among population of powdery mildew fungus. The Australian Grape grower and winemaker, 424: 34 -41.

24- Savocchia S., Stummer B., Wicks T., Heeswijck R.V., and Scott E.S. 2004. Reduced sensitivity of *Uncinula necator* to sterol demethylation inhibiting fungicides in southern Australian vineyards. Australian Plant Pathology, 33:465-473.

25- Schepers H.T.A.M. 1985. Changes during a three-year period in the sensitivity to Ergo sterol biosynthesis inhibitors of *Sphaerotheca fuliginea* in the Netherlands. Netherlands Journal Plant Pathology, 91: 105-118.

26- Seefeldt S.S., Jensen J.E., and Fuerst E.P. 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. Weed Technology, 9:218–227.

27- Steva H., and Clerjeau M. 1990. Cross resistance to sterol biosynthesis inhibitor fungicides in strains of *Uncinula necator* isolated in France and Portugal. Meded. Fac. Land bout wet. Rijks University of

Ghent, 55: 983-988.

28- Streibig J.C., Rudemo M., and Jensen J.E. 1993. Dose-response curves and statistical models. P. 29–55 in: J. C. Streibig and P. Kudsk. (Eds). Herbicide Bioassays. London: CRC.

29- Wolfe M.S., and McDermott J.M. 1994. Population genetics of plant pathogen interactions: The example of the *Erysiphe graminis-Hordeum vulgare* pathosystem. Annual Review Phytopathology, 32: 89-113.

30- Wong F.P., and Wilcox W.F. 2000. Distribution of baseline sensitivities to azoxystrobin among isolates of *Plasmopara viticola*. Plant Disease, 84: 275-281.

31- Wong F.P., and Wilcox W.F. 2002. Comparative physical modes of action of azoxystrobin, mancozeb, and metalaxyl against *Plasmopara viticola* (Grapevine downy mildew). Plant Disease, 85: 649-656.

32- Ypema H.L., Ypema A., and Gubler W.D. 1997. Sensitivity of *Uncinula necator* to benomyl, triadimefon myclobataniul and fenarimol in California. Plant Disease, 81:243-247

33- Zheng D., Olaya G., and Koller W. 2000. Characterization of *Venturia inaequalis* mutants resistant to the strobilurin-related fungicide kresoxim-methyl. Current Genetic, 38: 148-155.