

مدیریت تلفیقی بیماری سفیدک پودری هلو (مطالعه موردی در حاشیه زاینده رود)

ناصر امانی فر^{*}

۱- دانشیار، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری گلستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

* نویسنده مسئول: sahragardn@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۴

چکیده

سفیدک پودری هلو (*Podosphaera pannosa*) یکی از مهم‌ترین بیماری‌های قارچی باغ‌های هلو در ایران، به‌ویژه در حاشیه زاینده‌رود است که در صورت نبود مدیریت مناسب، می‌تواند خسارت قابل‌توجهی به اندام‌های هوایی درخت وارد کرده و کیفیت و بازارپسندی محصول را به‌طور جدی کاهش دهد. این پژوهش با هدف تعیین زمان بهینه سم‌پاشی، بررسی کارایی قارچ‌کش‌های مختلف و ارزیابی نقش هرس سبز (در نیمه اول خردادماه) به‌تنهایی و در تلفیق با کنترل شیمیایی، طی دو سال زراعی انجام شد. آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید و درصد آلودگی و شدت بیماری در برگ و میوه به‌عنوان شاخص‌های اصلی ارزیابی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج حاصل از مقایسه تیمارهای شیمیایی نشان داد که کارایی قارچ‌کش‌ها در کنترل بیماری متفاوت است و برخی تیمارها توانستند کاهش معنی‌داری در درصد آلودگی میوه ایجاد کنند، در حالی که برخی دیگر اثرگذاری کمتری داشتند. بررسی زمان کاربرد قارچ‌کش پایدیدفلومتوفن+دیفنوکونازول (*Miravis Duo® SC 20%*) نشان داد که اثربخشی این قارچ‌کش به‌شدت وابسته به مرحله فنولوژیک درخت است؛ به‌طوری‌که بیشترین کنترل بیماری در بازه ۴ تا ۵ هفته پس از ریزش گلبرگ‌ها حاصل شد و در این زمان، درصد آلودگی میوه به حداقل مقدار خود رسید. همچنین بررسی اثر هرس سبز در درختان هلو، به‌تنهایی و در ترکیب با کنترل شیمیایی نشان داد که هرس سبز به‌تنهایی موجب کاهش معنی‌دار آلودگی و شدت بیماری شد، اما بیشترین اثر کنترلی در تیمارهای تلفیقی مشاهده گردید. به‌ویژه، ترکیب هرس سبز با کاربرد قارچ‌کش مؤثر توانست درصد آلودگی میوه را به کمتر از یک درصد کاهش دهد که بیانگر اثر هم‌افزای این دو روش مدیریتی است. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مدیریت پایدار سفیدک پودری هلو مستلزم به‌کارگیری یک راهبرد مدیریتی تلفیقی شامل انجام به‌موقع هرس سبز و یک نوبت کاربرد هدفمند قارچ‌کش بر اساس فنولوژی درخت است.

واژه‌های کلیدی: بیماری‌های قارچی هلو، زمان بهینه سم‌پاشی، کاهش مصرف سم، مدیریت پایدار باغ، هرس سبز

بیان مسئله

سفیدک پودری هلو با عامل قارچی *Podosphaera pannosa* (Wallr.: Fr.) de Bary (syn. *Sphaerotheca pannosa*) یکی از مهم‌ترین و شایع‌ترین بیماری‌های قارچی در باغ‌های هلو در برخی کشورها به‌شمار می‌رود (روونی و همکاران ۲۰۰۶) و در بسیاری از مناطق تولیدکننده این محصول در ایران، از جمله حاشیه زاینده‌رود، خسارت اقتصادی قابل توجهی ایجاد می‌کند (امانی‌فر، ۱۳۹۴). این بیماری با کاهش عملکرد، افت کیفیت میوه و افزایش هزینه‌های تولید، پایداری اقتصادی باغ‌های هلو را به‌طور جدی تهدید می‌کند. فرم غیرجنسی قارچ، *Oidium leucoconium*، علاوه بر هلو، قادر به آلوده‌سازی گونه‌هایی مانند شلیل، زردآلو، آلو و حتی گیاهان زینتی نظیر رز است و از این نظر دامنه میزبانی وسیعی دارد. قارچ عامل بیماری زمستان را عمدتاً در فلس‌های داخلی جوانه‌ها سپری کرده و با آغاز رشد رویشی در بهار، آلودگی اولیه را روی برگ‌های جوان ایجاد می‌کند (پاسکال و همکاران، ۲۰۱۰). علائم بیماری روی برگ به‌صورت پیچیدگی و بدشکلی در سطح فوقانی، که گاه با بیماری‌های ویروسی اشتباه گرفته می‌شود و ظهور پوشش سفید پودری در سطح زیرین برگ نمایان می‌شود. در میوه‌های جوان، لکه‌های سفید و در میوه‌های در حال رسیدن لکه‌های زرد کدر مشاهده شده و در موارد شدید، بیماری می‌تواند منجر به ریزش میوه یا خشکیدگی آن روی شاخه شود (اشکان ۱۳۸۵). کنترل سفیدک پودری هلو به‌دلیل ماهیت هوابرد بیماری و حساسیت مراحل اولیه رشد میوه، همواره یکی از چالش‌های اصلی مدیریت بیماری‌های هلو بوده است. اگرچه قارچ‌کش‌های جذبی، به‌ویژه ترکیبات متعلق به گروه DMI و کرزوکسیم‌متیل لورین‌ها، نقش اساسی در کنترل این بیماری دارند (FRAC, 2023)، اما شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که موفقیت کنترل شیمیایی بیش از آنکه به نوع قارچ‌کش وابسته باشد، به زمان کاربرد آن مرتبط است. سم‌پاشی خارج از بازه حساس رشد، حتی با قارچ‌کش‌های مؤثر، اغلب نتایج رضایت‌بخشی ایجاد نمی‌کند. در مقابل، تنظیم زمان سم‌پاشی بر اساس فنولوژی درخت، به‌ویژه در فاصله سه تا شش هفته پس از ریزش گلبرگ‌ها، بیشترین کاهش آلودگی و شدت بیماری برگ و میوه را به همراه دارد (السدی و همکاران، ۲۰۱۲). این رویکرد امکان تعمیم نتایج به مناطق هم‌اقلیم را نیز فراهم می‌سازد.

از سوی دیگر، وابستگی طولانی‌مدت به مصرف مکرر قارچ‌کش‌ها، به‌ویژه ترکیبات قدیمی مانند دینوکاپ، موجب کاهش کارایی، افزایش خطر بروز مقاومت قارچی و پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی شده است. در این میان، به‌کارگیری راهبردهای مدیریت تلفیقی بیماری‌ها، از جمله تلفیق کنترل شیمیایی با روش‌های زراعی نظیر هرس سبز، اهمیت ویژه‌ای یافته است (امانی‌فر، ۱۴۰۴). هرس سبز با کاهش تراکم تاج، بهبود جریان هوا و افزایش نفوذ نور، شرایط میکروکلیمایی نامساعدی برای توسعه بیماری ایجاد کرده و هم‌زمان کارایی قارچ‌کش‌ها را از طریق بهبود پوشش سم افزایش می‌دهد (بیلدیریم و داردنیز، ۲۰۱۰). با توجه به گسترش سطح زیرکشت هلو در مناطق مرکزی ایران، ناکارآمدی برخی قارچ‌کش‌ها و ضرورت کاهش مصرف سموم، بررسی قارچ‌کش‌های جدید و ارزیابی نقش مدیریت تلفیقی در کنترل پایدار سفیدک پودری هلو، یک ضرورت علمی و کاربردی محسوب می‌شود (امانی‌فر، ۱۳۹۴).

معرفی دستاورد یا راهکار

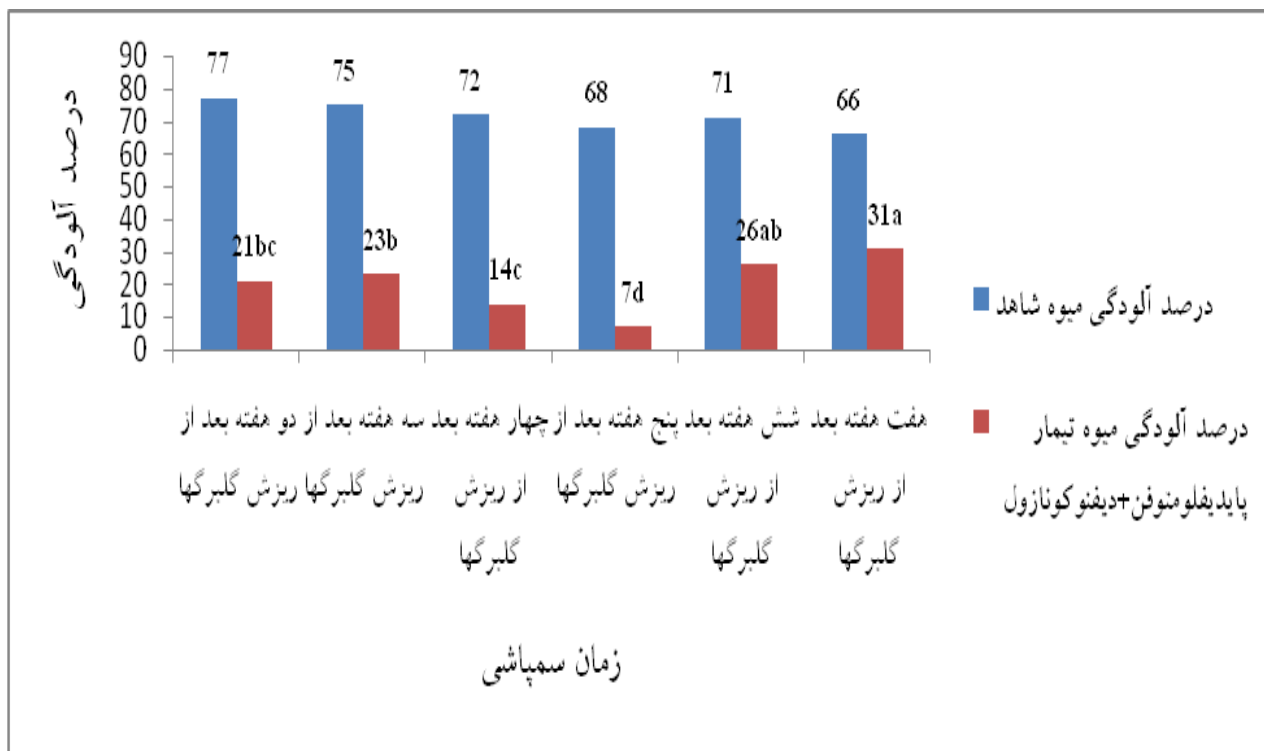
علائم بیماری: علائم بیماری سفیدک پودری هلو شامل ظهور لکه‌های سفید یا زردرنگ روی برگ، شاخه‌های جوان و میوه است و برگ‌ها معمولاً پیچیدگی و بدشکلی پیدا می‌کنند. آلودگی میوه باعث کاهش شدید کیفیت و بازارپسندی می‌شود و در برخی

موارد، لکه‌ها سطح وسیعی از میوه را می‌پوشانند. سرشاخه‌های آلوده پوشش نمدی پیدا می‌کنند، ضعیف شده و جوانه‌های آن‌ها کوچک می‌شود که به‌ویژه در پاییز کاملاً مشهود است، آلودگی شدید باعث مرگ جوانه‌ها و خشکیدگی شاخه‌های جوان می‌گردد (شکل ۱).



شکل ۱: علائم و نشانه‌های سفیدک پودری هلو روی برگ و میوه (عکس از نگارنده)

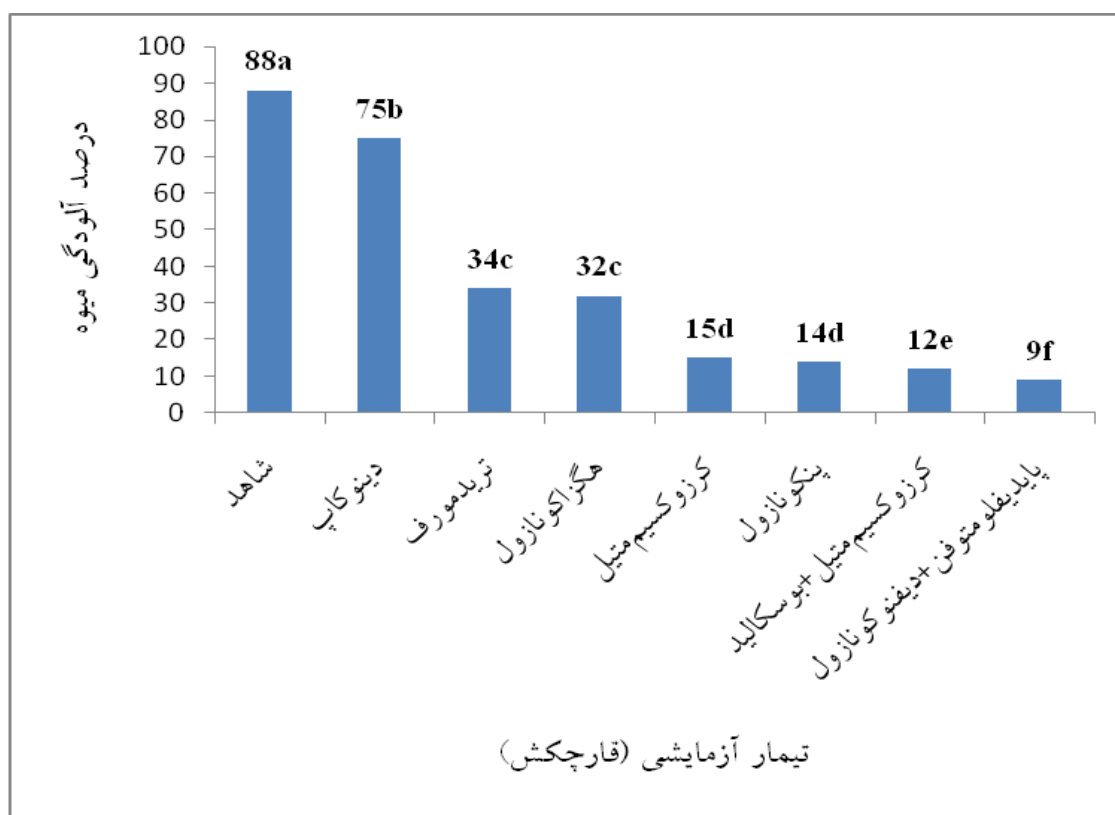
زمان مناسب سم‌پاشی: درصد آلودگی میوه هلو به سفیدک پودری در زمان‌های مختلف سم‌پاشی نشان می‌دهد که پاسخ بیماری به قارچ‌کش میراوویس دیوو به شدت وابسته به مرحله فنولوژیک میوه است. در مراحل ابتدایی پس از ریزش گلبرگ‌ها، میوه هنوز به حداکثر حساسیت خود نرسیده و آلودگی‌های اولیه یا به‌طور کامل تثبیت نشده‌اند، بنابراین سم‌پاشی در این زمان کارایی محدودی در کاهش آلودگی نهایی میوه دارد. با ادامه رشد میوه و افزایش سطح فعال بافت‌های جوان، شرایط فیزیولوژیک میوه برای استقرار و توسعه قارچ عامل بیماری مناسب‌تر می‌شود. در این مرحله، هم‌زمانی رشد سریع میوه و فعالیت بالای قارچ باعث افزایش اهمیت زمان سم‌پاشی می‌گردد. بر اساس نتایج پژوهش نگارنده، در حدود ۴ تا ۵ هفته پس از ریزش گلبرگ‌ها، کمترین درصد آلودگی میوه مشاهده شده که نشان‌دهنده بیشترین اثربخشی قارچ‌کش در این بازه است (شکل ۲). این کاهش معنی‌دار آلودگی بیانگر آن است که سم‌پاشی در این مرحله توانسته از استقرار آلودگی‌های ثانویه و گسترش بیماری روی سطح میوه جلوگیری کند. پس از این بازه، با افزایش سن بافت‌های میوه و وقوع آلودگی‌های تثبیت‌شده، اثر پیشگیرانه قارچ‌کش کاهش می‌یابد. افزایش مجدد درصد آلودگی در تیمارهای دیر هنگام نشان می‌دهد که سم‌پاشی پس از عبور از مرحله حساس فنولوژیک نمی‌تواند کنترل مؤثری بر بیماری اعمال کند. بر این اساس عامل اصلی موفقیت کنترل سفیدک پودری هلو، تطابق زمان سم‌پاشی با مرحله حساس رشد میوه است. در مجموع، نتایج نشان می‌دهد که تعیین زمان سم‌پاشی بر اساس ۴ تا ۵ هفته پس از ریزش گلبرگ‌ها یک معیار علمی، فنولوژیک و قابل تعمیم برای مدیریت سفیدک پودری هلو در سال‌های مختلف و مناطق گوناگون کشور است.



شکل ۲: مقایسه زمان‌های مختلف سم‌پاشی (بر اساس هفته‌های پس از ریزش گلبرگ‌ها) با پایدیفلومتوفن + دینوکونازول در کنترل سفیدک پودری هلو در حاشیه زاینده‌رود

مقایسه کارایی قارچ‌کش‌ها: در این آزمایش، اثر چند قارچ‌کش مختلف در کنترل بیماری سفیدک پودری هلو در حاشیه زاینده‌رود بر اساس درصد آلودگی میوه و در مقایسه با درختان شاهد (آب‌پاشی شده) مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که در تیمار شاهد، درصد آلودگی میوه حدود ۸۸ درصد بوده که بیانگر شدت بالای بیماری در صورت عدم استفاده از قارچ‌کش است. قارچ‌کش دینوکاپ با ثبت ۷۵ درصد آلودگی کاهش محدودی نسبت به شاهد نشان داده و کارایی ضعیفی در کنترل بیماری نشان داد. قارچ‌کش‌های تریدمورف (۳۴٪) و هگزاکونازول (۳۲٪) توانسته‌اند آلودگی میوه را به‌طور قابل توجهی کاهش دهند. اگرچه شدت بیماری کاهش یافت، اما سطحی از آلودگی همچنان در باغ قابل تشخیص بود. اگرچه تریدمورف نسبت به شاهد و دینوکاپ باعث کاهش معنی‌دار بیماری شد، اما درختان تیمار شده با این قارچ‌کش دچار زردی برگ و ریزش میوه شدند؛ به همین دلیل مصرف آن در درختان هلو توصیه نمی‌شود. در مقابل، قارچ‌کش‌های نسل جدیدتر از جمله کرزوکسیم‌متیل (۱۵٪)، پنکونازول (۱۴٪) و کرزوکسیم‌متیل + بوسکالید (۱۲٪) کنترل بسیار مؤثرتری بر بیماری اعمال کرده‌اند. کمترین درصد آلودگی میوه مربوط به تیمار میراوویس دو با ۹ درصد آلودگی بوده است که نشان‌دهنده بالاترین کارایی در بین قارچ‌کش‌های مورد بررسی است (شکل ۳). اختلاف قابل توجه بین تیمارها بیانگر تفاوت در نحوه اثر، پایداری و کارایی مواد مؤثره قارچ‌کش‌ها در شرایط اقلیمی منطقه است. کاهش شدید آلودگی در تیمار پایدیفلومتوفن + دینوکونازول نشان داد که این قارچ‌کش توانسته به‌طور مؤثر از استقرار و گسترش عامل بیماری روی میوه جلوگیری کند. نتایج این آزمایش تأیید می‌کند که

انتخاب قارچ کش مناسب نقش کلیدی در مدیریت سفیدک پودری هلو دارد. در مجموع، پایدیفلومتوفن + دینوکونازول، کرزوکسیم متیل + بوسکالید، پنکونازول و کرزوکسیم متیل به عنوان مؤثرترین قارچ کش ها برای کنترل سفیدک پودری هلو در شرایط حاشیه زاینده رود قابل توصیه هستند.



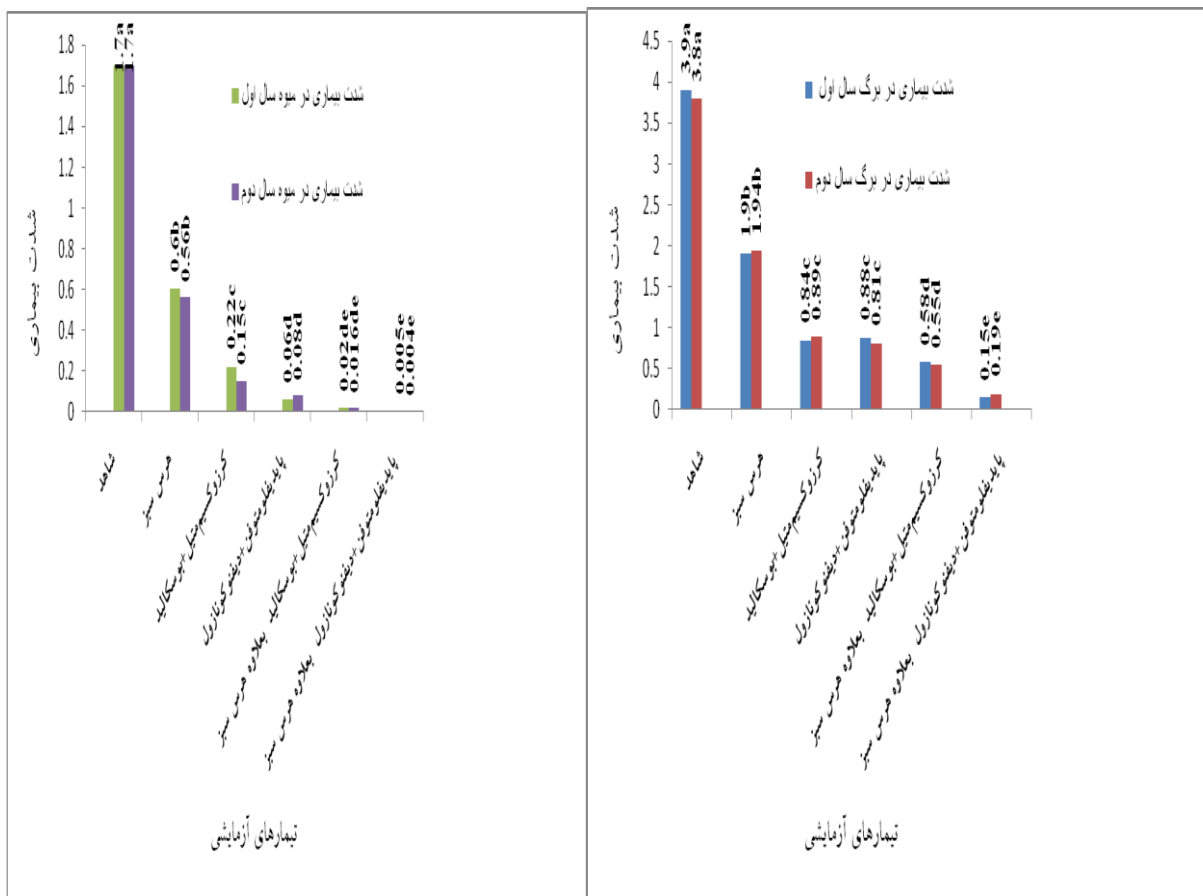
شکل ۳: مقایسه کارایی چند قارچ کش در کنترل سفیدک پودری هلو بر اساس درصد آلودگی میوه در شرایط حاشیه زاینده رود

اثر توام هرس سبز با قارچ کش در کنترل بیماری: داده های شدت بیماری نشان می دهد تیمار ترکیبی پایدیفلومتوفن + دینوکونازول + هرس سبز (در نیمه اول خرداد) در کاهش شدت بیماری برگ و میوه در هر دو سال بهترین عملکرد را دارد، به طوری که شدت بیماری برگ در این تیمار به ۰/۱۵ و ۰/۱۹ و شدت بیماری میوه به ۰/۰۰۵ و ۰/۰۰۴ رسیده که بیانگر کنترل تقریباً کامل بیماری است. تیمار شاهد بالاترین شدت بیماری را در برگ (۳/۹ و ۳/۸) و میوه (۱/۷ در دو سال متوالی) نشان می دهد و فشار بالای بیماری را تأیید می کند (شکل های ۴ و ۵). هرس سبز به تنهایی شدت بیماری را به طور معنی داری نسبت به شاهد کاهش داده، اما به سطح کنترل کامل نرسیده است. قارچ کش کرزوکسیم متیل + بوسکالید شدت بیماری برگ و میوه را به طور مؤثر کاهش داده و نسبت به شاهد عملکرد بالایی دارد. میراوویس دیوو در کنترل شدت بیماری میوه مؤثرتر از

کرزوکسیم‌متیل + بوسکالید عمل کرده، هرچند در شدت بیماری برگ اختلاف زیادی بین این دو مشاهده نمی‌شود. تیمار «کرزوکسیم‌متیل + بوسکالید + هرس سبز» نسبت به هر یک از این دو به‌تنهایی، کاهش بیشتری در شدت بیماری ایجاد کرده است. مقایسه تیمارهای تکی و ترکیبی نشان می‌دهد اثر هرس سبز در کنار قارچ‌کش‌ها به‌مراتب تقویت می‌شود. اختلاف قابل توجه بین تیمارهای ترکیبی و تکی، وجود اثر هم‌افزایی واقعی بین هرس سبز و قارچ‌کش‌ها را نشان می‌دهد. در مجموع، بر اساس شدت بیماری برگ و میوه، مؤثرترین راهکار کنترل سفیدک پودری هلو استفاده از تیمار پایدیفلومتوفن + دیفنوکونازول + هرس سبز است.



شکل ۴: مقایسه اثرات هرس سبز، کاربرد قارچ‌کش و ترکیب هر دو بر درصد آلودگی سفیدک پودری در میوه هلو (سمت راست: درصد آلودگی میوه، سمت چپ: درصد آلودگی برگ)



شکل ۵: مقایسه اثرات هرس سبز، کاربرد قارچ کش و ترکیب هر دو بر شدت بیماری سفیدک پودری در میوه هلو (سمت راست: شدت بیماری در میوه، سمت چپ: شدت بیماری در برگ)

توصیه ترویجی

برای کنترل مؤثر سفیدک پودری هلو در باغ‌های حاشیه زاینده‌رود، سم‌پاشی باید بر اساس فنولوژی میوه انجام شود و بهترین زمان آن حدود ۴ تا ۵ هفته پس از ریزش گلبرگ‌ها است. در میان قارچ‌کش‌های بررسی شده، پایدیفلومتوفن + دیفنوکونازول بیشترین کارایی را نشان داد و پس از آن کرزوکسیم متیل + بوسکالید، پنکونازول و کرزوکسیم متیل نیز نتایج قابل قبولی داشتند. اجرای هرس سبز (در خرداد ماه) به تنهایی باعث کاهش معنی‌دار آلودگی برگ و میوه شد و نقش مهمی در کاهش شدت بیماری ایفا کرد. ترکیب هرس سبز با قارچ‌کش‌ها، به‌ویژه پایدیفلومتوفن + دیفنوکونازول و کرزوکسیم متیل + بوسکالید، اثر هم‌افزایی داشته و منجر به کنترل تقریباً کامل بیماری شد. از آنجا که تعیین زمان مناسب سم‌پاشی در این پژوهش بر مبنای مرحله فنولوژیک میوه و فاصله زمانی پس از ریزش گلبرگ‌ها انجام شده است، نتایج حاصل وابسته به سال زراعی یا شرایط اقلیمی خاص نبوده و بنابراین می‌تواند در سال‌های مختلف و در مناطق گوناگون کشور، به‌عنوان راهنمایی عملی، پایدار و قابل‌اعتماد برای باغداران و

کارشناسان مورد استفاده قرار گیرد. به‌منظور کاهش مصرف سموم و پیشگیری از بروز مقاومت، توصیه می‌شود یک نوبت سم‌پاشی با قارچ‌کش‌های مؤثر جذبی همراه با هرس سبز در برنامه مدیریت تلفیقی باغ‌های هلو به‌کار گرفته شود. با توجه به بروز سریع مقاومت در قارچ عامل سفیدک پودری نسبت به قارچ‌کش‌های جذبی نسل جدید، ضروری است این قارچ‌کش‌ها به‌صورت متناوب و با مکانیسم‌های اثر متفاوت مصرف شوند؛ به‌گونه‌ای که در صورت استفاده از کرزوکسیم‌متیل + بوسکالید در یک سال، در سال بعد از قارچ‌کشی با مکانیسم اثر متفاوت استفاده شود.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش و شباهت شرایط اقلیمی، فنولوژیک و مدیریتی باغ‌های هلو، می‌توان نتیجه گرفت که یافته‌های این مطالعه قابلیت تعمیم به مناطق هم‌اقلیم حاشیه زاینده‌رود را داشته و می‌تواند به‌عنوان مبنای علمی قابل اتکا برای برنامه‌ریزی مدیریت تلفیقی سفیدک پودری هلو در این مناطق از ایران مورد استفاده قرار گیرد.

فهرست منابع

- اشکان، م. ۱۳۸۵. درسنامه بیماری‌های درختان میوه در ایران. انتشارات آبیژ. صفحات ۱۶۵-۱۵۹.
- امانی‌فر، ن. ۱۳۹۴. ارزیابی اثر چند قارچ‌کش جدید با لحاظ زمان‌های مختلف سم‌پاشی در کنترل بیماری سفیدک پودری هلو در استان چهارمحال و بختیاری. گزارش نهایی طرح پژوهشی (شماره فروست ۴۷۷۲۳)، ۲۶ ص.
- امانی‌فر، ن. ۱۴۰۴. ارزیابی اثر تلفیقی پایدیفلومتوفن + دیفنوکونازول و هرس سبز در کنترل سفیدک پودری هلو در مقایسه با کرزوکسیم‌متیل + بوسکالید، گزارش فنی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، ۲۲ ص.
- Al-Sadi, A. M., Al-Raisi, I. J., Al-Azri, M Al-Hasani, H., Al-Shukaili, M. S., Saif, S. F., Al-Shuraiqi, M., Al-Fahdi, K. O. and Deadman, M. L. 2012. Population structure and management of *Podosphaera pannosa* associated with peach powdery mildew in Oman. Journal Phytopathology, 160:647-654.
- FRAC (Fungicide Resistance Action Committee), 2023. *FRAC code list 2023: Fungicides sorted by mode of action (including FRAC Groups 7 and 11)*. Crop Life International. <https://www.frac.info>
- Pascal, T., Pfeiffer, F., and Kervella, J. 2010. Powdery mildew resistance in the peach cultivar pamirskij 5 is genetically linked with the Gr gene for leaf color. HortScience, 45, 150-152. doi.10/21273/HORTSCI.45.1.150
- Reuveni, M., Cohen, M., and Itach, N. 2006. Occurrence of powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa*) in Japanese plum in northern Israel and its control. Crop Protection, 25, 318-323. doi.org/10.1016/j.cropro.2005.05.004
- Yildirim, I., and Dardeniz, A. 2010. Effects of alternative spray programs and various combinations of green pruning on powdery mildew [*Uncinula necator* (Schw.) Burr.] in Karasakız (Kuntra) grape cultivar. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34, 213-223. doi. [10.3906/tar-0809-27](https://doi.org/10.3906/tar-0809-27)