نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۲۴۹-۲۴۲

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 242-249

بررسی تأثیر قارچ‌کش سولفور SC 80% و پنکونازول EW 20% بر روی بیماری سفیدک پودری و صفات کمی و کیفی انگور

حسین کربلائی خیاوی[1*]- محمد حاجیان شهری[2]- کاووس کشاورز[3]- حسین خباز جلفایی[4]- اسفندیار ظهور[5] - محمد بازوبندی[6]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۲۲

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر فرمولاسیون جدید قارچ‌کش سولفور80% SC و پنکونازول EW 20% در کنترل بیماری سفیدک پودری انگور آزمایشی در استان‌های اردبیل، خراسان رضوی و کهگیلویه و بویراحمد بر روی رقم حساس انگور عسکری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل قارچ‌کش‌های پنکونازول EW 20% (۰/۱۲۵ در هزار)، سولفور80% SC در سه غلظت (۲، ۲/۵ و ۳ در هزار) و شاهد بدون سم‌پاشی (آب‌پاشی) بودند. سم‌پاشی در ۳ نوبت، طول شاخه‌های نورسته بین ۱۵ تا ۳۵ سانتی‌متر، قبل از ریزش گل‌ها و در مرحله تشکیل غوره‌ها انجام شد. یک هفته بعد از آخرین سم‌پاشی نمونه‌برداری تصادفی از برگ‌ها و خوشه‌ها از چهار جهت اصلی تاج پوشش سه درخت مرکزی در هر پلات انجام شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات انگور نشان داد بین مکان‌ها از لحاظ صفات شدت بیماری در برگ‌ها و میوه‌ها، بین تیمارها و اثرمتقابل مکان و تیمار از لحاظ صفات شدت بیماری در برگ‌ها و میوه‌ها و عملکرد خوشه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. نتایج تجزیه واریانس صفات مقدار قند و غلظت اسید در حبه انگور در منطقه اردبیل (مشگین‌شهر) اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان داد. براساس نتایج بدست آمده سولفور SC 80% با غلظت‌های ۲/۵ و ۳ در هزار بیشترین تأثیر را در کاهش بیماری سفیدک پودری و افزایش عملکرد خوشه و کیفیت انگور داشت.

واژه‌های کلیدی: تاکستان، شدت بیماری، قند، کنترل، *Erysiphe necator*

مقدمه

انگور .*Vitis vinifera* L یکی از محصولات مهم باغی در ایران است. براساس آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی، در سال زراعی ۱۳۹۲ سطح تاکستان‌های ایران حدود ۳۱۵۰۰۰ هکتار و تولید آن برابر ۲۷۵۳۶۵۹ تن برآورد شده بود. عملکرد آن در شرایط دیم ۴۵۸۶ کیلوگرم در هکتار و در شرایط آبی ۱۱۸۵۰۶ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. استان‌های فارس، خراسان رضوی، قزوین، آذربایجان غربی، زنجان، همدان و اردبیل به ترتیب بالاترین سطح زیرکشت این محصول را دارا هستند (۱۳ و ۱۴).

بیماری سفیدک پودری انگور *Erysiphe necator* از مهمترین بیماری‌های قارچی انگور به شمار می‌رود (۲ و ۱۰). این بیماری در تمام کشورهای انگورخیز دنیا شیوع دارد و در صورت فراهم شدن شرایط محیطی مناسب بیش از هر بیماری دیگر به انگور خسارت وارد کرده و موجب کاهش محصول، کاهش کیفیت میوه و افزایش هزینه تولید را سبب می‌شود (۲ و ۴).

در ایران گزارش دقیقی از میزان خسارت ناشی از این بیماری وجود ندارد (۱۳). گانت (۸) گزارش نموده تحت شرایط جوی مناسب خسارت این بیماری به حدی است که موجب از بین رفتن کل محصول می‌گردد. کربلائی خیاوی و همکاران (۱۳) در بررسی اثرات بیماری سفیدک پودری انگور روی عملکرد و کیفیت انگور گزارش کردند در ارقامی که شدت آلودگی در روی آنها بالا بوده عملکرد به

۱- استادیار پژوهش، بیماری شناسی گیاهی، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مشگین شهر، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: hossein.karbalaei@yahoo.com)
۲- استادیار پژوهش، بیماری شناسی گیاهی، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خراسان رضوی، ایران
۳- استادیار پژوهش، بیماری شناسی گیاهی، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویر احمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کهگیلویه و بویر احمد، ایران
۴- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۵- استادیار پژوهش، بیماری شناسی گیاهی، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خراسان رضوی، ایران
۶- استادیار پژوهش، بیماری شناسی گیاهی، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خراسان رضوی، ایران
DOI: 10.22067/jpp.v0i0.53871

طور بسیار معنی‌داری کاهش داشته است. کالونیک و همکاران (۳) میزان کاهش محصول و کیفیت میوه را روی رقم ساوینگنون در فرانسه به ترتیب ۱۶ و ۵۰ درصد گزارش کرده است. همچنین خسارت کمی و کیفی این بیماری روی ارقام مختلف انگور توسط گادوری و همکاران (۷) و کامپبیل و همکاران (۴) نیز گزارش شده است. با توجه به شیوع زیاد بیماری سفیدک پودری انگور در تاکستان‌ها، امروزه کنترل آن در دنیا با کاربرد قارچ‌کش‌هایی از گروه‌های مختلف شیمیایی شامل ممانعت کننده‌های ساخت ارگوسترول (پنکونازول و تباکونازول)، استروبیلورین‌ها (ازوکسی استروبین)، کوئینولین‌ها (کوئینوکسی‌فن) و سولفور انجام می‌شود (۱۰).

در ایران زمستان‌گذرانی قارچ عامل بیماری *E. necator* به شکل کلیستوتسیوم روی برگ‌ها و شاخه‌ها و یا به صورت هیف داخل جوانه‌ها می‌باشد (۱۴). کربلائی خیاوی و همکاران (۱۳) در بررسی خصوصیات زیستی قارچ عامل بیماری سفیدک پودری انگور در مشگین‌شهر با مطالعات دقیق هیستوپاتولوژیکی اثبات نمودند که این قارچ به صورت میسلیوم در درون جوانه‌های آلوده و در حال خواب انگور زمستان‌گذرانیمی‌کند. تغییرات ژنتیکی ناشی از تولید مثل جنسی این قارچ می‌تواند به سرعت در بین جمعیت‌های آن بروز کند و احتمالاً منجر به ظهور نژادهای مقاوم *E. necator* به قارچ‌کش‌های مختلف شود. در همین ارتباط، مقاومت به قارچ کش‌های بازدارنده واکنش ساخت ارگوسترول نسبت به *E. necator* تا حد زیادی در اغلب کشورهای دنیا، پس از دو تا سه سال از کاربرد این گروه از قارچ‌کش‌ها دیده شده است (۱۲، ۱۹، ۲۰ و ۲۱). در تاکستان‌ها به منظور جلوگیری از بروز مقاومت *E. necator* به قارچ‌کش‌ها، راهبردهای مختلفی توسط محققین به کار برده می‌شود. تحقیقات نشان داده است استفاده از قارچ‌کش‌های مبتنی بر گوگرد در برنامه‌های سمپاشی علیه این بیماری از جمله بهترین راهبردها می‌باشد (۵).

کالونیک و همکاران (۳) اثرات قارچ عامل بیماری *E. necator* را روی عملکرد و کیفیت ارقام مختلف انگور از گونه *Vitis vinifera* مورد بررسی قرار دادند. نتایج بدست آمده نشان داد که بیماری سفیدک پودری انگور روی عملکرد، آب میوه و کیفیت انگور تأثیر نامطلوب داشته به طوری که متوسط کاهش وزن حبه‌های انگوربین ۲۰-۱۲ درصد و میزان افزایش قند بین ۲۱-۲۰ درصد برآورد شد. آماتی و همکاران (۱) گزارش کردند که عامل بیماری *E. necator* در تاکستان‌های آلوده باعث افزایش میزان قند شده و روی رنگ و میزان آنتوسیانین تأثیر منفی داشته است.

سولفور قارچ‌کش ارزان قیمتی است که از زمان یونان باستان به عنوان آفت‌کش استفاده شده است. نحوه عمل آن چندگانه و عموماً برای کنترل بیماری سفیدک پودری انگور به کار برده می‌شود (۵، ۱۰، ۲۲ و ۲۳). در این تحقیق فرمولاسیون جدید سولفور SC80% در کنترل بیماری سفیدک پودری انگور ارزیابی شد. تحقیقات انجام یافته در فرانسه، ایتالیا و سوئیس نشان داد که کاربرد غلظت های بالاتر سولفور کارآیی آن را در مناطق سردسیر که درجه حرارت محیط در ابتدای فصل پایین‌تر است، علیه بیماری سفیدک پودری انگور افزایش می‌دهد (۵، ۱۰ و ۲۳). استفاده از سولفور در برنامه‌های سمپاشی برای جلوگیری از ظهور نژادهای مقاوم قارچ عامل بیماری سفیدک پودری انگور نسبت به سایر قارچ‌کش‌ها توصیه شده است (۵ و ۲۲).

در ایران با توجه به سطح زیرکشت انگور و شیوع زیاد بیماری سفیدک پودری انگور در تاکستان‌ها، برای کنترل این بیماری عمدتاً کاربرد قارچ‌کش‌های مبتنی بر گوگرد توصیه شده است (۵ و ۱۳). اما به دلیل محدودیت کاربرد و عدم کنترل کامل بیماری توسط این گروه از قارچ‌کش‌ها، آزمایش‌هایی برای ارزیابی و ثبت قارچ‌کش‌های جدید و موثر برای کنترل بیماری سفیدک پودری انگور از حدود بیست سال پیش در کشور آغاز شده است. بررسی تأثیر قارچ‌کش‌های گوگرد میکرونیزه، گوگرد وتابل، تیوفنات متیل، کاربندازیم، بنومیل و دینوکاپ علیه بیماری سفیدک پودری انگور (۵) نشان داد که گوگرد میکرونیزه نسبت به سایر قارچ‌کش‌ها اثر خوبی روی بیماری داشت. بررسی تأثیر چند قارچ‌کش در کنترل بیماری سفیدک پودری انگور نشان داد قارچ‌کش‌های تریمیدال و توپاس ۰/۳ در هزار تأثیر خوبی در کنترل بیماری نسبت به گل گوگرد (۲۰ کیلوگرم در هکتار)، دینوکاپ (یک در هزار)، گوگرد وتابل (سه در هزار) و بردومیکس (چهار در هزار) داشتند (۳ و ۵). ویکس و هایچ (۲۱ و ۲۲) تأثیر قارچ‌کش‌های استروبی، توپاس، تریمیدال، کالکسین، گوگرد وتابل و گل گوگرد را در کنترل بیماری سفیدک پودری انگور ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که قارچ‌کش‌های توپاس، استروبی، تریمیدال و کالکسین بیشترین تأثیر را در کنترل بیماری سفیدک پودری انگور داشتند.

این تحقیق به منظور بررسی میزان تأثیر غلظت‌های مختلف فرمولاسیون جدید قارچ‌کش سولفور SC 80% در مقایسه با قارچ‌کش پنکونازول (توپاس EW 20%) برای کنترل بیماری سفیدک پودری انگور در استان‌های اردبیل، خراسان رضوی و کهگیلویه و بویراحمد انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، تأثیر پنج تیمار شامل قارچ‌کش‌های پنکونازول EW 20% با غلظت ۰/۱۲۵ درهزار، سولفور SC 80% با سه غلظت ۲، ۲/۵ و ۳ درهزار و شاهد بدون سم‌پاشی (آب پاشی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و در سه منطقه اردبیل، خراسان رضوی و کهگیلویه و بویراحمد روی رقم حساس انگور به نام

عسکری در سال ۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفت. زمان‌های سمپاشی در مناطق اردبیل و خراسان رضوی از دهه اول اردیبهشت شروع و در دهه سوم خرداد خاتمه و در منطقه کهگیلویه و بویراحمد از دهه اول خرداد شروع و در دهه سوم تیر ماه خاتمه یافت. میانگین درجه حرارت و رطوبت نسبی در زمان‌های سمپاشی در منطقه اردبیل به ترتیب ۱۸/۶ درجه سلسیوس و ۵۲/۷ درصد، در منطقه خراسان رضوی به ترتیب ۲۴/۲ درجه سلسیوس و ۴۲/۹ درصد و در منطقه کهگیلویه و بویراحمد به ترتیب ۲۴/۷ درجه سلسیوس و ۴۷ درصد بود. این آزمایش، از باغ‌هایی که در سال‌های گذشته سابقه آلودگی به بیماری سفیدک پودری انگور را داشتند و درختان از نظر سن و شرایط رشدی تقریباً مشابه بودند، اجرا گردید. درختان تحت تیمار در سال‌های قبل در کلکسیون ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مراکز کاشته شده بودند. برای کنترل بیماری سمپاشی در سه نوبت (۱- وقتی که طول شاخه‌های نورسته بین ۱۵ تا ۳۵ سانتی‌متر بودند؛ ۲- قبل از ریزش گل‌ها و ۳- در مرحله تشکیل غوره) براساس مراحل فنولوژی انگور انجام شد. یک هفته پس از آخرین سم‌پاشی، از هر کدام از جهت‌های اصلی تاج پوشش سه درخت از هر پلات، ۵ برگ و در مجموع ۶۰ برگ به طور تصادفی برداشت و براساس روش هورسفال و کاولینگ (۱۱) و با مقیاس به شرح ذیل نمره‌دهی شدند.

صفر: برگ‌های سالم (بدون آلودگی)

۱: ۵/۱- ۰/۱ درصد از کل سطح برگ آلوده شده باشد.

۲: ۱۵/۱- ۵/۱ درصد از کل سطح برگ آلوده شده باشد.

۳: ۳۰-۱۵/۱ درصد از کل سطح برگ آلوده شده باشد.

۴: ۴۵- ۳۰/۱ درصد از کل سطح برگ آلوده شده باشد.

۵: ۶۵-۴۵/۱ درصد از کل سطح برگ آلوده شده باشد.

۶: ۸۵-۶۵/۱ درصد از کل سطح برگ آلوده شده باشد.

۷: ۱۰۰-۸۵/۱ درصد از کل سطح برگ آلوده شده باشد.

چهار خوشه نیز از چهار جهت اصلی تاج پوشش هر درخت به طور تصادفی انتخاب و در مجموع ۱۲ خوشه از هر پلات همانند روش ارزیابی برگ‌ها نمره‌دهی شدند. نتایج نمره‌دهی به برگ‌ها و میوه‌ها براساس روش وانگ و همکاران (۲۰) به شاخص شدت بیماری تبدیل شدند. سپس بر روی داده‌های حاصل در هر استان تبدیل جذری انجام و آنالیز آماری اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم افزارSAS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

برای تعیین درصد قند ابتدا از خوشه‌های سالم و آلوده نمونه‌برداری و سپس حبه‌های سالم و آلوده به طور جداگانه در داخل کیسه‌های پلاستیکی له و شیره آنها تهیه شد (آب میوه از ۷۰۰ گرم حبه در هر نمونه گرفته شد). جهت تعیین مقدار قند (گرم در لیتر) حبه‌های سالم و آلوده از رفرکتومتر دستی[1] استفاده شد. بدین ترتیب که هر بار یک قطره از شیره انگور را در روی صفحه شیشه‌ای رفرکتومتر قرار داده و پس از بستن درب آن غلظت قند تعیین و یادداشت گردید (۳).

جهت تعیین اسید تارتاریک موجود در میوه انگور ابتدا از خوشه‌های سالم و آلوده نمونه‌برداری و سپس حبه‌های سالم و آلوده به طور جداگانه در داخل کیسه‌های پلاستیکی خرد و شیره آنها تهیه گردید (آب میوه از ۷۰۰ گرم حبه در هر نمونه گرفته شد). برای تعیین میزان اسید تارتاریک موجود در آب انگور به روش تیتراسیون با استفاده از سدیم هیدروکسید ۰/۱ مولار عمل شد. بدین ترتیب که مقدار ۱۰ میلی‌لیتر آب انگور را در داخل بشر ریخته و با استفاده از NaOH ۰/۱ نرمال و به کمک فنل فتالیئن (معرف فنل فتالیئن در محیط قلیایی صورتی رنگ می‌شود) حجم سود مصرف شده تعیین گردید. با ادامه تیتراسیون به محض ظهور رنگ صورتی اضافه کردن سود متوقف و میزان مصرف سود از بورت یادداشت و با استفاده از فرمول $M = 0.75 \times V$ میزان اسید تارتاریک مشخص گردید (M میزان اسید بر حسب گرم در لیتر، V حجم سود مصرف شده و ۰/۷۵ ضریب ثابت اسید تارتاریک می‌باشد) (۹). در این تحقیق با استفاده از فرمول ذکر شده میزان اسید تارتاریک موجود در نمونه‌های انگور به تفکیک محاسبه گردید.

جهت تعیین میزان عملکرد انگور در بوته‌های سالم و آلوده و مشخص نمودن خسارت کمی محصول در اثر بیماری، پس از رسیدن انگور کلیه خوشه‌ها با دست برداشت و توزین گردید.

نتایج و بحث

پس از انجام آزمون یکنواختی خطای آزمایشی سه مکان با آزمون بارتلت، تجزیه واریانس مرکب برای صفات مورد مطالعه محاسبه شد. یکنواختی خطای آزمایشی سه مکان با آزمون بارتلت، تجزیه واریانس مرکب مجدداً برای بقیه تیمارها و برای صفات مورد مطالعه محاسبه و مقایسه میانگین براساس آزمون دانکن صورت گرفت. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه نشان داد بین مکان‌ها از لحاظ صفات شدت بیماری در برگ‌ها و میوه‌ها، بین تیمارها و اثرمتقابل مکان و تیمار از لحاظ صفت عملکرد خوشه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها در مناطق مختلف بررسی نشان داد کمترین شدت بیماری در برگ و میوه مربوط به منطقه کهگیلویه و بویراحمد (به ترتیب ۸/۰۹ و ۹/۲۲ درصد) و بالاترین شدت بیماری در برگ‌ها در اردبیل (مشگین-شهر) و خراسان رضوی (به ترتیب ۱۴/۷۲ و ۱۴/۴۳درصد) و در میوه‌ها در اردبیل (۲۵/۶۸ درصد) مشاهده گردید (جدول ۲). در کلیه

1- Hand refractometer

مناطق مورد مطالعه بالاترین عملکرد خوشه مربوط به تیمار سولفور ۲/۵ و ۳ در هزار بود (جدول ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شدت آلودگی برگ‌ها و میوه‌ها به سفیدک پودری انگور و عملکرد خوشه در سه منطقه، سال ۱۳۹۳

Table 1- Combined variance analysis of measured data of disease severity of powdery mildew on the leaves, fruit and yield in three regions in 2014

منابع تغییرات S.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares		
		شدت بیماری در برگ‌ها Disease severity in leaves (%)	شدت بیماری در میوه‌ها Disease severity in fruit (%)	عملکرد خوشه Yield
مکان Place	2	224.16**	1088.24**	0.16
خطا Error	9	9.17	13.27	0.32
تیمار Treatment	3	16.79	5.17	9.52**
مکان × تیمار Treatment × Place	6	10.89	25.58	0.68**
خطا Error	27	9.28	12.99	0.15
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	–	24.54	20.26	2.68

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

**: Significant at level of P < 0.01.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر شدت بیماری سفیدک پودری انگور روی شدت آلودگی برگ‌ها و میوه‌ها در سه منطقه

Table 2- Mean comparison of disease severity of powdery mildew on the leaves and fruit in three regions

تیمار Treatment	شدت بیماری در برگ‌ها (درصد) Disease severity in leaves (%)		شدت بیماری در میوه‌ها (درصد) Disease severity in fruit (%)	
اردبیل (مشگین شهر) Ardabil (Meshginshahr)	14.72	a	25.68	a
خراسان رضوی (Khorasan Razavi)	14.43	a	18.49	b
کهگیلویه و بویراحمد (Kohgiluye and Boyer-Ahmad)	8.09	b	9.22	c

میانگین های هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری از نظرآماری با هم ندارند.

No significant differences are present between the values marked with similar superscripts in each column based on Duncan's multiple-range tests with a specified significance level of P < 0.05.

برای کنترل قارچ عامل بیماری *E. necator* و مدیریت موفق در جلوگیری از ایجاد مقاومت به قارچ‌کش‌ها، بایستی قارچ‌کش‌های DMI[1] در غلظت های مناسب مورد استفاده قرار گیرند تا از بروز مقاومت در میان جمعیت‌های قارچ عامل بیماری سفیدک پودری انگور جلوگیری شود (۱۹). قارچ عامل بیماری سفیدک پودری انگور در تمام مراحل رویشی انگور به تاکستان‌ها خسارت وارد می‌کند. بنابر این مهمترین استراتژی کنترل این بیماری بر پایه شناخت اپیدمیولوری بیماری استوار است (۶، ۱۲ و ۱۳). وقوع قارچ عامل بیماری سفیدک پودری انگور در بعضی از نقاط دنیا در مرحله فنولوژیکی بعد از شکستن جوانه‌ها اتفاق افتاده و براساس میزان درجه حرارت توسعه و گسترش یافته است (۱۳ و ۱۸). در بسیاری از نقاط جهان کاربرد سولفور در تناوب با قارچ‌کش‌های گروه ضد ارگسترول که مقاومت به آنها دیده نشده است در کنترل مناسب بیماری سفیدک پودری انگور نقش موثری دارد (۵ و ۱۹).

نتایج تجزیه واریانس صفات مقدار قند در حبه و غلظت اسید در حبه نشان داد بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد بیشترین مقدار قند در حبه و غلظت اسید در حبه مربوط به تیمار شاهد (بدون سمپاشی) بود و در گروه a قرار داشت (جدول ۵). کمترین مقدار قند در حبه (در حد نرمال) به تیمارهای استفاده از قارچ‌کش سولفور با غلظت‌های ۲، ۲/۵ و ۳ در هزار تعلق داشت و در گروه c قرار گرفتند (جدول ۵). تیمارهای استفاده از قارچ‌کش سولفور با غلظت های ۲/۵ و ۳ در هزار دارای کمترین مقدار قند در حبه (در حد نرمال) بودند و در گروهd قرار گرفتند (جدول ۵).

1- Demethylation Inhibitor

رابطه شدت بیماری در برگ و میوه با مقدار قند در حبه در سطح احتمال یک درصد مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۶). در این آزمایش، با افزایش شدت بیماری در برگ و میوه، مقدار قند در حبه افزایش نشان داد. هر چه شدت آلودگی بیماری در رویبرگ و میوه‌ها بیشتر بود به همان نسبت مقدار قند موجود در شیرهحبه‌ها افزایش داشت که با نتایج تحقیقات اوگ و برگ (۱۷) روی سه کولتیوار مختلف انگور، پیرسون و گوهین (۱۸)، آماتی و همکاران (۱)، گادوری و همکاران (۶ و ۷)، اولات و همکاران (۱۶) و کربلائی خیاوی و همکاران (۱۳ و ۱۴) در ارقام مختلف انگور مطابقت دارد. این محقیقن گزارش کردند که قارچ عامل بیماری *E. necator* موجب افزایش میزان قند می‌شود. کالونیک و همکاران (۳) اثرات قارچ عامل بیماری *E. necator* را روی کیفیت ارقام مختلف انگور مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند متوسط افزایش میزان قند در ارقام مختلف بین ۲۱-۲۰ درصد برآورد می‌شود و همچنین بیان نمودند بیماری باعث کاهش کیفیت انگور می شود.

شدت بیماری در برگ و میوه با غلظت اسید در حبه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۶). در این تحقیق، با افزایش شدت بیماری در برگ و میوه، غلظت اسید در حبه افزایش نشان داد. هر چه شدت آلودگی بیماری در روی برگ و میوه ها بیشتر باشد به همان نسبت غلظت اسید موجود در شیره حبه‌ها افزایش می یابد. نتایج مشابهی توسط وانگ (۲۱)، گادوری و همکاران (۷)، اولات و همکاران (۱۶)، کالونیک و همکاران (۳) و کربلائی خیاوی و همکاران (۱۳ و ۱۴) در مورد اثر قارچ عامل بیماری روی غلظت اسید در ارقام مختلف انگور گزارش شده است.

همبستگی بین شدت بیماری در برگ و میوه با عملکرد خوشه منفی و معنی دار در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۶). در این مطالعه، مقدار عملکرد خوشه انگور با شدت بیماری در روی برگ و خوشه‌ها کاهش نشان داد. اوگ و برگ (۱۷) گزارش نمودند که قارچ عامل بیماری *E. necator* باعث کاهش کیفیت میوه و عملکرد می‌شود. رایت و همکاران (۲۴) گزارش کردند که در گیاهان آلوده به قارچ عامل بیماری سفیدک پودری انگور عملکرد کاهش می‌یابد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر شدت بیماری سفیدک پودری انگور روی عملکرد خوشه در سه منطقه، سال ۱۳۹۳

Table 3- Mean comparison of disease severity of powdery mildew on the yield in three regions in 2014

تیمار Treatment		عملکرد خوشه (تن در هکتار) Yield (T/h)	
اردبیل (مشگین شهر) Ardabil (Meshginshahr)	پنکونازول ۰/۱۲۵ در هزار penconazole 0.125 ml L^{-1}	14.17	bc
	سولفور ۲ در هزار sulfur 2 ml L^{-1}	13.61	cd
	سولفور ۲/۵ در هزار sulfur 2.5 ml L^{-1}	14.78	bc
	سولفور ۳ در هزار sulfur 3 ml L^{-1}	15.06	ab
خراسان رضوی (Khorasan Razavi)	پنکونازول ۰/۱۲۵ در هزار Penconazole 0.125 ml L^{-1}	13.50	cd
	سولفور ۲ در هزار sulfur 2 ml L^{-1}	13.81	de
	سولفور ۲/۵ در هزار sulfur 2.5 ml L^{-1}	15.36	ab
	سولفور ۳ در هزار sulfur 3 ml L^{-1}	14.92	ab
کهگیلویه و بویراحمد (Kohgiluye and Boyer-Ahmad)	پنکونازول ۰/۱۲۵ در هزار Penconazole 0.125 ml L^{-1}	13.19	de
	سولفور ۲ در هزار sulfur 2 ml L^{-1}	13.15	de
	سولفور ۲/۵ در هزار sulfur 2.5 ml L^{-1}	15.02	ab
	سولفور ۳ در هزار sulfur 3 ml L^{-1}	15.54	a
LSD		0.64488	

میانگین های هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری از نظرآماری با هم ندارند.

No significant differences are present between the values marked with similar superscripts in each column based on Duncan's multiple-range tests with a specified significance level of $P < 0.05$.

جدول ٤- تجزیه واریانس صفات مقدار قند و غلظت اسید در حبه در تیمارهای مختلف مورد مطالعه در منطقه اردبیل (مشگین‌شهر)، سال ۱۳۹۳

Table 6- Variance analysis of disease severity of sugar amount and acid concentration in fruit in different treatments for Ardabil region (Meshginshahr) in 2014

منابع تغییرات S.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Mean of squares)	
		مقدار قند در حبه (sugar amount)	غلظت اسید در حبه (acid concentration)
تیمار (Treatment)	4	69.52**	16.04**
خطا (Error)	15	0.244	0.0165
ضریب تغییرات (درصد) (CV (%)	-	2.32	2.37

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

**: Significant at level of P < 0.01.

جدول ٥- مقایسه میانگین اثرات شدت بیماری سفیدک پودری انگور بر روی مقدار قند و غلظت اسید در حبه‌ها در تیمارهای مورد مطالعه در منطقه اردبیل (مشگین شهر)، سال ۱۳۹۳

Table 7- Mean comparison of disease severity on sugar amount and acid concentration in fruit in different treatments for Ardabil region (Meshginshahr) in 2014

تیمار Treatment	مقدار قند در حبه (گرم در لیتر) Sugar amount (g per L)		غلظت اسید در حبه (گرم در لیتر) Acid concentration (g per L)	
پنکونازول ۰/۱۲۵ در هزار penconazole 0.125 ml L^{-1}	20.75	b	9.13	b
سولفور ۲ در هزار sulfur 2 ml L^{-1}	19.03	c	8.50	c
سولفور ۲/۵ در هزار sulfur 2.5 ml L^{-1}	19.18	c	8.20	d
سولفور ۳ در هزار sulfur 3 ml L^{-1}	18.65	c	8.05	d
شاهد بدون سمپاشی Control (without spraying)	28.58	a	12.85	a

میانگین‌های هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری از نظرآماری با هم ندارند

No significant differences are present between the values marked with similar superscripts in each column based on Duncan's multiple-range tests with a specified significance level of P < 0.05.

جدول ٦- همبستگی بین صفات مورد مطالعه

Table 6- The correlation between traits

صفات The traits	مقدار قند در حبه Sugar amount	غلظت اسید در حبه Acid concentration	عملکرد خوشه Yield	شدت بیماری در میوه‌ها Disease severity in fruit	شدت بیماری در برگ‌ها Disease severity in leaves
مقدار قند در حبه Sugar amount	-				
غلظت اسید در حبه Acid concentration	0.99**	-			
عملکرد خوشه Yield	-0.98**	-0.99**	-		
شدت بیماری در میوه‌ها Disease severity in fruit	0.93**	0.91**	0.97**	-	
شدت بیماری در برگ‌ها Disease severity in leaves	0.96**	0.96**	-۰/۹۹**	0.99**	-

** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**: Significant at level of P < 0.01.

این کاهش، به دلیل تغییرات منابع کربوهیدرات‌ها و رقابت قارچ عامل بیماری برای دریافت گلوکز و فروکتوز است. در برگ‌های گیاهان آلوده فتوسنتز و فعالیت آنزیم انورتاز افزایش نشان داده و انتقال ساکاروز از برگ‌های آلوده به خوشه‌های بیمار محدود گردیده و نتیجتاً در وزن و عملکرد خوشه‌های سالم و آلوده اختلاف معنی‌داری مشاهده شده است. گانت (۸) و مادن و نوتر (۱۵) رابطه بین عملکرد خوشه انگور با شدت بیماری در روی برگ و خوشه را منفی و معنی‌دار اعلام نمودند. اولات و همکاران (۱۶) گزارش کردند قارچ عامل بیماری *E. necator* موجب کاهش کیفیت میوه، کوچک شدن اندازه میوه، کاهش تعداد حبه در خوشه، شکاف برداشتن پوست و نهایتاً کاهش عملکرد خوشه می‌گردد. جارویس و همکاران (۱۲) گزارش کردند با افزایش شدت بیماری در روی برگ و خوشه، عملکرد کاهش می‌یابد. ایشان اعلام کردند که اثر بیماری در کاهش عملکرد، به زمان آلودگی، واریته گیاه و سیستم تربیت انگور بستگی دارد. کالونیک و همکاران (۳) نشان دادند که بیماری سفیدک پودری انگور روی عملکرد تأثیر نامطلوب داشته به طوری که متوسط کاهش وزن حبه‌های انگور بین ۲۰-۱۲ درصد برآورد شده است. همچنین کاهش عملکرد در خوشه انگور با شدت بیماری در روی برگ و خوشه در ارقام مختلف انگور در شرایط بدون استفاده از قارچ‌کش در آلودگی طبیعی و مصنوعی توسط کربلائی خیاوی و همکاران (۱۳ و ۱۴) گزارش شده است.

نتیجه گیری کلی

براساس نتایج بدست آمده و با در نظر گرفتن حفظ محیط زیست، کمترین شدت آلودگی در برگ و میوه، بیشترین عملکرد خوشه، نرمال‌ترین مقدار قند و غلظت اسید در حبه مربوط به تیمار استفاده از قارچ‌کش سولفور با غلظت ۲/۵ در هزار بود.

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق، استفاده از قارچ‌کش سولفور 80% SC در برنامه‌های سمپاشی برای جلوگیری از ظهور نژادهای مقاوم عامل بیماری سفیدک پودری انگور به قارچ‌کش‌ها مطلوب خواهد بود.

در نتیجه‌گیری کلی از این پژوهش می‌توان بیان داشت در سه استان اردبیل، خراسان رضوی و کهگیلویه و بویراحمد، قارچ‌کش‌هایی که برای کنترل بیماری سفیدک پودری انگور با یکدیگر مورد ارزیابی قرار گرفتند سولفور80% SC با غلظت‌های ۲/۵ و ۳ در هزار کارآیی بیشتری نسبت به سایر قارچ‌کش‌ها در کاهش شدت بیماری برگ‌ها و میوه‌ها از خود نشان داد. همچنین در درختان تحت تیمار هیچ گونه گیاه‌سوزی نیز بر روی برگ‌ها مشاهده نگردید. با توجه به این که در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری در کاهش شدت بیماری بین غلظت‌های ۲/۵ و ۳ در هزار این قارچ‌کش وجود ندارد. بنابراین با هدف کاهش مصرف سموم، غلظت ۲/۵ در هزار این قارچ‌کش به عنوان جایگزینی مناسب برای فرمولاسیون‌های دیگر سولفور در برنامه‌های سمپاشی برای کنترل بیماری سفیدک پودری انگور توصیه می‌شود.

منابع

1- Amati A., Piva A., Castellari M., and Arfelli G. 1996. Preliminary studies on the effect of *Oidium tuckeri* on the phenolic coposition of grapes and wines.Vitis, 34: 149-150.
2- Braun U., Cook R.T.A., Inman A., and Shin H.D. 2002. The taxonomy of the powdery mildew fungi. In: Belanger, R.R., Bushnell, W.R., Dick, A.J., Timothy L.W., (Eds.), The powdery mildews, a comprehensive treatise. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota, USA. pp. 13-55.
3- Calonnec A., Cartolaro P., Poupot C., Dubourdieu D., and Darriet P. 2004. Effects of *Uncinula necator* on the yield and quality of grapes (*Vitis vinifera*) and wine. Plant Pathology, 53: 434-445.
4- Campbell P., Bendek C., Latorre B.A., and Torres R. 2003. Pronósticoy effect odelambiente en el desarrollodeloídio de la vid. Aconex (Chile), 81:5-10. [In Spanish].
5- Emmett R.W. 2003. Strategic use of sulfur in disease and pest management programs for dried vine fruit production. Final Project Report for Horticulture Australia Ltd. Department of Primary Industries, Mildura Vic. 66 pp.
6- Gadoury D.M., Cadle-Davidson L., Wilcox W.F., Dry I.B., Seem R.C., and Milgroom M.G. 2011. Grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator*): a fascinating system for the study of the biology, ecology and epidemiology of an obligate biotroph. Molecular Plant Pathology, 99:1143-1149.
7- Gadoury D.M., Seem R.C., Pearson R.C., and Wilcox W.F. 2001. Effects of powdery mildew on vine growth, yield and quality of Concord grapes. Plant Disease, 85: 137-140.
8- Gaunt, R.E. 1995. The relationship between plant disease severity and yield. Annual Review of Phytopathology,

33: 119-144.
9- Glories Y. 1998. Chimie du vin-stabilisation et trait ements. pp. 200-202.
10- Grove G., and Nelson M.E. 2011. New fungicides for grapevine powdery mildew management WSU-IAREC, Prosser WA Viticulture Extension WSU-IAREC 24106 N. Bunn Rd, Prosser, WA 99350, 10pp.
11- Horsfall J.B., and Cowling E.B. 1978. Pathometery: The measurement of plant diseases. In: Plant Disease, an Advanced Treatise. Vol. 2. How Diseases Develops in Populations. Academic Press, New York, pp. 119-136.
12- Jarvis W., Gubler W., and Grove G. 2002. Epidemiology of powdery mildew in agricultural pathosystems.In: Belanger R. (ed.), The powdery mildew: A Comprehensive Treatise. APS Press, St. Paul, MN, USA.,pp. 169-199.
13- KarbalaeiKhiavi H., Shikhlinski H., BabaeiAhari A., Heydari A., and Akrami M. 2012. Study on the biology and epidemiology of *Uncinula necator* – the causal agent of grape powdery mildew disease. Journal of Environmental Science and Engineering, 1(4): 574-579.
14- KarbalaeiKhiavi H., Shikhlinski H., BabaeiAhari A., and Akrami M. 2012. Evaluation of different grape varieties for resistance to powdery mildew caused by *Uncinula necator*. African Journal of Agricultural Research, 7(29): 4182-4186.
15- Madden L., and Nutter F. 1995. Modeling crop losses at the field scale. Canadian Journal of Plant Pathology, 17: 124-137.
16- Ollat N., Diakou-Verdin P., Carde J.P., Barrieu F., Gaudillera J.P., and Moing A. 2002. Grapeberrydevelopment. A review Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 36: 109-31.
17- Ough C.S., and Berg H.W. 1979. Powderymildewsensoryeffect on wine. American Journal of Enology and Viticulture, 30: 321-325.
18- Pearson R.C., and Goheen A.C.1990. Compendium of grape diseases. APS Press, American Phytopathological Society.
19- 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.
20- Wang Y., Schwaninger H., He P., and Wang Y. 2007. Comparison of resistance to powdery mildew and downy mildew in Chinese wild grapes. Vitis, 46: 32-136.
21- Wang Y. 1993. Genetic studies on resistance to powdery mildew *Uncinula necator* of wild Chinese *Vitis* species. Ph.D. Thesis. Northwestern Agriculture University, Yangling, China.
22- Wicks T.J., and Hitch C. 2001a. Higher sulfur rates improve powdery mildew control. Aust. Grape grower and Winemaker, 452: 62-64.
23- Wicks T.J., and Hitch C. 2001b. Integrating different chemical groups in spray programs for thecontrol of powdery mildew. Australian Grape grower and Winemaker 452: 27-31.
24- Wright D.P., Baldwin B.C., Shephard M.C., and Scholes J.D. 1995. Source-sink relationships in wheat leaves infected with powdery mildew. Alternation in carbohydrate metabolism. Physiological and Molecular Plant Pathology, 47: 237-253.