

اثر بیکربنات پتاسیم در کنترل سفیدک پودری جالیز (*Erysiphe cichoracearum* DC.) در شرایط مزرعه و گلخانه

حسین عظیمی^{۱*}

۱. آزمایشگاه تحقیقات گیاه پزشکی کرج، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، استان البرز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۷

چکیده

اثر بیکربنات پتاسیم (کالیبان[®] SP 85%) در کنترل بیماری سفیدک پودری جالیز، با هدف گسترش استفاده از مواد بی خطر و سازگار با محیط زیست روی میزبان خیار بررسی گردید. آزمایشات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار در شرایط مزرعه با هیبرید بتا آلفا (βα) و گلخانه با لاین (Adrian) L489 طی دو سال اجرا شد. تیمارهای آزمایشات شامل دزهای مختلف کالیبان و قارچ کش دینوکاپ (کاراتان[®] WP 18.25%) به عنوان قارچ کش مرجع همراه با تیمار شاهد بودند. سم پاشی کرت های آزمایشی با مشاهده اولین علائم بیماری آغاز و تا رسیدن آلودگی تیمار شاهد به حداکثر آلودگی (میانگین ۸۷ در مقیاس هورسفال و بارات) ممکن با فاصله ۱۴-۵ روز ادامه یافت. ارزیابی اثر تیمارها در کاهش شدت بیماری با تعیین شاخص شدت بیماری (DSI) برای هر کرت آزمایشی بر اساس سطح پوشش بیماری (FPP) طبق الگوی اصلاح شده هورسفال و بارات با نمره دهی ۷-۱، قبل از هر نوبت سم پاشی انجام گرفت. آخرین ارزیابی ۱۴ روز پس از آخرین سم پاشی انجام گرفت. مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) با استفاده از داده های پنج نوبت ارزیابی محاسبه گردید. تجزیه واریانس مرکب داده های حاصل از هر نوبت ارزیابی در دو سال و نیز مقادیر مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS انجام و مقایسه میانگین ها به طریق دانکن انجام گرفت. جداول تجزیه واریانس در تمامی مراحل ارزیابی و مقادیر مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) آزمایشات مزرعه و گلخانه، اختلاف معنی داری را در شاخص شدت بیماری بین تیمارهای آزمایش در سطوح ۵ و ۱ درصد در دو سال نشان دادند. در آزمایشات مزرعه ای، مقایسه میانگین مقادیر AUDPC به طریق آزمون چند دامنه ای دانکن نشان می دهد که تمامی دزهای قارچ کش کالیبان دارای میانگین آلودگی بالاتری نسبت به قارچ کش کاراتان با دز ۲/۵ کیلوگرم در هکتار (به عنوان قارچ کش مرجع) بوده و در مقایسه با این قارچ کش دارای تاثیر متوسط در کنترل بیماری هستند. هر چند دز ۱۰ کیلوگرم در هکتار کالیبان میانگین آلودگی کمتری نسبت به دزهای ۵ و ۷ کیلوگرم در هکتار دارد ولی به دلیل ریسک گیاه سوزی توصیه نمی شود. نتایج آزمایشات گلخانه ای نیز نشان می دهد که قارچ کش کالیبان ۵ و ۷ در هزار هر چند قادر به رقابت با قارچ کش کاراتان با دز ۲/۵ در هزار نبوده و در مقایسه با آن دارای تاثیر متوسط می باشد ولی با توجه به تاثیر قابل قبول آن ها در فواصل سم پاشی ۱۰-۵ روزه قابل توصیه است. همچنین آزمایش شرایط گلخانه ای نشان داد که کالیبان ۱۰ در هزار دارای خاصیت گیاه سوزی بوده و قابل توصیه نمی باشد.

واژه های کلیدی: دینوکاپ، کاراتان، کالیبان، *Cucumis sativus*.

Controlling Effects of potassium bicarbonate on the Powdery Mildew (*Erysipheichoracearum* DC.) of Cucurbits under Field and Greenhouse Conditions

Hossein Azimi^{*1}

1. Karaj Research Lab of Plant Protection, Iranian Research Institutes of Plant Protection, Alborz Province, Iran.

Received: Nov. 23, 2013

Accepted: Dec. 28, 2013

Abstract

Controlling effects of Potassium Bicarbonate (Kaliban[®] SP 85%) on the powdery mildew of cucurbits was investigated on cucumber in order to develop the use of safe and environmentally friendly fungicides. Experiments were conducted in a randomized complete blocks design (RCB) with 5 treatments and 4 replications under both field ($\beta\alpha$ hybrid) and greenhouse conditions (Adrian L489) during two years. Treatments included different doses of Potassium Bicarbonate (Kaliban[®] SP 85%) and Dinocap (Karatane[®] WP 18.25%) as reference fungicide, along with the control plot. Foliar application of fungicides were made at the onset of the early symptoms in the treated plots and followed until control plot got high infection at 5-14 days intervals. Assessment of the effects of treatments in terms of decreasing Disease Severity Index (DSI) assigned by Foliage Protection Percentage (FPP) was performed using modified Horsfall and Barratt method by giving 1-7 marks, before each spraying. The final assessing was done 14 days after the last spraying. Area under the disease progress curve (AUDPC) was calculated using five separate disease assessments data. Compound analysis of variance of two years data in each separate assessments and AUDPC, were done in Randomized Complete Blocks Design (RCB) by SAS software, and means were compared with Duncan multiple range test. The results of analysis of variance revealed that there were significant differences between treatments in DSI in all assessments and AUDPC at Field and greenhouse conditions ($P < 0.05$ and $P < 0.01$) for two years. In the field trials comparison of the mean of AUDPC by Duncan's multiple range test show that all the doses of Potassium Bicarbonate showed higher infestation compared with the fungicide Dinocap WP 18.25% with the dose of 2.5 kg/ha in both the years. However these results reveal that Potassium Bicarbonate at the dose of 10 kg/ha showed a lower mean disease occurrence compared with the doses of 5 and 7 kg/ha, but due to its phytotoxicity effects, it is not recommended. In greenhouse trials results show that although Potassium Bicarbonate with the doses of 5 and 7 kg/ha show mild controlling effects but could not control the disease as effectively as Dinocap WP 18.25%, with the dose of 2.5 g/1000 L. According to the acceptable results of the two doses of Potassium Bicarbonate, they could be recommended by 5 and 10 days intervals. These results also show that Potassium Bicarbonate have phytotoxicity effects at the rate of 10 kg/1000 L under greenhouse condition and therefore cannot be recommended.

Key words: Dinocap, Karatane, Kaliban, *Cucumis sativus*.

* Corresponding author: Hossein Azimi, Email: hazimi61@yahoo.com

مقدمه

سفیدک پودری جالیز از مهم‌ترین بیماری‌های گیاهان خانواده کدوئیان می‌باشد و از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار است (Roberts and Kucharek, 2005). اسفندیاری در سال ۱۳۲۶ این بیماری را از ایران گزارش نمود. بیماری در اکثر مناطق کشور که کشت گیاهان جالیزی معمول است، وجود دارد (Behdad, 1980). سفیدک پودری از طریق کاهش تعداد و اندازه میوه و کوتاه کردن دوره برداشت، باعث بروز خسارت می‌گردد (Mossler and Nesheim, 2005). گونه‌های *Sphaerotheca fuliginea* (Schltl.) Pollacci و *Erysiphe cichoracearum* DC. به عنوان عوامل سفیدک پودری جالیز شناخته شده‌اند (Sitterly, Jahn et al., 2002). گونه *S. fuliginea* گسترش بیشتری داشته و از قدرت تهاجم بالاتری برخوردار است (Vakalounakis et al., 1994; McGrath and Shishkoff, 1999; Behdad, 1980). گونه *E. cichoracearum* دمای بهینه پایین‌تری دارد و در فصل بهار و نیز اوایل تابستان‌های خنک، موجب بیماری می‌شود، در حالی که *S. fuliginea* در ماه‌های گرم گسترش بیشتری دارد (McGrath and Shishkoff, 1999; McGrath, 1996). بررسی‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهند که کنیدی‌های گونه *S. fuliginea* بیشترین جوانه‌زنی را در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بالا دارند، و در بالاتر از ۳۰ و پایین‌تر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد و نیز رطوبت نسبی پایین‌تر از ۹۶ درصد جوانه‌زنی کنیدی‌ها به صفر می‌رسد (Cheah et al., 1996). همچنین مطالعات در شرایط مزرعه نشان می‌دهند که بیماری ابتدا در برگ‌های پیرتر ظاهر می‌شود به طوری که اولین علائم بیماری روی برگ‌های اولیه ۸-۷ هفته پس از ظهور آن‌ها دیده می‌شود در حالی که در دیگر برگ‌ها فاصله زمانی بین ظهور برگ و مشاهده بیماری به دو هفته تقلیل می‌یابد (Cheah et al., 1996). نژادهای زیادی از هر دو گونه عامل بیماری گزارش گردیده است که در صورت وجود شرایط مساعد محیطی، توانایی ایجاد بیماری در بسیاری از ارقام مقاوم و

متحمل کدوئیان را دارند (Jahn et al., 2002). جمعیت‌های مختلف *E. cichoracearum* دامنه میزبانی وسیعی در بین گونه‌های خانواده کدوئیان دارند (Sitterly, 1978). بررسی‌های دامنه میزبانی نشان می‌دهند که جدایه‌های *E. cichoracearum* جمع‌آوری شده از روی میزبان‌های مختلف کدوئیان دارای دامنه میزبانی متفاوتی هستند (Bertrand, 1991). هر چند بسیاری از محققین تاکید دارند که شکل جنسی گونه‌های بیمارگر را در طبیعت مشاهده نکرده‌اند (Vakalounaki et al., 1994; Bertrand, 1991; Lebeda, 1983). ولی گزارشاتی نیز تشکیل شکل جنسی در طبیعت را تایید می‌کنند (Ulbrich and Smolka, 1994; Khan, 1983; Nagy, 1976; Randall and Menzies, 1956). هر چند هتروتالیسم و حتی وجود تیپ‌های سازگار *E. cichoracearum* در کدوئیان ثابت شده است ولی آسکوسپور بیمارگر در این گیاهان دیده نشده است (Bertrand, 1991). به‌علاوه تیپ‌های زیادی از بیمارگر قادر به تولید کلیستوتیس در کدوئیان نیستند (Morrison, 1960; Bertrand, 1991). بنابراین نوترکیبی از طریق تولید مثل جنسی نقشی در اپیدمی‌هایی که توسط گونه‌های بیمارگر ایجاد می‌شوند ندارد.

مدیریت سفیدک پودری جالیز متکی به تشخیص به موقع بیماری و روش‌های تلفیقی است. روش‌های زراعی مثل تناوب به دلیل قابلیت بالای انتشار کنیدی، کارایی چندانی نداشته یا بی‌اثر می‌باشند (Gay et al., 1985). استفاده از ارقام متحمل و مقاوم به بیماری، ترکیبات غیر سمی برای میزبان (Bettiol, 1999)، سیلیکون، نمک‌های سدیم، آمونیم و پتاسیم (Bélanger and Labbe, 2002)، قارچ‌کش‌ها، عوامل زیستی و ترکیبات شیمیایی القاء کننده مقاومت سیستمیک اکتسابی اجزای اصلی مدیریت سفیدک پودری جالیز می‌باشند (Hector et al., 2006). بر اساس مطالعات انجام شده قارچ‌کش‌های اسینزولار - اس - متیل (Acibenzolar-S-methyl)، هگزاکونازول

بیماری شروع شده و هر ۱۰-۷ روز تکرار گردد (McGrath, 1997). این بررسی‌ها روش ثابت و استاندارد شده‌ای را برای شناسایی بیماری در مزرعه ارائه نموده و تاکید دارند بازدید مزارع باید با شروع مرحله گل‌دهی (حساسیت میزبان به بیماری در این مرحله بیشتر است) آغاز و در هر نوبت سطوح رویی و زیری حداقل ۵ برگ مسن در حداقل ۱۰ نقطه مجزا از سطح مزرعه (بسته به مساحت مزرعه) بررسی و تا زمان مشاهده اولین علائم بیماری ادامه یابد (McGrath, 1997). بررسی منابع در خصوص زمان شروع بازدید مزارع، تاکید دارند «در صورت دسترسی به مزارع کدو و با توجه به اینکه بیماری سفیدک پودری قبل از خیار روی کدو ظاهر می‌شود» بازدیدهای مزرعه‌ای برای ردیابی آلودگی پس از مشاهده‌ی علائم بیماری روی کدو آغاز شوند (McGrath, 1997).

مواد و روش‌ها

آزمایشات در دو شرایط مزرعه و گلخانه و در دو سال انجام گرفت.

آزمایشات مزرعه‌ای: این آزمایشات در مزرعه تحقیقاتی آزمایشگاه تحقیقات گیاه‌پزشکی کرج انجام گرفت. آزمایشات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار اجرا گردید (جدول ۱). هر کرت آزمایشی شامل سه ردیف کاشت با فاصله ردیف ۱/۵ متر و طول ۱۰ متر و فاصله بوته روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر بود. بذر هیبرید بتا آلفا ($\beta\alpha$) که حساس به بیماری سفیدک پودری است، قبل از کاشت به مدت ۷۲-۴۸ ساعت درون دستمال مرطوب خیس‌انده شده و پس از جوانه‌زنی کشت گردید. مراقبت‌های لازم شامل آبیاری، تغذیه و وجین به‌عمل آمد. بوته‌ها در مرحله شروع گلدهی با اسپورهای عامل بیماری که از روی میزبان کدو جمع‌آوری گردیده بود به روش تکاندن برگ‌های آلوده روی بوته‌ها تلقیح گردیدند.

پنکونازول (Hexaconazole)، تریادیمفون (Triadimefon)، کروزکسیم متیل (Kresoxim-methyl)، بیکربنات پتاسیم، تتراکونازول (Tetraconazole) و تری‌فلوکسسی استروبین (Trifloxystrobin) برای کنترل سفیدک پودری خیار به عنوان مواد شیمیایی موثر معرفی شده‌اند (Azimi and Shakeri, 2010; Azimi et al., 2008 a, b; Jamali et al., 2004). نمک‌های بیکربنات (عمدتاً بیکربنات پتاسیم) به عنوان ماده اصلی در ساخت قارچ‌کش‌های موثر سفیدک‌های پودری مورد استفاده قرار می‌گیرند. بیکربنات پتاسیم به مقدار ۵-۱ کیلوگرم در هکتار استفاده می‌شود و در مقادیر بالاتر از ۵ کیلوگرم در هکتار ممکن است خاصیت گیاه‌سوزی داشته باشد. بررسی‌های انجام شده نشان داده‌اند که اگر ۱-۰/۵ درصد روغن به محلول بیکربنات پتاسیم اضافه گردد تاثیر آن در کنترل سفیدک پودری افزایش خواهد یافت (Kupper et al., 2001; McGrath, 1996; Ziv and Zitter, 1992). کارایی این قارچ‌کش‌ها در کنترل سفیدک‌های پودری که امکان تماس عامل بیماری با قارچ‌کش نسبت به بیماری‌های دیگر بیشتر می‌باشد موثرتر بوده است. علی‌رغم تاثیر متوسط بیکربنات پتاسیم در کنترل بیماری سفیدک پودری، این ماده به نام‌های تجاری مختلف توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (Environmental Protection Agency) جهت استفاده در مراحل تولید محصولات سالم و ارگانیک ثبت و توصیه شده است (Kupper et al., 2001). قارچ‌کش کالیبان در تلفیق با قارچ‌کش‌های کروزکسیم متیل و تتراکونازول برای افزایش کارایی آن در شرایط مزرعه بررسی و موثر معرفی شده است (Azimi, 2012). نتایج این بررسی نشان می‌دهد که به شرط استفاده به‌موقع بر اساس اطلاعات پیش‌آگاهی، کالیبان را می‌توان تا ۷۵ درصد موارد جایگزین قارچ‌کش‌های کروزکسیم متیل و تتراکونازول نمود (Azimi, 2012). بررسی‌ها تاکید دارند که در برنامه مدیریت بیماری سفیدک پودری، سم‌پاشی با قارچ‌کش‌ها بایستی با مشاهده اولین علائم

تیمار شاهد به حداکثر آلودگی ممکن ادامه یافت (جدول ۲). برای ارزیابی طبق روش پیشنهادی (McGrath, 1997) در آزمایشات مزرعه‌ای برای هر کرت آزمایشی ۱۰ سطح فرضی به ابعاد $۰/۵ \times ۰/۵$ متر مشخص و علامت گذاری گردید. در آزمایشات گلخانه‌ای برای هر کرت آزمایشی چهار برگ مشخص و علامت گذاری شد. قبل از هر سم‌پاشی شاخص شدت بیماری (Disease Severity Index) برای هر سطح فرضی با توجه به درصد سطح پوشش بوته توسط بیماری (Foliage Protection Percentage) (Ahmed, 2010) مشخص گردید. با اختصاص نمره ۷-۱، میانگین شدت بیماری برای هر کرت آزمایشی به روش هورسفال و بارات (Horsfal and Barrat, 1945) در هر نوبت ارزیابی مشخص گردید (جدول ۳). میانگین داده‌های حاصل از ارزیابی سطوح فرضی برای هر کرت محاسبه و از نتایج برای تجزیه واریانس استفاده گردید.

آزمایشات گلخانه‌ای: این آزمایشات در گلخانه‌های تحقیقاتی آزمایشگاه تحقیقات گیاه پزشکی کرج در شرایط نور مداوم و حرارت 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار اجرا گردید (جدول ۱). بذر خیار لاین L489 (Adrian) که حساس به بیماری سفیدک پودری است قبل از کاشت درون دستمال مرطوب خیس‌انده شد و پس از جوانه‌زنی درون گلدان‌هایی به قطر ۲۰ سانتی‌متر محتوی ترکیب ماسه، کود دامی پوسیده و الک شده، پرلیت و خاک رس به نسبت مساوی کشت گردید. مراقبت‌های لازم شامل آبیاری، تغذیه با کود کامل و نیز هدایت بوته‌ها به عمل آمد. بوته‌ها در مرحله شروع گل‌دهی با اسپورهای عامل بیماری که از مزارع آلوده جمع‌آوری شده بودند به روش تکان دادن برگ‌های آلوده روی بوته‌ها مایه‌زنی شدند.

ارزیابی کرت‌های آزمایشی: با مشاهده‌ی اولین علائم بروز بیماری، ارزیابی و سم‌پاشی کرت‌های آزمایشی با تیمارهای آزمایش آغاز و با فاصله ۱۴-۵ روز تا آلودگی

جدول ۱- تیمارهای آزمایشات.

Table 1. Treatments.

Field trial	Greenhouse trial
Potassium bicarbonate 5 kg/ha	Potassium bicarbonate 0.5%
Potassium bicarbonate 7 kg/ha	Potassium bicarbonate 0.7%
Potassium bicarbonate 10 kg/ha	Potassium bicarbonate 1%
Dinocape 2.5 kg/ha	Dinocape 0.25%
Check	Check

جدول ۲- زمان‌بندی سم‌پاشی‌ها و ارزیابی‌ها.

Table 2. Timings of spraying and assessment.

Sprays and assessments periods	Time of sprays	Time of assessments
1 st	by early symptoms seen	before 1 st spraying
2 nd	5 days after 1 st spraying	before 2 nd spraying
3 rd	7 days after 1 st spraying	before 3 rd spraying
4 th	10 days after 1 st spraying	before 4 th spraying
5 th	-	14 days after 4 th spraying

جدول ۳- روش گروه‌بندی هورسفال و بارات (Horsfall and Barrat, 1945).

Table 3. The grouping method of Horsfall and Barrat (1945).

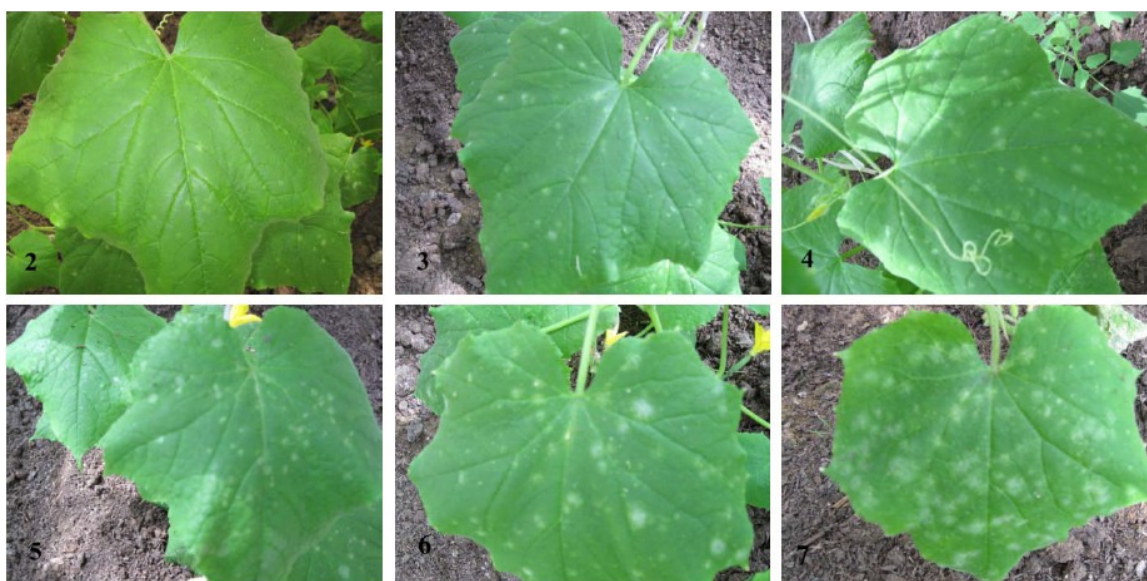
Group	Foliage Protection Percentage	Mean of group
1	0	0
2	<5	2.5
3	5>10	7.5
4	10>25	17.5
5	25>50	37.5
6	50>75	62.5
7	75>100	87.5

برای محاسبه مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری: برای تفسیر نقش تیمارها در گسترش بیماری، مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری (Area Under the Disease Progress Curve) با استفاده از میانگین شدت بیماری در پنج نوبت ارزیابی، طبق فرمول کمپل و مدن (Campbell and Madden, 1990) محاسبه گردید.

برای محاسبه مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری: برای تفسیر نقش تیمارها در گسترش بیماری، مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری (Area Under the Disease Progress Curve) با استفاده از میانگین شدت بیماری در پنج نوبت ارزیابی، طبق فرمول کمپل و مدن (Campbell and Madden, 1990) محاسبه گردید.

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

در این فرمول n تعداد دفعات ارزیابی، i نوبت ارزیابی، y_i و t_i به ترتیب میانگین شدت بیماری و زمان در ارزیابی قبلی،



شکل ۱- الگوی مورد استفاده در گروه‌بندی شدت بیماری به روش اصلاح شده هورسفال و بارات (Horsfall and Barratt, 1945).

Fig 1. Pattern used in disease severity grouping based on Horsfall and Barratt modified scale (Horsfall and Barratt, 1945).

نتایج

تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل از ارزیابی آزمایشات مزرعه و گلخانه در مراحل مختلف نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارهای آزمایش در سطوح پنج و یک درصد نشان می‌دهد. ارزیابی اول که قبل از سم‌پاشی اول صورت گرفته است فقط برای تعیین شاخص شدت بیماری کرت‌ها قبل از شروع سم‌پاشی‌ها و امکان رسم نمودارهای پیشرفت بیماری است و نبایستی برای نتیجه‌گیری مورد استفاده قرار گیرد. بالا بودن ضریب تغییرات در این ارزیابی در هر دو شرایط مزرعه و گلخانه نیز به دلیل پایین بودن شاخص شدت بیماری و نیز غیر یکنواختی بیماری در کرت‌های آزمایشی در مرحله بروز اولیه بیماری است. با بالا رفتن شاخص شدت بیماری در ارزیابی‌های بعدی و بروز یکنواختی در مقدار آن مقدار ضریب تغییرات در ارزیابی‌های بعدی پایین آمده است. در تجزیه واریانس نتایج ارزیابی‌های سوم و چهارم و نیز مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری با اینکه اثر سال معنی‌دار است ولی اثر متقابل سال و تیمار معنی‌دار نیست. به استناد همین از تجزیه واریانس سال‌های اجرای آزمایش به تفکیک اجتناب گردید (جدول ۴).

آزمایشات مزرعه‌ای: مقایسه میانگین‌های مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری به طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن که اثر تیمارها را در یک دوره ۳۶ روزه از بروز اولیه بیماری تا رسیدن تیمار شاهد به حداکثر شاخص شدت بیماری نشان می‌دهد، تیمارهای کالیبان ۵، ۷ و ۱۰ کیلوگرم و کاراتان ۲/۵ کیلوگرم در هکتار را به ترتیب با ۳۲/۳، ۴۸/۷، ۵۳/۳ و ۷۰/۲ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی در گروه‌های آماری جداگانه قرار می‌دهد. این نتایج نشان می‌دهد که در شرایط مزرعه قارچ‌کش

کالیبان در هر سه دز مورد آزمایش قادر به رقابت با تیمار قارچ‌کش مرجع (کاراتان ۲/۵ درهزار) نمی‌باشد (جدول ۵).

آزمایشات گلخانه‌ای: مقایسه میانگین‌های مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری به طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان می‌دهد، تیمار کالیبان ۵ درهزار با ۴۷ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی در بین تیمارهای آزمایش کمترین تاثیر را در کاهش بیماری داشته است. تیمارهای کالیبان ۷ و ۱۰ درهزار به ترتیب با ۵۴ و ۵۷/۹ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد دارای تاثیر یکسان از نظر آماری بوده و در یک گروه قرار می‌گیرند. کاراتان ۲/۵ در هزار به عنوان قارچ‌کش مرجع با کاهش بیماری به مقدار ۷۶/۸ درصد نسبت به شاهد بیشترین تاثیر را در کنترل بیماری داشته است (جدول ۵). در هر دو سال آزمایش کالیبان ۱۰ درهزار در شرایط گلخانه‌ای دارای اثرات گیاه‌سوزی بود.

نتیجه‌گیری کلی: مقایسه مقادیر تاثیر تیمارها نسبت به شاهد در ارزیابی‌های مختلف شرایط مزرعه و گلخانه که با فواصل زمانی ۵، ۷، ۱۰ و ۱۴ روز انجام گرفته است نشان می‌دهد که کالیبان در هر سه دز مورد آزمایش اثر خود را تا فاصله سم‌پاشی ۱۰ روز حفظ نموده است. با افزایش فاصله سم‌پاشی به ۱۴ روز کاهش زیادی در مقدار تاثیر کالیبان دیده می‌شود. با توجه به نتایج حاصل از مطالعه حاضر کالیبان برای مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز با مقدار مصرف ۷ کیلوگرم در هکتار در شرایط مزرعه و با دز ۷ درهزار در شرایط گلخانه و با فواصل زمانی ۱۰-۵ روز توصیه می‌گردد.

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل از ارزیابی آزمایشات مزرعه و گلخانه در نوبت‌های مختلف ارزیابی و مقادیر مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری.

Table 4. Analyses of variance data obtained from assessments of field and greenhouse trials at different periods and AUDPC amounts.

Field trials							
Source	Df	Mean of Square					AUDPC
		Assessments					
		1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	
Year	1	0.5522 ^{**}	0.0181 ^{ns}	58.2016 ^{**}	251.2516 ^{**}	4.2250 ^{ns}	74043.874 ^{**}
Block (Year)	6	0.0491 ^{ns}	0.5681 ^{ns}	3.0057 ^{ns}	25.4224 ^{ns}	27.6583 ^{ns}	5183.121 ^{ns}
Treat	4	0.0380 ^{ns}	86.0479 ^{**}	502.9008 ^{**}	3052.7828 ^{**}	4317.5375 ^{**}	1787623.887 ^{**}
Year × Treat	4	0.0686 ^{ns}	1.0954 ^{ns}	8.7758 ^{ns}	39.4703 ^{ns}	18.9750 ^{ns}	7436.335 ^{ns}
C.V.%		42.38	22.97	15.57	11.20	10.75	7.45
Greenhouse trials							
Year	1	0.0003 ^{**}	0.3516 ^{ns}	0.12666 ^{ns}	27.2250 ^{ns}	1.4440 ^{ns}	3798.601 ^{ns}
Block (Year)	6	0.3910 ^{ns}	0.5516 ^{ns}	0.5057 ^{ns}	20.0917 ^{ns}	50.5807 ^{ns}	6106.841 ^{ns}
Treat	4	0.5134 ^{ns}	34.475 ^{**}	233.6937 ^{**}	2318.7125 ^{**}	4190.4690 ^{**}	1437650.275 ^{**}
Year × Treat	4	0.5134 ^{ns}	0.2031 ^{ns}	0.5641 ^{ns}	17.6625 ^{ns}	17.5940 ^{ns}	1939.907 ^{ns}
C.V.%		60.05	27.96	19.93	22.65	11.58	10.03

^{ns} = no significant, and ^{**} Significant at 1% level

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد بیماری تیمارهای آزمایشات مزرعه و گلخانه در نوبت‌های مختلف، ارزیابی و مقادیر مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری.

Table 5. Comparison of the mean percent disease and valuation in the treatments at the trial and greenhouse at different periods.

Treatments	Field trials										
	Assessments									AUDPC	
	1 st	2 nd		3 rd		4 th		5 th		M	E
	M	M	E	M	E	M	E	M	E		
Check	0.37a	10.14a	-	26.22a	-	72.44a	-	87.19a	-	1764.18a	-
Kaliban 5 kg/ha	0.37a	3.53b	65.2	14.84b	43.4	43.31b	40.2	75.06b	13.9	1193.48b	32.3
Kaliban 7 kg/ha	0.37a	3.66b	63.9	10.06c	61.6	33.37c	53.9	57.31c	34.3	904.47c	48.7
Kaliban 10 kg/ha	0.53a	2.84bc	72	8.75c	66.6	32.90c	54.6	42.31d	51.5	789.45d	55.3
Karatan 2.5 kg/ha	0.44a	1.87c	81.5	6.16d	76.5	20.75d	71.4	30.25e	65.3	525.44e	70.2
Greenhouse trials											
Check	0.312a	6.25a	-	17.87a	-	53.75a	-	86.87a	-	1484.03a	-
Kaliban 0.5 %	0.250a	2.19b	65	7.22b	59.6	22.00b	59.1	61.30b	29.4	785.82b	47
Kaliban 0.7 %	0.187a	2.00b	68	6.19bc	65.4	17.87b	66.7	55.87b	35.7	682.34c	54
Kaliban 1 %	0.281a	1.87b	70.1	5.94bc	66.8	17.62b	67.2	47.62c	45.2	624.52c	57.9
Karatan 0.25 %	0.312a	0.91c	85.4	4.56c	74.5	10.12c	81.2	23.62d	72.8	344.67d	76.8

Means values followed by the difference letter are significantly difference (Duncan $\alpha = 5\%$)

E = Efficacy (%)

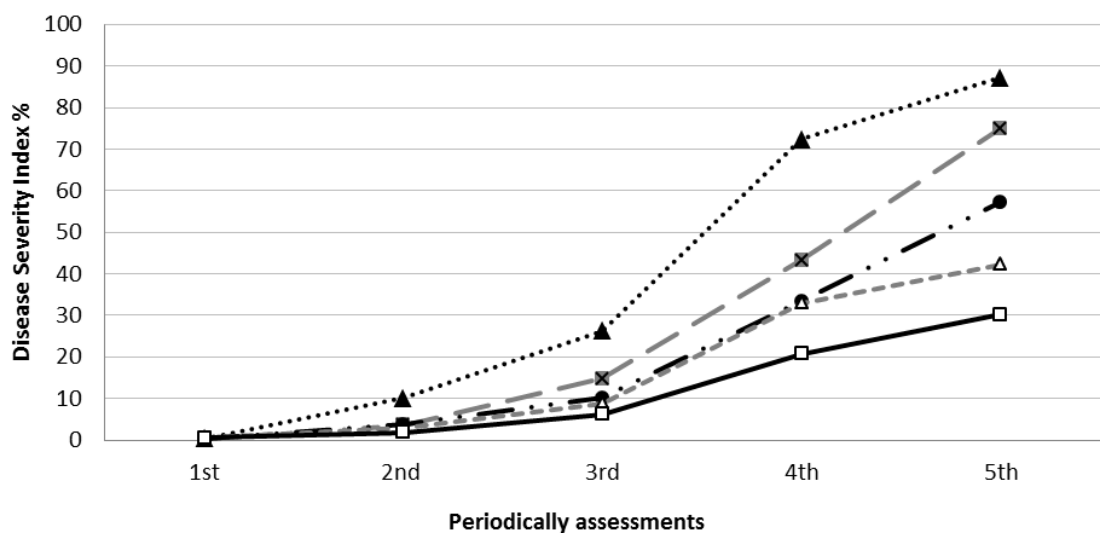
بحث

برای افزایش مقدار اثر بیکربنات پتاسیم، افزودن برخی از روغن‌های گیاهی و یا استفاده از آن در تناوب با قارچ‌کش‌های سیستمیک موثر توصیه می‌شود (Ziv and Zitter, 1992). همچنین افزودن پلی‌الکترولیت (FO4490SH) به مقدار سه درهزار (Hsieh *et al.*, 2005) و روغن آویشن به مقدار پنج درهزار (Abdel-Kader *et al.*, 2012) به محلول بیکربنات پتاسیم پنج در هزار برای افزایش مقدار اثر آن توصیه شده است. استفاده از قارچ‌کش‌هایی که تاثیر کافی در کنترل سفیدک پودری دارند، در سم‌پاشی‌های اولیه و ادامه سم‌پاشی‌های بعدی با قارچ‌کش‌های تماسی مثل بیکربنات پتاسیم یکی از راهکارهای افزایش ضریب نفوذ استفاده از قارچ‌کش‌های معدنی سازگار با محیط زیست بوده، خطر بروز جمعیت‌های مقاوم را نیز کاهش می‌دهد (Azimi, 2012; Sedlakova and Lebeda, 2008; MacGrath, 2006; Kuepper *et al.*, 2001; McGrath, 2001; McGrath and Shishkoff, 1999; Ziv and Zitter, 1992). توجه به منحنی‌های پیشرفت بیماری نشان می‌دهد که کالیبان در مراحل اولیه شروع بیماری که مقدار بیماری کم است توانسته از گسترش بیماری پیش‌گیری کند ولی با افزایش فواصل زمانی سم‌پاشی و نیز افزایش مقدار اولیه بیماری، شیب افزایش بیماری در تیمارهای مربوط به کالیبان مشابه تیمار شاهد می‌باشد (شکل‌های ۲ و ۳). هم‌چنین توجه به منحنی‌ها نشان می‌دهد که هرچند کالیبان قادر به کنترل کامل بیماری نبوده ولی توانسته است مقدار آن را نسبت به شاهد در حد قابل توجهی پایین‌تر نگهدارد که این مورد نیز با نتایج آزمایشات دیگر محققین (Kuepper *et al.*, 2001) مطابقت دارد. چگونگی پیشرفت بیماری در این منحنی‌ها نشان می‌دهد که در کاربرد کالیبان، زمان شروع سم‌پاشی‌ها و مقدار اولیه بیماری در مقدار کاهش بیماری بسیار مهم است. منحنی‌های پیشرفت بیماری و نیز هیستوگرام آزمایشات نشان می‌دهد که کالیبان در شرایط گلخانه‌ای

قارچ‌کش‌های متنوعی از گروه‌های مختلف شیمیایی با مکانیسم تاثیر اختصاصی در دسترس هستند. این قارچ‌کش‌ها هرچند در کنترل سفیدک‌های پودری تاثیر زیادی دارند ولی استفاده مکرر از آنها در طول یک فصل زراعی برای اجتناب از خطر بروز جمعیت‌های مقاوم توصیه نمی‌شود (Azimi and Shakeri, 2010; Azimi *et al.*, 2008 a, b; Sedlakova and Lebeda, 2008; Ishii *et al.*, 2001; McGrath and Shishkoff, 2001; McGrath, 1999; Fujita *et al.*, 2001). بیکربنات پتاسیم که در صنایع غذایی بطور گسترده‌ای استفاده می‌گردد می‌تواند در مواردی جایگزین سموم قارچ‌کش گردد. تفکر امکان استفاده از بیکربنات پتاسیم در مدیریت بیماری‌های گیاهی اولین بار توسط یازنسکی (Yaczenski) بیماری‌شناس گیاهی روسی در سال ۱۹۳۳ با کاربرد آن در کنترل سفیدک پودری رز مطرح گردید (Williams and Williams, 1993). به دنبال آن استفاده از بیکربنات پتاسیم با ثبت آن با نام‌های تجاری مختلف در کشورهای توسعه یافته و نیز توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) جهت استفاده در محصولات سالم و ارگانیک گسترش پیدا کرد (Kupper *et al.*, 2001). نتایج بررسی حاضر نشان می‌دهد که کالیبان اثر متوسطی در کنترل سفیدک پودری خیار دارد، بطوری که در شرایط مزرعه تنها ۳۲-۵۵ و در شرایط گلخانه ۴۷-۵۸ درصد بیماری را نسبت به شاهد بدون استفاده از قارچ‌کش کاهش می‌دهد. این نتایج با نتایج محققین دیگر که اثر بیکربنات پتاسیم در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار را نسبت به شاهد بدون استفاده از قارچ‌کش‌ها تنها ۴۹-۵۱ درصد در شرایط مزرعه گزارش کرده‌اند (Kuepper *et al.*, 2001; Ziv and Zitter, 1992)، مطابقت دارد. در استفاده از بیکربنات پتاسیم برای اخذ نتیجه مطمئن‌تر باید پوشش کامل روی سطوح برگ ایجاد شود (Hsieh *et al.*, 2005; Reuveni *et al.*, 1996; Ziv and Zitter, 1992).

اجرای برنامه‌های تحقیقاتی در زمینه ایجاد تنوع و دسترسی به قارچ‌کش‌های سازگار با محیط زیست، افزایش کارایی این قارچ‌کش‌ها از طریق تلفیق آن‌ها با قارچ‌کش‌های موثر و ارائه برنامه‌های مدیریت بیماری که در آن‌ها قارچ‌کش‌های سازگارتر با محیط زیست بیشتر مورد توجه قرار گیرند زمینه را برای حرکت به سمت تولید سالم‌تر فراهم خواهد کرد.

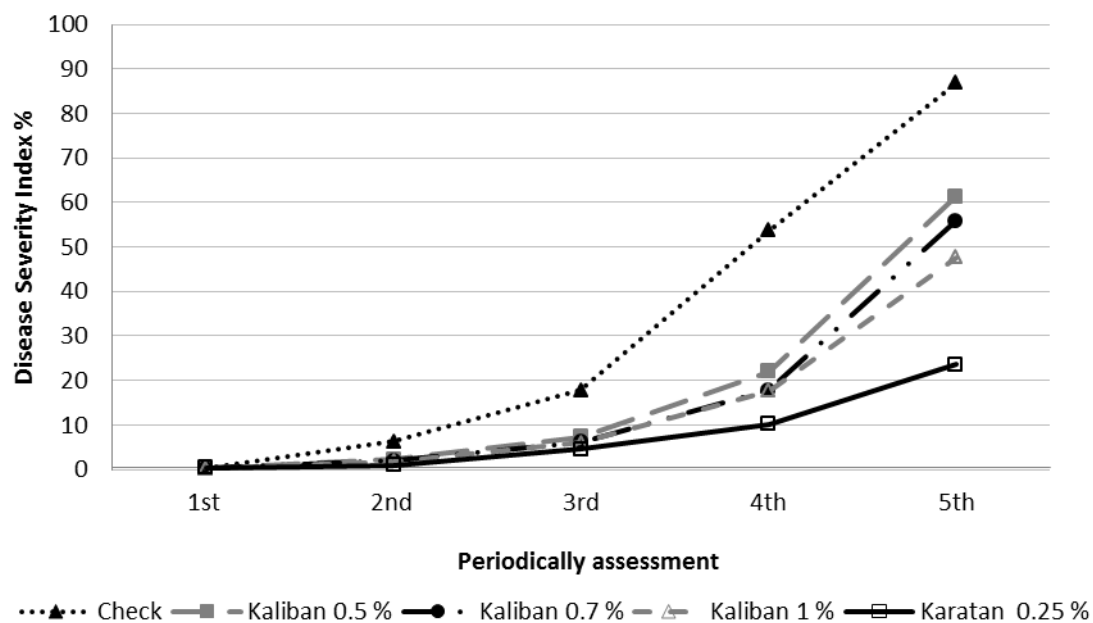
تأثیر بیشتری در کنترل بیماری داشته است (شکل‌های ۲، ۳ و ۴). با توجه به یکی از تنوری‌های مطرح در خصوص مکانیسم تأثیر بیکربنات پتاسیم که از طریق افزایش اسیدیته در سطح برگ و نامساعد کردن محیط از تندش اسپور بیمارگر پیش‌گیری می‌کند، در استفاده از این قارچ‌کش باید پوشش کامل روی سطوح برگ ایجاد نمود که در عمل بخصوص در شرایط مزرعه مشکل ولی در شرایط گلخانه قابل حصول می‌باشد.



...▲... Check —■— Kaliban 5 kg/he —●— Kaliban 7 kg/he —△— Kaliban 10 kg/he —□— Karatan 2.5 kg/he

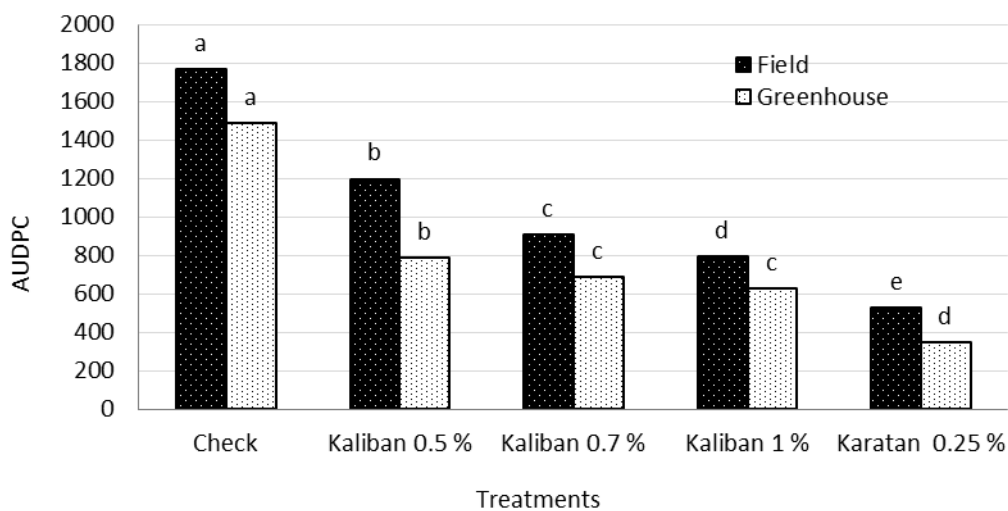
شکل ۲- منحنی پیشرفت بیماری در آزمایشات مزرعه.

Fig 2. Disease progressive curve in field trials.



شکل ۳- منحنی پیشرفت در آزمایشات گلخانه.

Fig 3. Disease progressive curve in greenhouse trials.



شکل ۴- هیستوگرام مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری در آزمایشات مزرعه و گلخانه.

Fig 4. Histogram of AUDPC in both field and greenhouse trials.

References:

- Abdel-Kader, M. M., El-Mougy, N. S. and Embaby, E. I. 2012.** Resistance inducers treatments against downy and powdery mildews of cucumber under commercial plastic houses conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 6(5): 249-259.
- Ahmed, S. M. 2010.** Effects of salicylic acid, ascorbic acid and two fungicides in control of Early Blight disease and some physiological components of two varieties of Potatoes. *Journal of Agricultural Research, Kafer*. El-Shiekh University. 36 (2): 220-237.
- Azimi, H. Saffaei, D. and Faghihi, M. 2008 a.** Effects of Strobry on powdery mildew of cucurbits. 18th Iranian Plant Protection Congress, 24-27 August, Hamadan, Iran, vol. 2, p. 266. (In Persian with English Summary).
- Azimi, H., Shakeri, M. and Safaei, D. 2008 b.** effects of bicarbonate potassium and spraying intervals on powdery mildew of cucurbits. 18th Iranian Plant Protection Congress. 24-27 August, Hamadan, Iran, vol 2, p. 275. (In Persian with English Summary).
- Azimi, H. and Shakeri, M. 2010.** Investigation on effects of some new fungicides on cucumber powdery mildew. 19th Iranian Plant Protection Congress, 31 July-3 August, Tehran, Iran, vol 2, p. 879. (In Persian with English Summary).
- Azimi, H. 2012.** Effect of kresoxim methyl and tetraconazole fungicides in combination with potassium bicarbonate for controlling powdery mildew disease of cucurbits under greenhouse conditions. *Journal of Applied Research in Plant Protection*, Tabriz University, 1 (1): 57-65. (In Persian with English Summary).
- Behdad, A. 1980.** Field crop disease of Iran. Neshat ed. Esfahan, 424 pp. (In Persian).
- Bélanger, R. and Labbe, C. 2002.** Control of powdery mildew without chemicals: prophylactic and biological alternatives for horticultural crops. pp. 256-267 In: Belanger R, Bushnell WR, Dik AJ and Carver TLW (eds.) The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- Bettiol, W. 1999.** Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. *Crop Protection*. 18(8): 489-492.
- Bertrand, F. 1991.** Les Oïdiums des Cucurbitacées: Maintien en culture pure, étude de leur variabilité et de la sensibilité chez le melon. Orsay, France: University of Paris XI, PhD. Thesis. (In French).
- Campbell, C. L., and Madden, L. V. 1990.** Introduction to plant disease epidemiology. John Wiley & Sons, New York, 532 pp.
- Cheah, L. H., Page, B. B. C. and Cox, J. K. 1996.** Epidemiology of powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) of squash. Proceeding 49th New Zealand Plant Protection Conference, 147-151 pp.
- Fujita, N., Hamada, K., Inagaki, M., Enoyoshi, T., Miyahara, T., Kojiguchi, S., Ogasawara, K., Kadota, G., Dale, S. M. and Takamatsu, S. 1999.** Strobilurin baseline determination and resistance monitoring. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*. 65(6): 692 (Abstract).
- Gay, J. L., Martin, M. and Ball, E. 1985.** The impermeability of powdery mildew conidia and their germination in arid environments. *Plant Pathology*. 34(3): 353-362.
- Hector, G., Palenius, N., Hopkins, D. and Daniel, J. C. 2006.** Powdery mildew of cucurbits in Florida. World Wide Web Electronic Publication. <http://www.edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/HS/HS32100.pdf>. [Accessed on 2013-11-19].
- Horsfall, J. G. and Barratt, R. W. 1945.** An improved grading system for measuring plant disease. *Phytopathology*, 35: 655 (Abstract).
- Hsieh, T. F., Huang, J. H. and Hsieh, L. J. 2005.** Control of powdery mildew with potassium bicarbonate and polyelectrolyte. *Plant Pathology Bulletin*. 14(2): 125-132.
- Ishii, H., Fraaije, B. A., Sugiyama, T., Noguchi, K., Nishimura, K., Takeda, T., Amano, T. and Hollomon, D.W. 2001.** Occurrence and molecular characterization of strobilurin resistance in cucumber powdery mildew and downy mildew. *Phytopathology*. 91(12): 116-171.
- Jahn, M., Munger, H. M., and McCreight, J. D. 2002.** Breeding cucurbit crops for powdery mildew resistance. pp. 239-248 In: Belanger R, Bushnell WR, Dik AJ and Carver TLW (eds.) The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise. *The American Phytopathological Society*, St. Paul, Minnesota, USA.
- Jamali-Zavareh, A. H., Shafifi-Tehrani, A., Hedjaroude, GH. A., Zad, J., Mohammadi, M. and Talebi-Jahromi, KH. 2004.** Investigation on the effectiveness of Acibenzolar-S-methyl for the control of cucumber powdery mildew. *Iranian Journal of Agricultural Science*. 35(2): 285-292 (In Persian with English Summary).

- Khan, M. W. 1983.** The identity of powdery mildew of cucurbits: a critical appraisal. *Acta Botanica Indica*. 11: 97-126.
- Kuepper, G., Thomas, R. and Earles, R. 2001.** Use of baking soda as a fungicide. World WideWeb Electronic Publication. <http://www.attra.ncat.org/attra-pub/bakingsoda.html>. [Accessed on 2013-11-19].
- Lebeda, A. 1983.** The genera and species spectrum of cucumber powdery mildew in Czechoslovakia. *Phytopathologische Zeitschrift*. 108 (1): 71 - 79.
- McGrath, M. T. 1996.** Powdery mildew. pp. 28-30 In: Compendium of Cucurbit Diseases. *American Phytopathological Society Press*. St. Paul, Minnesota, USA.
- McGrath, M. T. 1997.** Powdery mildew of cucurbits. Department of Plant Pathology. Cornell University, Vegetable MD Online, Fact sheet page: 732.30
- McGrath, M. T. and Shishkoff, N. 1999.** Evaluation of biocompatible products for managing cucurbit powdery mildew. *Crop Protection*. 18(7): 471-478.
- McGrath, M. T. 2001.** Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew. *Plant Disease*. 85(3): 236-245.
- McGrath, M. T. and Shishkoff, N. 2001.** Resistance to triadimefon and benomyl: dynamics and impact on managing cucurbit powdery mildew. *Plant Disease*. 85(2): 147-154.
- McGrath, M. T. 2006.** Occurrence of fungicide resistance in *Podosphaera xanthii* and impact on controlling cucurbit powdery mildew in New York. pp. 473-482 In: Proceedings of Cucurbitaceae, Holmes GJ (eds.) Raleigh, North Carolina, USA.
- Morrison, R. M. 1960.** Studies of clonal isolates of *Erysiphe cichoracearum* on leaf disk culture. *Mycologia*. 52 (3): 388-393.
- Mossler, M. A. and Nesheim, O. N. 2005.** Florida crop/pest management profile: Squash. Electronic Data Information Source of UF/IFAS Extension (EDIS). CIR 1265. <http://www.edis.ifas.ufl.edu/>. [Accessed on 2013-11-19].
- Nagy, G. S. 1976.** Studies on powdery mildews of cucurbits. II. Life cycle and epidemiology of *Erysiphe cichoracearum* and *Sphaerotheca fuliginea*. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 11: 205 - 210.
- Randall, T. E. and Menzies, J. D. 1956.** The perithecial state of the cucurbit powdery mildew. *Plant Disease Reporter*. 40: 255.
- Reuveni, M. Agapov, V. and Reuveni, R. 1996.** Controlling powdery mildew caused by *Sphaerotheca fuliginea* in cucumber by foliar sprays of phosphate and potassium salts. *Crop Protection*. 15: 49-53.
- Roberts, P. and Kucharek, T. 2005.** Florida plant disease management guide: Watermelon. Electronic Data Source of UF/IFAS Extension, PDMG-V3-55. <http://www.edis.ifas.ufl.edu/>. [Accessed on 2013-11-19].
- Sedlakova, B. and Lebeda, A. 2008.** Fungicide resistance in Czech populations of cucurbit powdery mildews. *Phytoparasitica*. 36 (3): 272-289.
- Sitterly, W. R. 1978.** Powdery mildews of Cucurbits. pp. 360 - 379. In: Spencer D.M. ed. The Powdery Mildews. London, UK: Academic Press.
- Vakalounakis, D. J., Klironomou, E. and Papadakis, A. 1994.** Species spectrum, host range and distribution of powdery mildews on *Cucurbitaceae* in Crete. *Plant Pathology*. 43 (5): 813 - 818.
- Williams, G. and Williams, P. 1993.** Baking Soda and Powdery Mildew: Not a New Idea. p. 62. In: Alfred C. Hottes (eds.) A Little Book of Climbing Plants. A.T. De La Mare Co., New York, USA.
- Ulbrich, A. and Smolka, S. E. 1994.** First report of cleistothecia of both powdery mildew species *Sphaerotheca fuliginea* and *Erysiphe cichoracearum* on greenhouse cucumbers (*Cucumis sativus*) in Germany. *Nachrichtenblatt Des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. 46: 154 - 159. (In Germany with English Summary).
- Ziv, O. and Zitter, T. A. 1992.** Effects of bicarbonates and film forming polymers on cucurbit foliar diseases. *Plant Disease*. 26(5): 513-517.

