ارزیابی کارآیی قارچ‌کش آمتوکترادین + دی‌متومورف (اوروگو® SC 525) در کنترل بیماری سفیدک کرکی هندوانه، *Pseudoperonospora cubensis*

آزاده گودرزی[۱*]، سید علیرضا دلیلی[۲] و حامد حسن‌زاده خانکهدانی[۳]

۱. بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. ۲.بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران. ۳. بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۱

چکیده

سفیدک کرکی هندوانه با عامل شبه قارچی *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M.A. Curtis) Rostovzev یکی از بیماری‌های مهم هندوانه در کشور به‌شمار می‌رود. در این تحقیق، اثر قارچ‌کش آمتوکترادین + دی‌متومورف (اوروگو® SC 525) در کنترل بیماری سفیدک کرکی هندوانه در استان‌های هرمزگان و مازندران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش، شامل قارچ‌کش اوروگو® با سه دوز ۰/۶، ۰/۷ و ۰/۸در هزار، فسفیت پتاسیم (فسفیت® WSL 530) با دوز ۳ در هزار به عنوان قارچ‌کش مرجع و شاهد بدون قارچ‌کش بودند. محلول‌پاشی کرت‌های آزمایش همزمان با مشاهده نخستین علائم بیماری انجام شد و تیمارهای آزمایش در فواصل زمانی ۱۰-۷ روزه تکرار شدند. تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD محافظت شده (PLSD) صورت گرفت. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، تیمار اوروگو ۰/۸ در هزار در مقایسه با تیمار شاهد دارای بیشترین اثربخشی در کنترل بیماری سفیدک کرکی هندوانه (۸۹/۸۵ درصد در استان هرمزگان و ۸۰/۰۵ درصد در استان مازندران) بود، هرچند که با درصد کنترل بیماری در تیمارهای اوروگو ۰/۷ در هزار (۸۸/۸۸ درصد در استان هرمزگان و ۷۷/۴۸ درصد در استان مازندران) و فسفیت ۳ در هزار (۸۷/۷۲ درصد در استان هرمزگان و ۷۵/۶۰ درصد در استان مازندران) تفاوت آماری معنی‌داری نداشت. با توجه به این که شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه تحت تأثیر قارچ‌کش اوروگو با دوزهای ۰/۷ و ۰/۸ در هزار فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بوده است، توصیه می‌شود از حداقل دوز مؤثر قارچ‌کش اوروگو به منظور کنترل سفیدک کرکی در مزارع هندوانه استفاده گردد.

کلمات کلیدی: کنترل شیمیایی، هندوانه، *Pseudoperonospora cubensis*، آمتوکترادین + دی‌متومورف.

***مسئول مکاتبات:** آزاده گودرزی، a.goudarzi6061@gmail.com

مقدمه:

سفیدک کرکی هندوانه با عامل شبه قارچی *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M.A. Curtis) Rostovzev از بیماری‌های مهم این محصول در ایران به شمار می‌رود. عامل بیماری، انگل اجباری بیوتروف، متعلق به شاخه اامیکوتا[1] از سلسله کرومیستا[2] است و منحصراً اعضای خانواده کدوئیان[3] را مورد حمله قرار می‌دهد (Agrios, 2005; Voglmayr, 2008). در بین اعضای خانواده کدوئیان، ۹ گونه بوسیله این بیمارگر در شرایط طبیعی آلوده می‌شوند. مهم‌ترین میزبان‌های این بیمارگر عبارتند از خیار (*Cucumis sativus*)، طالبی (*Cucumis melo*)، هندوانه (*Citrullus lanatus*)، کدو خورشی (*Cucurbita pepo*) و کدوتنبل (*Cucurbita maxima*) (Lebeda and Widrlechner, 2003). هندوانه به جنس *Citrullus* تعلق دارد و تاکنون گونه‌های *Citrullus colocynthis*، *Citrullus lanatus* و *Citrullus vulgaris* به‌عنوان میزبان‌های *P. cubensis* گزارش شده‌اند (Cohen, 1981). بیماری سفیدک کرکی کدوئیان نخستین بار توسط برکلی و کورتیس در سال ۱۸۶۸ از کوبا (Berkeley and Curtis, 1868) و پس از آن از ژاپن گزارش شد (Kurosawa, 1927). در حال حاضر، سفیدک کرکی کدوئیان تقریباً در تمامی کشورهایی که اعضای خانواده کدوئیان کشت می‌شوند، در صورت فراهم بودن شرایط محیطی بهینه برای توسعه بیماری، مشاهده می‌شود. نخستین گزارش از سفیدک کرکی هندوانه در سال ۱۹۵۲ از کشور هند بوده است (Venkatarayan and Ventkatakrishniah, 1952). در ایران، بیماری سفیدک کرکی کدوئیان نخستین بار در سال ۱۳۴۳ توسط اسکندری در مزارع خیار استان‌های گیلان و مازندران مشاهده شد و پس از آن از مناطق مختلف کشور، به‌ویژه از کشت‌های گلخانه‌ای و زیر پلاستیک بواسطه مهیاشدن شرایط محیطی مطلوب (رطوبت بالا و دمای ۲۲-۱۶ درجه سلسیوس) گزارش شده است (Etebarian, 2006). استان‌های تهران، اصفهان، کرمان، بوشهر، هرمزگان، مازندران و قزوین از مناطق وسیع کشت محصولات جالیزی در کشور محسوب می‌شوند و سفیدک کرکی سالانه خسارت قابل توجهی به محصول کدوئیان در این مناطق وارد می‌سازد (Etebarian, 2006). طبق گزارش ارشاد (Ershad, 2009)، بیماری سفیدک کرکی از گونه *C. vulgaris* در ایران گزارش شده است.

گیاهان میزبان خانواده کدوئیان در تمام مراحل نموی (گیاهچه، گیاه جوان و گیاه بالغ) بوسیله *P. cubensis* آلوده می‌شوند، هرچند که علائم بیماری روی برگ‌های جوان و تازه توسعه یافته نسبتاً نادر است (Lebeda, 1999). علائم بیماری سفیدک کرکی هندوانه شامل لکه‌های زردرنگ، مدور و نامنظم روی برگ‌هاست که بوسیله رگبرگ‌ها محدود نمی‌شوند. این لکه‌ها به تدریج به بخش‌های بافت مرده‌ای به رنگ قهوه‌ای تا سیاه تبدیل می‌شوند که با هاله زردرنگی احاطه می‌شوند. در رطوبت نسبی بالا، بخش زیرین لکه‌ها در سطح پشتی برگ‌ها با پوشش کرکی خاکستری رنگی که متشکل از اندام‌های غیرجنسی عامل بیماری است، پوشیده می‌شود. شرایط محیطی و اکولوژیکی اثر قابل توجهی بر چرخه بیماری، فرآیند بیماری‌زایی، ظهور علائم بیماری و اپیدمیولوژی دارد. تولید اسپورانژیوم‌ها در دامنه حرارتی ۳۰-۵ درجه سلسیوس، با دمای بهینه ۲۰-۱۵ درجه سلسیوس و آزادسازی زئوسپورها از اسپورانژیوم‌ها در درجه حرارت ۳۰-۹ درجه سلسیوس صورت می‌گیرد. رطوبت آزاد سطح برگ‌ها، یک عامل غیرزیستی مؤثر در آلودگی گیاه میزبان با *P. cubensis* به‌شمار می‌رود. علاوه بر این، نرخ رشد برگ و سن فیزیولوژیکی میزبان، میزان زادمایه اولیه قابل دسترس، نور و سرعت از بین‌رفتن بافت برگ

[1] Oomycota
[2] Chromista
[3] Cucurbitaceae

از عوامل تعیین‌کننده پیشرفت بیماری محسوب می‌گردند (Lebeda and Cohen, 2011). تشکیل مرحله جنسی یا اسپورهای عامل سفیدک کرکی کدوئیان به ندرت مشاهده می‌شود و تاکنون تنها از کشورهای اتریش، هند، ایران و چین گزارش شده است (Lebeda and Cohen, 2011).

کنترل شیمیایی *P. cubensis* در ابتدا با قارچ‌کش‌های تماسی و فرمولاسیون‌های مسی، و پس از آن با دی‌تیوکاربامات‌ها[1] صورت می‌گرفت (Cohen, 1981). کلروتالونیل[2] با نام‌های تجاری براوو (Bravo® SC 500)، اکو (Echo® AG 720) و اکوس (Equus® SST 720) و مانب[3] با نام‌های تجاری مانب (Maneb® W 80) و مانکس (Manex® EC 4) از قارچ‌کش‌های تماسی مؤثر در کنترل سفیدک‌های کرکی هستند. تحقیقات صورت گرفته در ایالت کارولینای شمالی نشان داده است که کلروتالونیل در مقایسه با مانب و قارچ‌کش‌های مسی در محافظت و پیشگیری از سفیدک کرکی کدوئیان تأثیر بهتری دارد (McGrath, 2006). میرحسینی مقدم و همکاران (MirHoseini *et al*., 1991) قارچ‌کش‌های مانکوزب[4]، زینب[5] و مانب را در کنترل سفیدک‌های کرکی در استان گیلان مؤثر دانسته و زمان سمپاشی را پیش از ظهور علائم بیماری و یا به محض مشاهده علائم ذکر کرده‌اند. قارچ‌کش‌های سیستمیک از جمله سیموکسانیل[6] با نام تجاری کورزیت (Curzate® DF 60)، سیموکسانیل + فاموکسادون[7] با نام تجاری تانوس (Tanos® DF 50)، دی‌متومورف[8] با نام تجاری آکروبات (Acrobat® SC 500)، مانکوزب + زوفامید[9] با نام تجاری (Gavel® DF 75)، قارچ‌کش‌های فسفریک اسید شامل نام‌های تجاری فوسترول (Phostrol® L)، پروفیت (Profit® SC) و فسفیت (Phosphite® SC)، فنیل‌آمیدها[10]، پروپاموکارب هیدروکلراید[11] با نام تجاری پرویکور فلکس (Previcur Flex® SC)، فوزتیل آلومینیوم[12] با نام تجاری آلیت (Aliette® WG) و سیازوفامید[13] با نام تجاری رانمن (Ranman®400 SC) نیز به منظور کنترل بیماری سفیدک کرکی کدوئیان توصیه شده‌اند (McGrath, 2006). گزارش شده است که قارچ‌کش‌های فسفره جدید، شامل فوسترول، پروفیت و فسفیت، در مقایسه با قارچ‌کش‌های قدیمی‌تر نظیر آلیت در کنترل سفیدک‌های کرکی از اثربخشی بالاتری برخوردارند (McGrath, 2006). در ایالت متحده آمریکا، فلوپیکولید[14] به‌عنوان یکی از مؤثرترین قارچ‌کش‌ها علیه سفیدک‌های کرکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Holmes and Ojiambo, 2009). در تحقیقی، قارچ‌کش‌های آلومینیوم تریس[15] با نام تجاری آلیت (Aliette® WDG 800)، پرویکور فلکس و متالاکسیل[16] + مانکوزب با نام تجاری ریدومیل ام زد (Ridomil MZ® WP 72) در کنترل سفیدک کرکی کدوئیان در جیرفت مؤثر تشخیص داده شدند (Sardouyi *et al*., 1995). طی آزمایشی در خوزستان اثر قارچ‌کش‌های آلومینیوم تریس، مانکوزب و ریدومیل ام-زد و همچنین عصاره کمپوست کود گاوی در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار مورد بررسی قرار گرفت و قارچ‌کش آلومینیوم تریس با میانگین اثربخشی ۹۰ درصد نسبت به تیمار شاهد مؤثر گزارش شد (Mozaffari, 1998). در تحقیق دیگری، اثر قارچ‌کش‌های فلوپیکولید[17] + پروپاموکارب هیدروکلراید با نام تجاری اینفینیتو

[1] dithiocarbamate
[2] chlorothalonil
[3] maneb
[4] mancozeb
[5] zineb
[6] cymoxanil
[7] famoxadone
[8] dimethomorph
[9] zofamid

[10] phenylamide
[11] propamocarb hydrochloride
[12] fosetyl-Al
[13] cyazofamid
[14] fluopicolide
[15] aluminum tris
[16] metalaxyl
[17] fluopicolide

(Infinito® SC 687.5)، ماندیپروپامید[1] با نام تجاری ریووس (Revus® SC 250) و مفونگسام[2] + اکسی کلرور مس با نام تجاری ریدومیل گلد (Ridomil Gold® Plus PW 425) در کنترل سفیدک کرکی خیار در کشت‌های گلخانه‌ای و زیر پلاستیک مورد بررسی قرار گرفت و قارچ‌کش اینفینیتو در کنترل بیماری به عنوان قارچ‌کش مؤثر معرفی گردید (Shahriari *et al*., 2013). در بررسی دیگری، اثر قارچ‌کش رانمن در کنترل سفیدک کرکی خیار در کشت‌های گلخانه‌ای در سه منطقه از استان یزد آزمایش شد و مقادیر ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌لیتر از این قارچ‌کش در هکتار مؤثر گزارش شد (Fani *et al*., 2013). قارچ‌کش‌های تماسی مانب + گوگرد، مانکوزب و کلروتالونیل در پیشگیری از وقوع بیماری سفیدک کرکی و همچنین قارچ‌کش‌های سیستمیک پروپاموکارپ و پیروتیوکارپ در پیشگیری از تشکیل اسپورانژیوم و زئوسپور و متعاقب آن پیشگیری از گسترش بیماری سفیدک کرکی مؤثر گزارش شدند (Sherf and Macnab, 1986). در بررسی دیگری، قارچ‌کش‌های آکروبات به میزان سه در هزار، فاموگسادون + سیموکسانیل با نام تجاری اکویشن پرو (Equation Pro® SC) به میزان ۴۰۰ گرم در هکتار و کلروتالونیل با نام تجاری داکونیل (Daconil® WP 404) به میزان سه لیتر در هکتار، در کنترل بیماری در کشت‌های زیر پلاستیک در استان خوزستان کارآیی خوبی داشته‌اند (Dehghani, 2010). فسفیت یک قارچ‌کش سیستمیک است که برای کنترل سفیدک کرکی خیار، بیماری‌های ناشی از *Phytophthora*، مرگ گیاهچه ناشی از گونه‌های *Pythium* و تیمار سیب‌زمینی جهت کنترل بیماری‌های پس از برداشت (پوسیدگی صورتی و سفیدک کرکی) توصیه شده است. فسفیت دارای اجزای فعال پتاسیم و اسید فسفورو (K_2HPO_4 و KH_2PO_4) است. یون فسفات یک جزء فعال در قارچ‌کش‌های فسفره به شمار می‌رود که به صورت مستقیم در کنترل بیمارگرهای قارچی و تقویت سیستم دفاعی گیاه میزبان مؤثر است. کاربرد فسفیت با سه دوز ۳، ۴ و ۵ در هزار در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار به صورت قابل توجهی مؤثر اعلام شده است (Fani *et al*., 2014). در مطالعات مختلف، قارچ‌کش اوروگو در کنترل بیماری سفیدک کرکی سیب‌زمینی، مو و گیاهان جالیزی به عنوان قارچ‌کش مؤثر معرفی شده است. در تحقیقی کارآیی دو قارچ‌کش اوروگو و کاریال استار در مقایسه با اینفینیتو و رانمن به‌عنوان قارچ‌کش‌های مرجع در کنترل سفیدک کرکی خیار مورد بررسی قرار داده شد (Azimi *et al*., 2018). نتایج این تحقیق نشان داد که قارچ‌کش اوروگو با دوز ۰/۷ و ۰/۸ در هزار به ترتیب ۸۰/۳ و ۸۰/۷ درصد و قارچ‌کش کاریال استار با دوز ۰/۷ در هزار ۷۷/۲ درصد در کاهش شدت بیماری در مقایسه با شاهد آب‌پاشی مؤثر بوده‌اند. به علاوه، کارآیی قارچ‌کش‌های اینفینیتو با دوز ۲ در هزار و رانمن با دوز ۰/۵ در هزار در کنترل سفیدک کرکی خیار به ترتیب ۶۶ و ۷۲/۸ درصد بود. در تحقیق حاضر، اثر قارچ‌کش اوروگو در مقایسه با قارچ‌کش فسفیت به عنوان قارچ‌کش مرجع در کنترل بیماری سفیدک کرکی هندوانه در استان‌های هرمزگان و مازندران، در مزارعی با سابقه آلودگی به این بیماری مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها:

اجرای آزمایش در استان هرمزگان در سه ماهه سوم سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در روستای راونگ از توابع بخش مرکزی شهرستان میناب (شکل۱A) و در استان مازندران در سه ماهه نخست سال ۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل (شکل۱B)، که هر دو منطقه مسبوق به وقوع بیماری سفیدک کرکی هندوانه هستند، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و

[1] mandipropamid
[2] mefenoxam

چهار تکرار صورت گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۱۰ بوته روی یک ردیف کشت به طول ۱۰ متر با فاصله ردیف ۱۸۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۹۰ سانتی‌متر بود. بذور هندوانه، رقمی از تیپ کریمسون سوئیت، به صورت مستقیم و کپه‌کاری روی خطوط کشت شدند و آبیاری، تغذیه و مراقبت‌های ضروری از بوته‌ها صورت گرفت. تیمارهای آزمایش، شامل قارچ‌کش اوروگو با سه دوز ۰/۶، ۰/۷ و ۰/۸ در هزار، فسفیت با دوز ۳ در هزار به عنوان قارچ‌کش مرجع و شاهد بدون قارچ‌کش، بودند (جدول ۱).

شکل ۱- مکان‌های اجرای آزمایش در تحقیق حاضر. A) مزرعه هندوانه آزمایشی واقع در روستای راونگ از توابع بخش مرکزی شهرستان میناب در استان هرمزگان، B) مزرعه هندوانه آزمایشی واقع در ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل در استان مازندران.

Figure 1. Locations of experiment performance in this study. A) Experimental watermelon field in Ravang village from environs around Minab in Hormozgan province, B) Experimental watermelon field in Gharakhil crop research station in Mazandaran province.

جدول ۱- تیمارهای اعمال‌شده در مزارع هندوانه.

Table 1. Treatments applied in watermelon fields.

No.	Treatments	Dosage (ml L^{-1})
1	Ametoctradin + Dimethomorph (Orvego® SC 525)	0.6
2	Ametoctradin + Dimethomorph (Orvego® SC 525)	0.7
3	Ametoctradin + Dimethomorph (Orvego® SC 525)	0.8*
4	Potassium phosphite (Phosphite® WSL 530)	3
5	Control	

* دوز توصیه‌شده توسط شرکت BASF

* Proposed dosage by BASF

اعمال تیمارهای آزمایش همزمان با مشاهده نخستین علائم بیماری سفیدک کرکی در مزرعه به صورت محلول‌پاشی آغاز شد. محلول‌پاشی گیاهان با استفاده از سمپاش پشتی کتابی انجام شد و پوشش کامل قارچ‌کش روی بوته‌ها ایجاد شد. محلول‌پاشی‌ها باتوجه به شرایط آب و هوایی منطقه مورد آزمایش، به فواصل زمانی ۱۰- ۷ روزه تکرار شدند. جمع‌آوری داده‌ها از کرت‌های آزمایشی در دو نوبت، زمانی که علائم بیماری در ۵۰ و ۹۰ درصد گیاهان شاهد بدون قارچ‌کش مشاهده شد، صورت گرفت. به منظور ارزیابی بیماری، از هر ۱۰ بوته موجود در کرت‌های آزمایشی، ۱۰ برگ از قسمت‌های مختلف بوته‌ها جمع‌آوری و شدت بیماری بر اساس معیار نمره‌دهی توماس و همکاران (Thomas *et al.*, 1987) محاسبه گردید (جدول ۲). شدت بیماری سفیدک کرکی برای هر کرت با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$DS = \frac{\Sigma(ni \times vi)}{N \times V} \times 100$$

در این فرمول، DS: شدت بیماری (٪)، ni: تعداد برگ‌های با نمره مشابه، vi: نمره بیماری از ۹-۱ برای هر برگ، N: تعداد کل برگ‌های مورد ارزیابی، V: بالاترین نمره بیماری (۹) است. داده‌های حاصل از شدت بیماری در هر کرت با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و تجزیه واریانس و میانگین‌ها با آزمون LSD محافظت شده (PLSD) مقایسه شد.

جدول ۲- ارزیابی شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه بر اساس معیار نمره‌دهی توماس و همکاران (Thomas *et al*., 1987)

Table 2. Evaluation of watermelon downy mildew severity according to the rating scale of Thomas *et al*. (1987)

Score	Description of disease symptoms
1	No disease symptoms
3	Appearance of chlorotic and necrotic spots with distinct halo on the upper surface of the leaves and formation of fungal mass on the lower surface of the leaves, lack of active sporangiums in the spots of the lower surface of the leaves
5	Appearance of chlorotic and necrotic spots with distinct halo on the upper surface of the leaves and formation of fungal mass on the lower surface of the leaves, formation of active sporangiums in limited numbers in the spots of the lower surface of the leaves
7	Appearance of chlorotic and necrotic spots with distinct halo on the upper surface of the leaves and formation of fungal mass on the lower surface of the leaves, development of abundant scaterred spots on the lower surface of the leaves, formation of abundant active sporangiums in the spots of the lower surface of the leaves
9	Appearance of chlorotic and necrotic spots with distinct halo on the upper surface of the leaves and formation of fungal mass on the lower surface of the leaves, development of abundant coalescedspots on the lower surface of the leaves, formation of abundant active sporangiums in the spots of the lower surface of the leaves

نتایج:

تجزیه مرکب داده‌های حاصل از ارزیابی شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه در استان‌های هرمزگان و مازندران نشان داد که بین مکان‌های اجرا و تیمارهای آزمایش در سطح یک درصد اختلاف آماری معنی‌دار وجود دارد. به‌علاوه، اثر متقابل مکان و تیمار نیز در سطح یک درصد دارای اختلاف آماری معنی‌دار بود (جدول۳). در ادامه، تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مربوط به هر مکان اجرا به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه تحت تأثیر تیمارهای آزمایش در استان‌های هرمزگان و مازندران.

Table 3. Combined analysis of variance of the watermelon downy mildew severity imposed by the trial treatments in Hormozgan and Mazandaran provinces.

Source of variations (S.V.)	D.F.	Sum of squares (S.S.)	Mean squares (M.S.)	F. value	Coefficient of variation (C.V %)
Location	1	2439.8	2439.8	228.3**	
Error	6	47.3	7.9	-	
Treatment	4	5900.8	1475.2	138.0**	13.7
Location × Treatment	4	609.4	152.4	14.3**	
Error	24	256.5	10.7	-	
Total	39	9253.8	-	-	

** معنی‌دار در سطح یک درصد

** Significant at $P \leq 0.01$

اجرای آزمایش در استان هرمزگان

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اجرای آزمایش در استان هرمزگان نشان داد که بین تیمارهای آزمایش در سطح یک درصد اختلاف آماری معنی‌دار وجود دارد. بین تکرارهای آزمایش (بلوک‌ها) هیچ‌گونه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). بر اساس مقایسه میانگین شدت بیماری سفیدک کرکی در تیمارهای مختلف، کمترین شدت بیماری در تیمار اوروگو ۰/۸ در هزار (۱۰/۱۵ درصد) مشاهده شد، هرچند که با شدت بیماری در تیمارهای اوروگو ۰/۷ در هزار (۱۱/۱۲ درصد) و فسفیت ۳ در هزار به عنوان قارچ‌کش مرجع (۱۲/۲۸ درصد) فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بود و هر سه تیمار در یک گروه آماری قرار گرفتند. تیمار اوروگو ۰/۶ در هزار (۱۴/۲۵ درصد) پس از تیمارهای ذکر شده در گروه آماری بعدی قرار گرفت. به‌علاوه، بیشترین شدت بیماری در تیمار شاهد بدون قارچ‌کش (۳۲/۲۸ درصد) مشاهده شد. نتایج حاصل از اجرای آزمایش در استان هرمزگان نشان داد که اعمال تیمارهای قارچ‌کش (شامل قارچ‌کش اوروگو با سه دوز ۰/۶، ۰/۷ و ۰/۸ در هزار و فسفیت با دوز ۳ در هزار به عنوان قارچ‌کش مرجع) شدت بیماری را در مقایسه با تیمار شاهد بدون قارچ‌کش به صورت معنی‌داری کاهش داده است (جدول ۵-شکل ۲).

جدول ۴- تجزیه واریانس شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه تحت تأثیر تیمارهای آزمایش در استان هرمزگان.

Table 4. Analysis of variance of watermelon downy mildew severity imposed by trial treatments in Hormozgan province.

Source of variations (S.V.)	D.F.	Sum of squares (S.S.)	Mean squares (M.S.)	F. value	Coefficient of variation (C.V %)
Replication	3	10.8	3.6	0.87ns	
Treatment	4	1359.2	339.8	82.0**	
Error	12	49.8	4.2	-	12.7
Total	19	1419.8	-	-	

ns غیرمعنی‌دار

** معنی‌دار در سطح یک درصد

ns Nonsignificant

** Significant at $P \leq 0.01$

جدول ۵- مقایسه میانگین شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه تحت تأثیر تیمارهای آزمایش در استان هرمزگان.

Table 5. Mean comparison of watermelon downy mildew severity imposed by trial treatments in Hormozgan Province.

Treatments	Dosage (ml L^{-1})	Watermelon downy mildew severity (%)	Efficacy (%)
Ametoctradin + Dimethomorph (Orvego®525 SC)	0.6	14.25b± 0.685	85.75
Ametoctradin + Dimethomorph (Orvego® 525 SC)	0.7	11.12bc ± 1.252	88.88
Ametoctradin + Dimethomorph (Orvego® 525 SC)	0.8	10.15c ± 0.912	89.85
Potassium phosphite (Phosphite® 530 WSL)	3	12.28bc ± 1.314	87.72
Control		32.28a ± 0.671	67.72

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵ درصد آزمون PLSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different at $P \leq 0.05$ according to PLSD Test.

شکل ۲- شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه تحت تأثیر تیمارهای مختلف در مزرعه آزمایشی در استان هرمزگان. الف) تیمار قارچ‌کش اوروگو با دوز ۰/۸ در هزار (۱۰/۱۵ درصد)، ب) تیمار قارچ‌کش اوروگو با دوز ۰/۷ در هزار (۱۱/۱۲ درصد)، ج) تیمار قارچ‌کش اوروگو با دوز ۰/۶ در هزار (۱۴/۲۵ درصد)، د) تیمار فسفیت با دوز ۳ در هزار (۱۲/۲۸ درصد)، ه) تیمار شاهد بدون قارچ-کش (۳۲/۲۸ درصد)

Figure 2. The severity of watermelon downy mildew imposed by different treatments in experimental field in Hormozgan province. A) Orvego of dosage 0.8 ml L-1 (10.15%), B) Orvego of dosage 0.7 ml L-1 (11.12%), C) Orvego of dosage 0.6 ml L-1 (14.25%), D) Phosphite of dosage 3 ml L-1 (12.28%), E) control treatment withoutfungicide application (32.28%).

در استان هرمزگان، علائم بیماری سفیدک کرکی هندوانه تا پایان دوره آزمایش در تیمار شاهد بدون قارچ‌کش در کمتر از ۵۰ درصد گیاهان (حد نصاب مورد نیاز برای ارزیابی نوبت اول) مشاهده شد. از این‌رو در این استان، شدت بیماری تنها در یک نوبت ارزیابی گردید.

اجرای آزمایش در استان مازندران

بر اساس نتایج تجزیه واریانس شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه در استان مازندران، تیمارهای مختلف آزمایش در سطح یک درصد دارای اختلاف آماری معنی‌دار بودند. بین تکرارهای آزمایش (بلوک‌ها) هیچ‌گونه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. به‌علاوه، اثر انفرادی نوبت ارزیابی و اثر متقابل تیمار و نوبت ارزیابی بر شدت بیماری به‌ترتیب در سطح یک و ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶).

جدول ۶-تجزیه واریانس شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه تحت تأثیر تیمارهای آزمایش در استان مازندران.

Table 6. Analysis of variance of watermelon downy mildew severity imposed by the trial treatments in Mazandaran province.

Source of variations (S.V.)	D.F.	Sum of squares (S.S.)	Mean squares (M.S.)	F. value	Coefficient of variation (C.V %)
Replication (R)	3	18.4	6.1	0.34ns	16.4
Treatment (A)	4	6934.2	1733.6	95.4**	
Error	12	142.4	11.9	0.65	
Assessment time (B)	1	1288.2	12.88.2	70.9**	
A × B	4	334.5	83.6	40.6*	
R × B	3	35.2	11.7	0.64ns	
Error	12	218.1	18.2	-	
Total	39	8971.0	-		

ns Nonsignificant
* Significant at $P \leq 0.05$
** Significant at $P \leq 0.01$

ns غیر معنی‌دار
* معنی‌دار در سطح ۵ درصد
** معنی‌دار در سطح یک درصد

ارزیابی شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه در مزرعه آزمایشی در استان مازندران در دو نوبت، به ترتیب زمانی‌که علائم بیماری در ۵۰ و ۹۰ درصد گیاهان شاهد بدون قارچ‌کش مشاهده شد، صورت گرفت. مقایسه میانگین اثرات انفرادی و متقابل تیمار و نوبت ارزیابی بر شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه بر اساس آزمون LSD در جدول ۷ ارائه شده است. در ارزیابی نوبت اول، کمترین شدت بیماری در تیمار اوروگو ۰/۸ در هزار (۱۲/۳۸ درصد) مشاهده شد، هرچند که شدت بیماری در این تیمار با تیمارهای اوروگو ۰/۶ در هزار (۱۸/۴۵ درصد)، اوروگو ۰/۷ در هزار (۱۴/۹۵ درصد) و تیمار فسفیت ۳ در هزار (۱۵/۱۵ درصد) فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بود و چهار تیمار ذکرشده از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند. به‌علاوه، بیشترین شدت بیماری (۴۰/۵۰ درصد) در تیمار شاهد بدون قارچ‌کش مشاهده شد که با سایر تیمارها در سطح یک درصد دارای اختلاف آماری معنی‌دار بود (جدول ۷).

در ارزیابی نوبت دوم، کمترین شدت بیماری در تیمار اوروگو ۰/۸ در هزار (۱۹/۹۵ درصد) مشاهده شد، هرچند که شدت بیماری در این تیمار با تیمارهای اوروگو ۰/۷ در هزار (۲۲/۵۲ درصد) و فسفیت ۳ در هزار (۲۴/۴۰ درصد) فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بود. به‌علاوه، شدت بیماری در تیمار اوروگو ۰/۸ در هزار با تیمار اوروگو ۰/۶ در هزار (۲۸/۰۰ درصد) در سطح ۵ درصد دارای اختلاف آماری معنی‌دار بود. بیشترین شدت بیماری مشابه با ارزیابی نوبت اول در تیمار شاهد بدون قارچ‌کش (۶۳/۳۰ درصد) مشاهده شد که با سایر تیمارهای آزمایش در سطح ۵ درصد دارای اختلاف آماری معنی‌دار بود. مقایسه میانگین شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه در دو نوبت ارزیابی نشان داد که تأثیر زمان ارزیابی بر شدت بیماری از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. نتایج حاصل از اجرای آزمایش در استان مازندران نشان داد که اعمال تیمارهای قارچ‌کش (شامل قارچ‌کش اوروگو با سه دوز ۰/۶، ۰/۷ و ۰/۸ در هزار و فسفیت با دوز ۳ در هزار به‌عنوان قارچ‌کش مرجع) شدت بیماری را در مقایسه با تیمار شاهد بدون قارچ‌کش به صورت معنی‌داری کاهش داده است (جدول ۷).

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار و نوبت ارزیابی بر شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه در استان مازندران

Table 7. Mean comparison of watermelon downy mildew severity imposed by the trial treatments in Mazandaran province.

Treatments	Dosage ($ml\ L^{-1}$)	Watermelon downy mildew severity (%)	
		First assessment time	Second assessment time
Ametoctradin + Dimethomorph (Orvego® 525 SC)	0.6	18.42 Bb±2.36	28.00 A b±1.30
Ametoctradin + Dimethomorph (Orvego® 525 SC)	0.7	14.95 Bb±1.69	22.52 Abc±2.61
Ametoctradin + Dimethomorph (Orvego® 525 SC)	0.8	12.38 Bb±0.82	19.95 Ac±1.78
Potassium phosphite (Phosphite® 530 WSL)	3	15.15 Bb±0.92	24.40 Abc±2.43
Control		40.50 Ba±2.08	63.30 Aa±1.65

میانگین‌های موجود در هر ستون دارای حداقل یک حرف کوچک مشترک (مقایسه تیمارها در هر زمان ارزیابی) و میانگین‌های موجود در هر ردیف دارای حداقل یک حرف بزرگ مشترک (مقایسه هر تیمار در دو زمان ارزیابی)، در سطح ۵ درصد آزمون PLSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means in each column followed by at least one same small letter (comparison of the treatments in each assessment time) and means in each row followed by at least one same capital letter (comparison of each treatment in two assessment times) are not significantly different at $P \leq 0.05$ according to PLSD Test.

بحث:

سفیدک کرکی هندوانه با عامل شبه قارچی *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M.A. Curtis) Rostovzev یکی از بیماری‌های مهم این محصول در کشور به شمار می‌رود. به‌منظور مدیریت و کاهش خسارت این بیماری، راهکارهای متعددی به‌کار گرفته می‌شوند که کنترل شیمیایی با قارچ‌کش‌ها از مهم‌ترین روش‌ها محسوب می‌گردد. میزان خسارت بالای بیماری سفیدک کرکی هندوانه، استفاده از سموم شیمیایی کم‌خطر را در مدیریت این بیماری ضروری می‌سازد. عوامل آب و هوایی از جمله درجه حرارت، رطوبت نسبی و بارندگی، اثر قابل توجهی بر چرخه بیماری سفیدک کرکی هندوانه، فرآیند بیماری‌زایی، ظهور علائم بیماری و اپیدمیولوژی دارند. درجه حرارت، رطوبت نسبی و برهم‌کنش آنها در وقوع آلودگی، کنیدی‌زایی، پراکندگی و در دسترس‌بودن زادمایه *P. cubensis* و متعاقب آن شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه نقش قابل توجهی ایفاء می‌کنند. رطوبت آزاد سطح برگ‌ها، یک عامل غیرزیستی مؤثر در آلودگی گیاه میزبان با *P. cubensis* به شمار می‌رود. تداوم رطوبت سطح برگ‌ها به مدت حداقل شش ساعت به منظور وقوع آلودگی در برگ‌ها ضروری است (Lebeda and Cohen, 2011). در بازه زمانی اجرای آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۶ در استان هرمزگان، میزان بارندگی در منطقه راونگ صفر بود. با توجه به نقش تعیین‌کننده رطوبت در استقرار عامل بیماری سفیدک کرکی هندوانه، شاید بتوان عدم ظهور علائم این بیماری تا پایان فصل کشت محصول هندوانه در مزرعه موردنظر را به این عامل نسبت داد.

نتایج حاصل از کاربرد قارچ‌کش اوروگو در سال زراعی ۱۳۹۷ در مزارع هندوانه آزمایشی در استان‌های هرمزگان و مازندران نشان‌دهنده کارآیی این قارچ‌کش در کنترل بیماری سفیدک کرکی هندوانه بوده است. بیشترین درصد کنترل بیماری در هر دو مکان اجرا در کاربرد دوزهای ۰/۷ و ۰/۸ در هزار قارچ‌کش اوروگو حاصل شد. این دو تیمار فاقد تفاوت آماری معنی‌داری بودند و در مقایسه با تیمارهای اوروگو ۰/۶ در هزار و فسفیت ۳ در هزار اثربخشی بیشتری داشتند. کاربرد تیمار اوروگو ۰/۶ در هزار نیز در مقایسه با تیمار شاهد بدون قارچ‌کش در کنترل بیماری مؤثر بود؛ هرچند که با افزایش دوز قارچ‌کش، روند آهسته‌تری در پیشرفت شدت بیماری مشاهده شد، به‌طوری که کمترین شدت بیماری در تیمار اوروگو ۰/۸ در هزار مشاهده شد. نتایج حاصل از تحقیق حاضر با یافته‌های تحقیق پیشین (Azimi *et al*., 2018) در خصوص اثربخشی قارچ‌کش اوروگو با دوز ۰/۷ و ۰/۸ در هزار (به ترتیب ۸۰/۳ و ۸۰/۷ درصد) در کاهش شدت بیماری سفیدک کرکی خیار، دارای مطابقت است.

اوروگو یک قارچ‌کش تماسی، دارای نحوه اثر حفاظتی و سیستمیک-موضعی است که به منظور کنترل سفیدک‌های کرکی و نیز بادزدگی سیب‌زمینی (ناشی از *Phytophthora infestans*)، پس از مشاهده نخستین علائم بیماری و یا طی شرایط محیطی مساعد برای توسعه بیماری به‌کار برده می‌شود. اوروگو دارای دو جزء فعال آمتوکترادین[1] و دی‌متومورف[2] است. آمتوکترادین، از گروه جدید تریازول-پیریمیدیلامین[3] و بازدارنده قوی تنفس میتوکندریایی در کمپلکس Cytochrome III (bc1) اامیست‌هاست که بوسیله شرکت BASF به منظور کنترل بیماری سفیدک کرکی در بسیاری از میزبان‌های گیاهی از جمله مو، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و گیاهان جالیزی معرفی شده است (Merk *et al*., 2011). آمتوکترادین دارای یک نقطه اثر است و از نظر خطر ایجاد مقاومت در گروه متوسط تا بالا قرار دارد. از این‌رو، به‌کارگیری راهکارهای مدیریتی به‌منظور اجتناب

[1] Ametoctradin
[2] Dimethomorph
[3] Triazolo-Pyrimidylamine

از ایجاد مقاومت در بیمارگرها در زمان استفاده از این قارچ‌کش ضروری است (FARC=45) (Merk *et al.*, 2011). دی‌متومورف به گروه شیمیایی سینامیک اسید آمیدها تعلق دارد و بازدارنده سنتز دیواره سلولی است. این قارچ‌کش در سال ۱۹۸۸ به عنوان قارچ‌کش سیستمیک با اثر حفاظتی-درمانی و بازدارنده هاگ‌آوری اعضای خانواده Pernosporaceae و همچنین جنس *Phytophthora* معرفی شده است (Cohen *et al.*, 1995). فعالیت ضد هاگ‌آوری دی‌متومورف، پتانسیل آلودگی مجدد گیاه میزبان به وسیله عامل بیماری را کاهش می‌دهد. به عبارت دیگر دی‌متومورف، از آلودگی میزبان به وسیله اسپورانژیوم‌ها و زئوسپورها ممانعت می‌کند. این نحوه عمل منحصر به‌فرد به این معنی است که دی‌متومورف با سویه‌های قارچی مقاوم به فنیل آمید هیچ‌گونه مقاومت تقاطعی نخواهد داشت. این قارچ‌کش از نظر خطر ایجاد مقاومت در گروه پایین تا متوسط قرار دارد (FARC=40) (Tegge *et al.*, 2011).

با توجه به این که شدت بیماری سفیدک کرکی هندوانه تحت تأثیر تیمارهای اوروگو با دوز ۰/۷ و ۰/۸ در هزار فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بوده است، توصیه می‌شود به‌منظور کاهش مقدار مصرف قارچ‌کش، از حداقل دوز مؤثر این قارچ‌کش (۰/۷ در هزار) در فواصل زمانی ۱۰-۷ روزه به‌منظور کنترل بیماری سفیدک کرکی در مزارع هندوانه استفاده گردد. قارچ‌کش اوروگو به‌دلیل دارابودن بیش از یک نقطه اثر و همچنین اثربخشی در مقادیر کم، می‌تواند به منظور ممانعت از ایجاد جمعیت‌های مقاوم عامل بیماری جایگزین مناسبی برای قارچ‌کش‌های دارای مکانیسم اثر اختصاصی باشد.

References:

Agrios, G. N. 2005. Plant pathology. Academic Press, U.S.A. 635 pp.

Azimi, H., Beiki Firouzchayi, F. and Fani, R. 2018. Evaluation of efficacy of Orvego SC 525 and Carial Star fungicides in control of cucurbit downy mildew. Final report of research project, Iranian Research Institute of Plant Protection. 54822, 24 pp. [In Persian with English Summary].

Berkeley, M. S. and Curtis, A. 1868. Peronospora cubensis.Journal of the Linnean Society Botanu. (10): 363.

Cohen, Y. 1981. Downy mildew of cucurbits. In: Spencer, D. M., (Ed.), the downy mildews. Academic Press, London, pp. 341-354.

Cohen, Y., Baider, A. and Cohen, B. H. 1995. Dimethomorph activity against Oomycete fungal plant pathogens. Phytopathology. (85): 1500-1506.

Dehghani, A., Ranjbar, A., Bagheri, S. and Shahriari, D. 2010. Determination of fungicides effect in control of cucumber downy mildew in undercovering crop and greenhouse. Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 38387, 35 pp. [In Persian with English Summary].

Etebarian, H. R. 2006. Vegetable Diseases and their Control, Tehran University Press, Iran, 554 pp. [In Persian].

Ershad, H. 2009. The Fungi of Iran. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran. 837 pp. [In Persian]

Fani, S. R., Moradi, M., Esmaeelzadeh Hoseini, S. A. R., Dashtakian, K. and Sarpelleh, A. 2013. The efficacy of cyazofamid SC 400 in control of cucumber downy mildew in greenhouse. Pesticides in Plant Protection Sciences. 1(2): 103-114. [In Persian with English Summary].

Fani, S. R., Shahriari, D., Esmaeelzadeh Hoseini, S. A. R. and Sarpelleh, A. 2014. The efficacy of potassium phosphite (Phosphite® WSL %53) in control of cucumber downy mildew in greenhouse. Pesticides in Plant Protection Sciences. 2(2): 83-91. [In Persian with English Summary].

Holmes, G. J. and Ojiambo, P. 2009. Chemical control of cucurbit downy mildew: a summary of field experiments in the U.S. Phytopathology. (99): S171.

Kurosawa, E. 1927. Studies on Plasmopara cubensis. Journal of Natural History Society of Formosa. (17): 1-18.

Lebeda, A. and Cohen, Y. 2011. Cucurbit downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*)-biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control. European Journal of Plant Pathology. (129): 157-192.

Lebeda, A. 1999. *Pseudoperonospora cubensis* on *Cucumis* spp. and *Cucurbita* spp. resistance breeding aspects. Acta Horticulture. (492): 363-370.

Lebeda, A. and Widrlechner, M. P. 2003. A set of Cucurbitaceae taxa for differentiation of *Pseudoperonospora cubensis* pathotypes. Journal of Plant Disease and Protection. (110): 337-349.

McGrath, M.T. 2006. Update on Managing Downy Mildew in Cucurbits. Vegetable MD Online, Long Island Horticultural Research and Extension Center. http://vegetablemd online.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Cuc_ Downy.htm#Top [Accessed on 14 November 2016].

Merk, M., Gold, R. E., Schiffer, H., Levy, T., Frechen, T. and Saramago, J. 2011. Initium®: a new innovative fungicide of a new chemical class for the control of late blight and downy mildews diseases. Acta Horticulturae. (917): 143-148.

MirHoseini Moghaddam, A., Irani, P., Nowrouzi, R. and Zaker, M. 1991. Investigation of bio-ecology of the causal agent of cucurbit downy mildew and its control. Final report of research project, Iranian Research Institute of Plant Protection. 25 p. [In Persian with English Summary].

Mozaffari, H. 1998. Study of *Pseudoperonospora cubensis* life cycle, the causal agent of cucumber downy mildew, and its control in Khouzestan province. M.Sc. Thesis, Shahid Chamran University. 120 pp. [In Persian with English Summary].

Sardouyi, Z., Jalayani, N. and Sharifi Tehrani, A. 1995. Evaluation of some fungicides for cucumber downy mildew control and identification of other hosts. Final report of research project, Iranian Research Institute of Plant Protection.18 pp. [In Persian with English Summary].

Shahriari, D., Nasr Esfahani, M. and Dehghani, A. 2013. Supplementary investigation of the effect of Infinito, Orius and Ridomil Gold Plus fungicides in control of cucumber downy mildew in greenhouse. Final report of research project, Iranian Research Institute of Plant Protection. 43578, 19 p. [In Persian with English Summary].

Sherf, A. F. and Macnab, A. A. 1986. Vegetable Diseases and their Control. Wiley Interscience, New York. 728 pp.

Tegge, V., Erveni Kiers, E., Kruts, M., Murray, A. and Brix, H. D. 2011. Recommendations and field performance of Initium® based products against *Phytophthora infestans* in potato. Thirteenth EuroBlight Workshop St. Petersburg (Russia), 9-12 October.

Thomas, C. E., Inaba, T. and Cohen, Y. 1987. Physioligical specialization in *Pseudoperonospora cubensis*. Phytopathology. (77): 1621-1624.

Venkatarayan, S. V. and Ventkatakrishniah, N. S. 1952. New hosts of the downy mildew of cucurbits in India. Current Science. (22): 183-184.

Voglmayr, H. 2008. Progress and challenges in systematics of downy mildews and white blister rusts: new insights from genes and morphology. European Journal of Plant Pathology. (122): 3-18.

Assessment of Efficacy of ametoctradin + dimethomorph (Orvego® 525 SC) in the Control of Watermelon Downy Mildew, *Pseudoperonospora cubensis*

Goudarzi, A.*[1], Dalili, S. A.[2] and Hassanzadeh khankahdani, H.[3]

1. Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Hormozgan Province, AREEO, Bandar Abbas, Iran. 2. Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Mazandaran Province, AREEO, Sari, Iran. 3. Horticulture Crops Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Hormozgan Province, AREEO, Bandar Abbas, Iran.

Received: Apr, 15, 2020 Accepted: Jul, 22, 2020

Abstract

Watermelon downy mildew caused by the fungus-like pathogen *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M.A. Curtis) Rostovzev is one of the most important diseases of this crop in Iran. The aim of this study was assessment of efficacy of the fungicide ametoctradin + dimethomorph (Orvego® 525 SC) to control watermelon downy mildew in a completely randomized block design with four replications in Hormozgan and Mazandaran provinces. Treatments included Orvego® of three dosages 0.6, 0.7 and 0.8 ml L^{-1}, Potassium phosphite (Phosphite®530 WSL) of dosage 3 ml L^{-1} as standard fungicide and a control treatment without fungicide application. The treatments were applied upon appearance of the first disease symptoms and repeated with 7- to 10-day intervals. Statistical data analysis was done using SAS software and comparision of means was carried out using protected least significant difference (PLSD). According to the results, Orvego of dosage 0.8 ml L^{-1} had the highest efficiency in the disease control (%89.85 in Hormozgan province and %80.05 in Mazandaran province); however, it did not significantly differ with Orvego of dosage 0.7 ml L^{-1} (%88.88 in Hormozgan province and %77.48 in Mazandaran province) and Potassium phosphite of dosage 3 ml L^{-1} (%87.72 in Hormozgan province and %75.60 in Mazandaran province). Since the severity of watermelon downy mildew under the influence of Orvego of two dosages 0.8 and 0.7 ml L^{-1} did not significantly differ, application of the least effective dosage of the fungicide for controlling of downy mildew in watermelon fields is recommended.

Keywords: Chemical control,Watermelon,*Pseudoperonospora cubensis*, ametoctradin-dimethomorph

***Corresponding author:** Azadeh Goudarzi, Email: a.goudarzi6061@gmail.com