فصلنامه گیاه‌پزشکی
(دانشگاه آزاد اسلامی شیراز)
جلد ۶، شماره ۳، سال ۱۳۹۳ (۲۹۵-۲۷۹)

اثر ایمینواکتادین تریس و سولفور در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار (*Golovinomyces cichoracearum*) در کشت‌های مزرعه

حسین عظیمی*
موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، کرج، ایران

چکیده

اثر قارچ‌کش‌های ایمینواکتادین تریس (بلکیوت® WP ۴۰٪) و سولفور (سولفولاک® WG ۸۰٪) در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار با عامل *Golovinomyces cichoracearum* طی سال‌های ۹۱-۱۳۹۰ در شرایط مزرعه در کرج بررسی شد. تیمارهای آزمایش‌های دوزهای مختلف بلکیوت و سولفولاک به عنوان قارچ‌کش‌های هدف و کاراتان (دینوکاپ® EC ۳۵٪) و سولفور (تیوویت® WG ۸۰٪) به‌عنوان قارچ‌کش‌های مرجع و تیمار شاهد بدون سم‌پاشی بودند. آزمایش‌ها با نه تیمار و چهار تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شدند. برای هر کرت آزمایشی ده سطح فرضی به‌طور تصادفی انتخاب و شماره‌گذاری شد. سم‌پاشی کرت‌های آزمایشی با مشاهده اولین علائم بیماری آغاز و با فاصله ۵، ۷، ۱۰ و ۱۴ روز از هم تکرار گردید. سم‌پاشی تا رسیدن مقدار آلودگی تیمار شاهد به حداکثر آلودگی ممکن در الگوی هورسفال و بارات ادامه یافت. ارزیابی کرت‌های آزمایشی بر اساس شاخص شدت بیماری (DSI) و درصد پوشش بیماری (FPP) با قرار دادن هرکدام از سطوح فرضی در یکی از گروه‌های تعریف شده بر اساس الگوی اصلاح شده هورسفال و بارات قبل از هر سم‌پاشی و ۱۴ روز بعد از آخرین سم‌پاشی انجام گرفت. میانگین سطوح فرضی برای هر کرت محاسبه شد. مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری و اثربخشی تیمارها نسبت به شاهد با استفاده از داده‌های پنج نوبت ارزیابی محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام و میانگین‌ها به‌طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. تجزیه واریانس مرکب دو سال اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها در سطوح ۵ و ۱درصد نشان داد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای ایمینواکتادین تریس ۰/۷۵ و یک کیلوگرم در هکتار بیشترین تاثیر را در کنترل بیماری داشته و توانسته‌اند بیماری را به ترتیب ۸۹/۴۶ و ۹۰/۷۴ درصد نسبت به شاهد بدون استفاده از قارچ‌کش کاهش دهند.

واژه‌های کلیدی: ایمینواکتادین تریس، سولفور، جالیز، کاراتان

---

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hazimi61@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۰۳

مقدمه

خیار یکی از تولیدات مهم در کشت‌های مزرعه‌ای و گلخانه‌ای کشور است. سطح زیرکشت آن در سال ۱۳۹۱ برابر ۷۹ هزار هکتار در کشت مزرعه‌ای با مقدار تولید ۱/۸ میلیون تن و ۲/۳ هزار هکتار در کشت گلخانه‌ای با ۵۷۳ مقدار تولید هزار تن است (Anonymous, 2012). یکی از مهم‌ترین بیماری‌های خیار سفیدک پودری است که در اکثر نقاط دنیا از اهمیت بالایی برخوردار است (Larson *et al*., 2014). اسفندیاری در سال ۱۳۲۶ این بیماری را از ایران گزارش نمود (Esfandiari, 1947). بیماری از طریق کاهش تعداد و اندازه میوه ونیز از طریق کوتاه کردن دوره برداشت باعث بروز خسارت می‌شود (Mossler & Nesheim, 2005). میوه‌های تولید شده از بوته‌هایی که برگ آن‌ها آلوده به بیماری سفیدک پودری است بد شکل بوده وکیفیت بازار پسندی پایینی دارند (McGrath, 1997). دیک و آلباجه (Dik & Albajes, 1999) ارتباط خطی منفی بین شدت آلودگی و محصول تولیدی را ارائه نموده‌اند. گونه‌های *Sphaerotheca fuliginea* (Schltdl.) Pollacci و *Erysiphe cichoracearum* DC. به عنوان عوامل بیماری شناخته شده‌اند (Jahn *et al*., 2002). پیشرفت‌های سیستماتیک مولکولی منجر به تغییر نام این دو گونه به‌ترتیب به *Podosphaera fuliginea* (Schltdl.) U. Braun & S. Takam. و *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta شده است (Braun *et al*., 2002). امروزه بررسی‌ها نشان داده است که *P. fuliginea* در مناطق استوایی و نیمه استوایی و گلخانه‌ها گسترش بیشتری دارد در حالی‌که پراکنش گونه‌ی*G. cichoracearum* در مناطق سرد و خنک و مزرعه بیشتر است (Kiristakova *et al*., 2009). علاوه بر این نژادهای زیادی از گونه‌های عامل بیماری گزارش شده 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). Behdad (1979) گونه غالب را در ایران *S. fuliginea* معرفی می‌کند در حالی‌که Babai Ahari *et al*. (2012) گونه‌ی غالب در آذربایجان شرقی را *G. cichoracearum* معرفی کرده‌اند.

روش‌های مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز برای گونه‌های عامل بیماری و نژادهای مختلف آن‌ها مشابه بوده و متکی به روش‌های تلفیقی و تشخیص به موقع بیماری است. روش-های زراعی مثل تناوب به دلیل قابلیت بالای انتشار کنیدی بیمارگر و جوانه‌زنی آن‌ها در رطوبت نسبی پایین کارایی چندانی در کنترل بیماری نداشته و یا بی اثر است (McGrath, 1997). راهکارهای متکی بر استفاده از ارقام متحمل و مقاوم به بیماری، استفاده از ترکیبات غیر سمی برای میزبان مثل روغن‌های طبیعی و معدنی، سیلیکون، نمک‌های سدیم، آمونیم و پتاسیم که با مکانیسم‌های ناشناخته‌ای بروز بیماری را کاهش می‌دهند(Bélanger & Labbe, 2002)، قارچ‌کش‌ها، عوامل بیولوژیک و ترکیبات شیمیایی که موجب برانگیختن مقاومت

سیستمیک اکتسابی[۱] می‌شوند اجزای اصلی مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز می‌باشند (Hector *et al.*, 2006).

کاربرد قارچ‌کش‌ها که از اجزای اصلی مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیزهستند همواره با مشکل بروز مقاومت در عامل بیماری نسبت به قارچ‌کش‌های مورد استفاده همراه است که باید در ارائه روش‌های مدیریت بیماری قبل از بروز مقاوت‌ها مورد توجه قرار گیرد (McGrath, 2005). قارچ‌کش‌های متنوعی برای مهار بیماری سفیدک پودری جالیز معرفی و ثبت شده است. با توجه به اینکه بیماری سفیدک پودری در هر دو سطح رویی و زیرین میزبان گسترش می‌یابد برای پیش‌گیری از بروز مقاومت ضرورت کنترل بیماری در سطح زیرین برگ و بخصوص در برگ‌های پایینی وجود دارد (McGrath, 2005). قارچ‌کش‌های تماسی و غیر سیستمیک فاقد این توانایی هستند و تنها راه انجام این مورد استفاده از قارچ‌کش‌های سیستمیک و قارچ‌کش‌هایی که خاصیت حرکت بین سلولی دارند، در مدیریت بیماری است (McGrath, 2005). قارچ‌کش‌هایی که دارای مکانیسم‌های تاثیر چندگانه هستند مثل میکروتیول®[۲] و میکروسولف®[۳] از گروه قارچ‌کش‌های گوگردی، بیکربنات پتاسیم مثل آرمیکارب®[۴]، پتاسم فسفات مثل نوترول®[۵]، روغن‌های معدنی مثل جی‌اماس استایلت-اویل®[۶] و سان اسپری®[۷] و مواد بیولوژیک مثل AQ10® برای کنترل بیماری سفیدک پودری جالیز ثبت گردیده‌اند (McGrath & Zitter, 2000). بر اساس مطالعه‌های انجام شده، قارچ‌کش‌های اسیبنزولار-اس-متیل[۸] (داکونیل®[۹])، هگزاکونازول[۱۰]، پنکونازول[۱۱]، تتراکونازول[۱۲] (دومارک®[۱۳]) و تریادیمفون[۱۴] از گروه تریازول[۱۵]، کروزکسیم متیل[۱۶] (استروبی®[۱۷])، بیکربنات پتاسیم (کالیبان®) و تریفلوکسی استروبین[۱۸] (فلینت®[۱۹]) از گروه استروبیلورین، سولفور با نام‌های تجاری تیووویت®[۲۰] و کومولوس®[۲۱] از قارچ‌کش‌های گوگردی برای کنترل سفیدک پودری خیار به‌عنوان قارچ‌کش‌های موثر در ایران ثبت و معرفی شده‌اند (Azimi, 2012; Azimi &

---

[1] - Systemic Acquired Resistance
[2] - Microthiol®
[3] - Micro Sulf®
[4] - Armicarb®
[5] - Nutrol®
[6] - JMS Stylet-oil®
[7] - SunSpray®
[8] - Acibenzolar-S-methyl
[9] - Daconil®
[10] - Hexaconazole
[11] - Penconazole
[12] - Tetraconazole
[13] - Domark®
[14] - Triadimefon
[15] - Triazole
[16] - Kresoxim-methyl
[17] - Stroby®
[18] - Trifloxystrobin
[19] - Flint®
[20] - Tiovit®
[21] - Kumulus®

Shakeri, 2010; Azimi *et al*., 2008a; Azimi *et al*., 2008b; Jamali-Zavareh *et al*., 2004).

بلکیوت®[1] قارچ‌کشی با دامنه تاثیر وسیع روی قارچ‌های آسکومیست و قارچ‌های ناقص با ماده موثره ایمینواکتادین تریس[2] می‌باشد. این قارچ‌کش از طریق تاثیر در غشائ سلول و تاثیر در سنتز لیپیدها و نیز تاثیر در جوانه‌زنی اسپور و کاهش رشد لوله تندش، تشکیل مکینه و رشد هیف تاثیر می‌کند. مکانیسم تاثیر متفاوت بلکیوت، استفاده متناوب از آن با سایر قارچ‌کش‌ها را به‌منظور اجتناب از بروز مقاومت‌ها در مدیریت بیماری ایجاب می‌کند. بلکیوت در سال ۱۳۹۲ در ایران برای استفاده در مدیریت بیماری سفیدک پودری خیار ثبت شده است (Azimi, 2014).

گوگرد بطور طبیعی در مواد غذایی به‌صورت سولفات، در اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و ویتامین‌ها وجود دارد. مطالعه‌های سم‌شناسی نشان داده‌اند گوگرد دارای سمیت بسیار پایین از طریق گوارش و پوست است. گوگرد به مقدار بسیار کم در آب قابلیت حل شدن دارد بنابراین برای موجودات آبزی بی‌خطر است (McCallan, 1948). قارچ‌کش‌های گوگردی غیر سیستمیک و تماسی هستند. این ترکیبات عموماً برای محیط زیست و انسان بی‌خطر هستند (Tweedt, 1981). کومولوس و تیوویت از قارچ‌کش‌های گوگردی هستند که در ایران به ثبت رسیده‌اند (Sheykhi *et al*., 2013). بررسی‌های حسینی‌نیا و همکاران (Hosseini-Nia *et al*., 2008) نشان داد دو نوبت سم‌پاشی با قارچ‌کش کومولوس دو در هزار با فاصله ده روز، بیماری سفیدک پودری گل رز را ۶۶/۶۶٪ نسبت به تیمار شاهد آب‌پاشی کاهش می‌دهد. قارچ‌کش تیوویت برای کنترل بیماری‌های سفیدک پودری، زنگ‌ها و کنه‌ها در درختان هسته‌دار، کیوی، مرکبات، مو، گیاهان زینتی، گوجه‌فرنگی و برخی سبزیجات توصیه شده است (Anonymous, 2014a). سولفولاک®[3] از ترکیبات غیر اختصاصی گروه تیول بوده و در فرآیند تنفس دخالت دارد. این قارچ‌کش در سال ۱۳۹۲ برای استفاده در مدیریت بیماری سفیدک پودری خیار در کشور ثبت شده است (Azimi, 2013b).

در تحقیق حاضر اثرات قارچ‌کش‌های ایمینواکتادین‌تریس و سولفور در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار با هدف ایجاد تنوع در قارچ‌کش‌های در دسترس از گروه‌های مختلف شیمیایی و با نقطه اثرات متفاوت بررسی گردید.

[1] - Belkute®
[2] - Iminoctadine tris
[3] - Sulfolac

مواد و روش‌ها

کاشت مزرعه آزمایشی

آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار (جدول ۱) و چهار تکرار در کرج اجرا شد. برای هر کرت آزمایشی سه ردیف کاشت به‌طول شش متر با فاصله ردیف ۱/۵ متر آماده شد. بین کرت‌ها ۱/۵ متر و بین بلوک‌ها دو متر فاصله منظور گردید. بذر خیار از گروه بتا آلفا (βα) که حساس به بیماری سفیدک پودری است (مشاهدات نگارنده) قبل از کاشت به مدت ۷۲-۴۸ ساعت درون دستمال مرطوب خیسانده شده و پس از جوانه‌زنی روی خطوط کاشت با فاصله ۲۵ سانتی‌متر کشت گردید. برای هر کرت آزمایشی ده سطح فرضی ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر به‌طور تصادفی انتخاب و شماره‌گذاری شد. مراقبت‌های لازم شامل آبیاری، تنک کردن، تغذیه، وجین و مدیریت آفات مکنده شامل سفیدبالک‌ها، زنجرک و تریپس به‌عمل آمد.

تهیه زاد مایه عامل بیماری، تلقیح و ایجاد آلودگی

بوته‌ها در مرحله شروع گل‌دهی با اسپورهای عامل بیماری که از روی میزبان کدو جمع‌آوری گردیده بود به روش تکاندن برگ‌های آلوده روی بوته‌ها و نیز به‌طریق تهیه سوسپانسیون با چگالی ۱×۱۰^{۶} کنیدی در هر میلی‌لیتر و پاشش آن روی بوته‌ها با استفاده از سم‌پاش پشتی‌موتوری تلقیح شدند (Batista *et al*., 2011).

سم‌پاشی و ارزیابی کرت‌های آزمایشی: با مشاهده اولین علائم بیماری سم‌پاشی کرت‌های آزمایشی با تیمارهای آزمایش آغاز و تا آلودگی تیمار شاهد به حداکثر ممکن ادامه یافت. ارزیابی کرت‌های آزمایشی قبل از هر سم‌پاشی انجام گرفت (جدول ۲). برای ارزیابی کرت‌های آزمایشی شاخص شدت بیماری[1] (DSI) برای هر سطح فرضی با توجه به درصد سطح پوشش بوته توسط بیماری[2] (FPP) (Ahmed, 2010) با اختصاص نمره ۷-۱ تخمین و نیز میانگین شدت بیماری برای هر سطح فرضی در هر نوبت ارزیابی به‌روش هورسفال و بارات (Horsfall & Barratt, 1945) مشخص شد (جدول ۳).

[1] - Disease Severity Index

[2] – Foliage Protection Percentage

جدول ۱- تیمارهای آزمایش‌های

Table 1. Experimental treatments

No.	Fungicides
1	Sulfur (Solfulac WG 80%) 2 L/ha
2	Sulfur (Solfulac WG 80% 3) L/ha
3	Sulfur (Solfulac WG 80% 4) L/ha
4	Iminotacdine Tris (Belkute WP 40% 0.5) kg/ha
5	Iminotacdine Tris (Belkute WP 40% 0.75) kg/ha
6	Iminotacdine Tris (Belkute WP 40% 1) kg/ha
7	Karatane (Dinocap EC 35% 2) L/ha
8	Sulfur (Tiovit WG 80% 3) kg/ha
9	Control (without fungicide)

جدول ۲- زمان‌بندی سم‌پاشی‌ها و ارزیابی‌ها

Table 2. Timing of sprays and assessments

	Sprays and assessments periods	
No.	Time of sprays	Time of assessments
1st	by early symptoms seen	before 1st spraying
2nd	5 days after 1st spraying	before 2nd spraying
3rd	7 days after 2nd spraying	before 3rd spraying
4th	10 days after 3rd spraying	before 4th spraying
5th	-	14 days after 4th spraying
6th	-	14 days after 5th assessment

جدول ۳- گروه‌بندی شدت بیماری به روش هورسفال و بارات (۱۹۴۵)

Table 3. Disease severity index grouping by Horsfall & Barratt (1945) method

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

محاسبه مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری: برای تفسیر نقش تیمارها در گسترش بیماری، مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری[1] (AUDPC) با استفاده از میانگین شدت بیماری در ارزیابی‌های بین مرحله شروع تا توقف توسعه بیماری طبق فرمول کمپل و مدن (Campbell & Madden, 1990) محاسبه شد.

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

[1] - Area Under the Disease Progress Curve

در این فرمول n تعداد دفعات ارزیابی، i نوبت ارزیابی، y_i و t_i به‌ترتیب میانگین شدت بیماری و زمان در ارزیابی قبلی، y_{i+1} و t_{i+1} به‌ترتیب میانگین شدت بیماری و زمان در ارزیابی حاضر هستند.

محاسبه اثربخشی[1] تیمارها: اثربخشی تیمارها در کاهش بیماری در مقایسه با شاهد با استفاده از فرمول زیر برای داده‌ها محاسبه شد.

$$ef = 100 - \left(\frac{\bar{x}t}{\bar{x}c} \times 100\right)$$

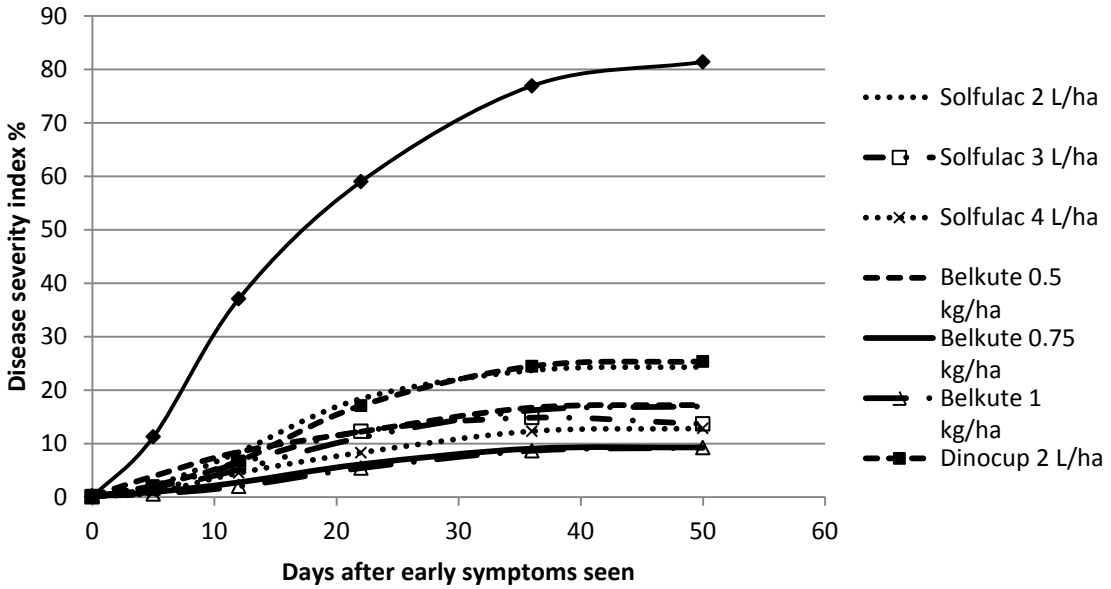
در این فرمول ef اثربخشی تیمار، $\bar{x}_t$ میانگین تیمار و $\bar{x}_c$ میانگین شاهد است.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها: داده‌های حاصل از هر نوبت ارزیابی متوالی پس از تبدیل به جذر، مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری و نیز نتایج حاصل از محاسبه اثربخشی تیمارها نسبت به شاهد در ارزیابی پنجم و مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری در دو سال با استفاده از نرم افزار SAS در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه واریانس مرکب شد. مقایسه میانگین‌ها به طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی آزمایش‌ها در نوبت اول که قبل از انجام سم‌پاشی کرت‌های آزمایشی انجام گرفته است و هدف از آن تعیین مقدار بیماری در شروع آزمایش‌های به منظور امکان محاسبه مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری و ترسیم منحنی‌های پیشرفت بیماری بوده است نشان می‌دهد اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد (جدول ۴). این مسئله آلودگی یکنواخت به بیماری سفیدک پودری در کرت‌های آزمایشی را در آغاز آزمایش‌ها تایید می‌کند. تجزیه واریانس نتایج حاصل از ارزیابی آزمایش‌ها در نوبت‌های دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم و نیز مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری نیز اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها در سطوح پنج و یک درصد نشان می‌دهد. هرچند اثر سال در ارزیابی نوبت چهارم و مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری معنی‌دار است ولی اثر متقابل تیمار در سال معنی‌دار نیست (جدول ۴). بر این اساس مقایسه میانگین مرکب در نوبت‌های ارزیابی به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت (جدول ۵). مقایسه میانگین تیمارها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان می‌دهد که در تمام نوبت‌های ارزیابی با فواصل سم‌پاشی ۵، ۷، ۱۰ و ۱۴ روز تمامی تیمارها توانسته‌اند بیماری را نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری کاهش دهند. با استفاده از میانگین درصد بیماری در ارزیابی‌های اول تا ششم منحنی‌های پیشرفت بیماری ترسیم شد (شکل ۱).

[1] - Efficacy



شکل ۱- منحنی پیشرفت بیماری در یک دوره ۵۰ روزه

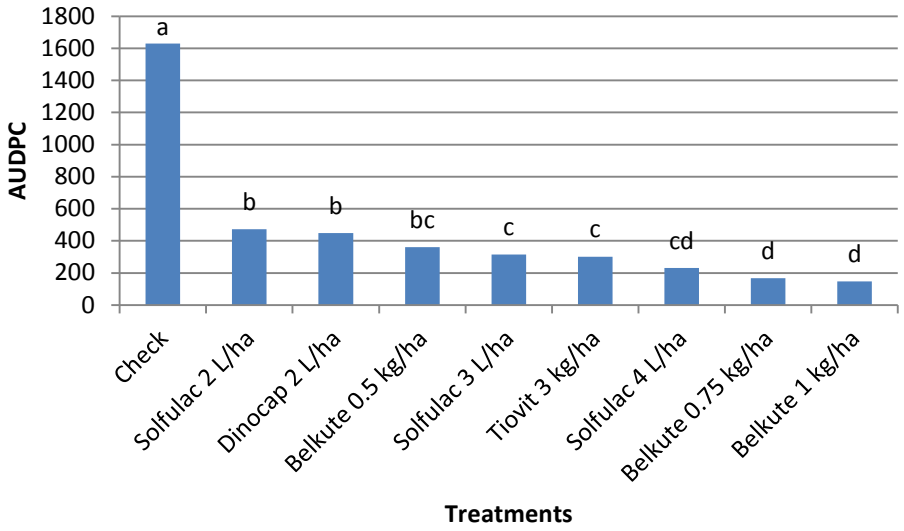
Figure 1. Disease progressive curve in a 50 days period

منحنی‌های پیشرفت بیماری که روند توسعه بیماری را از شروع اولین علائم بیماری در یک دوره ۵۰ روزه ترسیم می‌نماید نشان می‌دهد که روند توسعه بیماری حدود ۳۶ روز پس از مشاهده اولین علائم بیماری متوقف شده است. این مسئله نشانگر توسعه بیماری در یک دوره‌ی ۳۶ روزه در شرایط محل آزمایش است. این منحنی هم‌چنین نشان می‌دهد که بیماری در تیمار شاهد در همین دامنه زمانی به حداکثر مقدار ممکن در روش ارزیابی هورسفال و بارات (Horsfal & Barrat, 1945) رسیده است.

بررسی میانگین تیمارها بر اساس مقادیر مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری که نشانگر مقدار بیماری در یک دوره ۳۶ روزه است، نشان می‌دهد که تیمارهای ایمینواکتادین‌تریس ۰/۷۵ و یک کیلوگرم در هکتار با کم‌ترین میانگین بیماری در یک گروه قرار گرفته‌اند. همچنین تیمارهای سولفور (سولفولاک) ۳ و ۴ لیتر در هکتار به همراه تیوویت ۳ کیلوگرم در هکتار بعد از تیمارهای ایمینواکتادین‌تریس ۰/۷۵ و یک لیتر در هکتار در گروه بالاتر از نظر مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری قرار دارند. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که تیمارهای سولفولاک ۲ لیتر و کاراتان ۲ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین تاثیر را در کنترل بیماری داشته و در گروه آماری واحدی قبل از تیمار شاهد قرار دارند (شکل ۲).

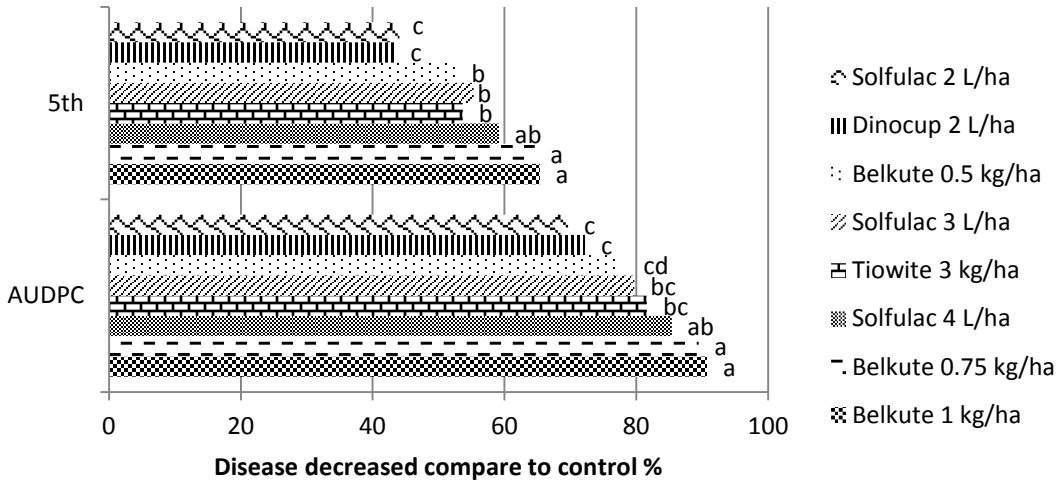
همچنین تجزیه واریانس داده‌های حاصل از محاسبه اثر بخشی تیمارها نسبت به شاهد در ارزیابی نوبت پنجم و نیز مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری نشان می‌دهد بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثربخشی

تیمارها در ارزیابی پنجم و مساحت زیر منحنی بیماری نشان می‌دهد تیمارهای ایمینواکتادین‌تریس ۰/۷۵ و یک کیلوگرم در هکتار بیشترین اثربخشی را در کاهش بیماری نسبت به شاهد داشته‌اند. هم‌چنین کم‌ترین اثربخشی نیز مربوط به تیمارهای کاراتان و سولفور (سولفولاک) دو لیتر در هکتار بوده است (شکل ۳).



شکل ۲- هیستوگرام اثر تیمارها در مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری

Figure 2. Effect of treatments on AUDPC



شکل ۳- اثر بخشی تیمارها در کاهش بیماری نسبت به شاهد در ارزیابی پنجم (زمان توقف رشد بیماری در تیمار شاهد) و مقادیر مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری

Figure 3. Treatments efficacy compare to control in 5th assessment (time of disease progress end in control), and AUDPC

جدول ۴- تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی در نوبت‌های مختلف ارزیابی، مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری و اثربخشی تیمارها

Table 4. Analysis of variance data obtained from assessments at different periods, AUDPC and efficacy of treatments

Source	DF	Assessments MS						AUDPC MS	AUDPC DF	Efficacy MS	
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th			5th	AUDPC
Year	1	0.001	0.210	1.080	3.984**	0.364	0.229	71852.40*	1	0.724	28.225
Block (Year)	6	0.027	0.326	0.345	0.222	0.243	0.349	2015.93	6	302.055	241.383
Treat	8	0.025	4.094**	14.528**	20.241**	24.487**	26.532**	1661792.56**	7	550.111**	465.625**
Year × Treat	8	0.024	0.248	0.584	0.542	0.306	0.257	15708.48	7	43.876	61.008
Error	48	0.028	0.173	0.433	0.349	0.392	0.353	14201.13	42	46.779	38.806
C.V.		20.29	25.51	23.93	15.47	13.99	13.07	26.33		12.49	7.71

** معنی‌دار در سطح یک درصد

** Significant at 1% level

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد بیماری در نوبت‌های مختلف ارزیابی، مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری و درصد اثر بخشی تیمارها

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

Treatments	Mean assessments						AUDPC	Efficacy	
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th		5th	AUDPC
Sulfur (Solfulac WG 80%) 2 L/ha	0.200 a	2.125 bc	8.450 b	18.425 b	23.718 b	24.375 b	472.20 b	44.065 c	69.627 e
Sulfur (Solfulac WG 80% 3) L/ha	0.050 a	1.638 c	6.338 bcd	12.300 cd	14.875 cde	13.688 cd	315.54 c	55.31 b	79.725 bc
Sulfur (Solfulac WG 80% 4) L/ha	0.175 a	0.838 c	4.538 bcd	8.338 def	12.344 cde	12.844 cd	230.49 cd	59.178 ab	85.361 ab
Iminotacdine Tris (Belkute WP 40% 0.5) kg/ha	0.250 a	3.925 b	8.475 b	12.250 cd	16.750 c	17.238 b	360.46 bc	52.59 b	77.28 cd
Iminotacdine Tris (Belkute WP 40% 0.75) kg/ha	0.212 a	0.963 c	2.775 cd	6.150 ef	9.088 de	9.313 d	167.31 d	64.595 a	89.461 a
Iminotacdine Tris (Belkute WP 40% 1) kg/ha	0.268 a	0.613 c	2.025 d	5.438 f	8.688 e	9.256 d	147.62 d	65.366 a	90.741 a
Karatane (Dinocap EC 35% 2) L/ha	0.337 a	2.175 bc	6.775 bc	17.125 bc	24.500 b	25.4 b	448.48 b	43.269 c	72.212 de
Sulfur (Tiovit WG 80% 3) kg/ha	0.337 a	1.475 c	5.163 bcd	11.138 de	16.250 cd	16.969 c	300.98 c	53.677 b	81.612 bc
Control (without fungicide)	0.100 a	11.30 a	37.125 a	59.025 a	76.938 a	81.406 a	1630.48 a	-	-

میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means followed with a similar letter aren't significantly different (Duncan α= 5%)

بحث

روش‌های مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز برای گونه‌های بیمارگر و نژادهای مختلف آنها مشابه بوده و متکی به روش‌های تلفیقی و تشخیص به‌موقع بیماری است. کاربرد قارچ‌کش‌ها که از اجزای اصلی مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیزهستند همواره با سئوالاتی مثل زمان سم‌پاشی، دفعات تکرار، فواصل سم‌پاشی، بروز مقاومت‌ها و راهکارهای اجتناب از آن و چگونگی کاهش مصرف قارچ‌کش‌ها و جایگزینی آنها با قارچ‌کش‌های سازگارتر با محیط زیست روبروست. استفاده تازه‌خوری و برداشت تدریجی و تقریباً روزانه خیار اهمیت باقیمانده سموم آفت‌کش و از جمله سموم قارچ‌کش را در این محصول برجسته ساخته و ضرورت توصیه‌های هدفمند در استفاده از آنها را اجتناب ناپذیر می‌سازد. قارچ‌کش‌های متنوعی برای مدیریت بیماری سفیدک پودری در کشور ثبت و معرفی شده است که در بین آن‌ها قارچ‌کش‌های سازگار با محیط زیست نیز وجود دارند (Azimi, 2012).

سولفور اولین ماده‌ای است که به‌عنوان قارچ‌کش مورد استفاده قرار گرفته است. یونانی‌ها ۲۰۰۰ سال قبل از سولفور برای کنترل بیماری‌های زنگ گندم استفاده کرده‌اند (Tweedt, 1981). سولفور با تولید سولفید هیدروژن به عنوان ماده سمی موثره از جوانه‌زنی اسپور قارچ‌ها جلوگیری می‌کند (McCallan, 1948) بنابراین زمان استفاده از آن در مهار موفق بیماری بسیار مهم است (Ellis & Bradley, 1992). سولفولاک WG 80% دارای ۸۰۰ گرم سولفور در هر لیتر بوده و برای کنترل بیماری‌های سفیدک پودری و زنگ در سیب، میوه‌های هسته‌دار، مو و سبزیجات توصیه شده است (Anonymous, 2014b). این قارچ‌کش نباید با کاپتان، روغن‌ها و ترکیبات دارای روغن‌های معدنی مخلوط شود (Anonymous, 2014b). ایمینواکتادین تریس در سال ۱۹۹۴ برای مصرف روی ۱۶ محصول مختلف شامل درختان میوه و سبزیجات در ژاپن به ثبت رسیده و به دلیل خاصیت گیاه‌سوزی پایین آن تا سال ۲۰۰۰ مصرف آن به ۳۰ محصول افزایش پیدا کرده است (Azimi, 2013a; Azimi, 2014). نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان می‌دهد که سولفولاک WG 80% سه و چهار کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب با ۸۰/۶۷ و ۸۳/۹۶ درصد کاهش مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی، تاثیر کافی در کنترل و پیش‌گیری از بیماری سفیدک پودری جالیز را دارد. این نتایج با نتایج تحقیقات Keinath & DuBose (2012) که سولفور را در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار موثر ارزیابی کرده‌اند و با نتایج McGrath & Shishkoff (1999) که ترکیبات گوگردی را در کنترل و پیش‌گیری از بیماری سفیدک پودری خیار تایید می‌کنند در انطباق است. مطالعه حاضر همچنین نشان می‌دهد که قارچ‌کش ایمینواکتادین تریس با مقدار مصرف ۰/۷۵ و یک کیلوگرم در هکتار دارای اثر مهار کنندگی کافی نسبت به بیماری سفیدک پودری خیار بوده و توانسته است مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری را به ترتیب به‌مقدار ۸۹/۴۶ و ۹۰/۷۴ درصد نسبت

به شاهد بدون استفاده از قارچ‌کش کاهش دهد. با توجه به اینکه بین اثر بخشی ایمینواکتادین‌تریس ۰/۷۵ و یک کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری در سطوح آماری یک و پنج درصد وجود ندارد کاربرد بلکیوت با مقدار مصرف ۰/۷۵ کیلوگرم در هکتار به فاصله ۱۴-۷ روز با مشاهده اولین علائم بیماری توصیه می‌گردد. هم‌چنین قارچ‌کش ایمینواکتادین‌تریس ۰/۵ کیلوگرم در هکتار با اینکه از نظر مقدار تاثیر در کنترل بیماری در گروه آماری جداگانه‌ای قرار دارد ولی توانسته است مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری را نسبت به شاهد بدون استفاده از قارچ‌کش ۷۷/۲۸ درصد کاهش دهد. خصوصییاتی مانند دوز پایین مصرفی، مقدار بالای LD50، دوره بقائ کوتاه آن در خاک (۱۴۰-۸۰ روز)، اثرات سوئ زیستی کم روی میکروارگانیسم‌های خاک و نداشتن اثرات گیاه‌سوزی در مقادیر توصیه شده، دوره کارنس کوتاه (یک روز در خیار)، فقدان اثرات تومورزایی و جهش ژنی (Anonymous, 2009) و مقایسه این خصوصیات با کاراتان که برای مدت بسیار طولانی در ایران برای مدیریت بیماری‌های سفیدک پودری در طیف وسیعی از میزبان‌ها و به‌خصوص در خیار استفاده شده است، ایمینواکتادین‌تریس را به‌عنوان جایگزین مناسبی برای کاراتان معرفی می‌نماید. بایستی توجه داشت که در اجرای این آزمایشات زمان شروع آلودگی به‌طریق پیشنهادی مک‌گارت تعیین گردیده است که روش ساده، کاربردی و در عین حال سودمندی می‌باشد. شروع سم‌پاشی‌ها پس از بروز بیماری می‌تواند اثر مهار کنندگی قارچ‌کش‌های آزمایشی را کاهش دهد. بنابر این برای حصول نتایج بهتر در کنترل بیماری سفیدک پودری برآورد دقیق زمان شروع آلودگی در عین حال که از کاربرد نابجای قارچ‌کش پیش‌گیری می‌کند در موفقیت امر بسیار مهم است. همچنین همانطوری که میانگین تیمار شاهد نشان می‌دهد آزمایش در شرایط شدت بالای بیماری اجرا شده است بنابراین در شرایط پایین بودن شدت بیماری انتظار اثر مطلوب‌تری از تیمارهای آزمایش وجود دارد و این موضوع می‌تواند مستندی بر توصیه دوزهای پایین قارچ‌کش‌های مورد آزمایش با هدف کاهش استفاده از سموم باشد.

نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهند که قارچ‌کش کاراتان EC ۳۵٪ با مقدار ۲ لیتر در هکتار و سولفور (تیوویت) ۳ کیلوگرم در هکتار نیز در مهار بیماری سفیدک پودری خیار موثر بوده و توانسته‌اند مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری را نسبت به شاهد بدون استفاده از قارچ‌کش به‌ترتیب ۷۲/۲۱ و ۸۱/۶۱ درصد کاهش دهند. کاراتان که اولین بار در اوایل دهه ۱۹۵۰ ثبت گردید قارچ‌کشی تماسی است که به‌طور وسیعی برای کنترل بیماری‌های سفیدک پودری در درختان میوه، سبزیجات، خزانه‌ها و گیاهان زینتی استفاده می‌شود (Anonymous, 1987). این قارچ‌کش در سال ۱۹۹۳ بر اساس توافق CAC[1] از لیست استانداردهای غذایی سازمان خوار و بار جهانی FAO حذف گردیده است (Anonymous, 1993; Anonymous, 1989). بنابراین با

[1] - Codex Alimentations Commission

وجود اینکه این قارچ‌کش اثر مهار کنندگی خود را پس از سال‌ها استفاده همچنان حفظ کرده است ولی ضرورت توجه به سلامت غذایی ایجاب می‌کند که در خصوص خروج این قارچ‌کش از لیست قارچ‌کش‌های مجاز کشور تصمیم‌گیری شود. بدیهی است در بکارگیری هدفمند قارچ-کش‌های مورد آزمایش، آموزش کارشناسان حفظ نباتات و مروجین کشاورزی در برآورد و تخمین زمان شروع بیماری از اهمیت بالایی برخوردار است. روش مک‌گرات که در این پروژه در برآورد زمان شروع سم‌پاشی مورد استفاده قرار گرفته است برای آموزش و ترویج در بین زارعین توصیه می‌گردد.

منابع

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*, 36 (2): 220-237.

Anonymous, 1987. Pesticide fact sheet number 65: Dinocap. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs. Washington, DC. USA. Available from URL: http://www.epa.gov/pesticides/factsheets/ (Accessed 26-October-2014).

Anonymous, 1989. Dinocap: Notice of intent to cancel registrations. *Conclusion of Special Review*. U.S. Environmental Protection Agency. Federal Register, 54 (23): 5908-5920.

Anonymous, 1993. Report of the twenty-second session of the codex committee on Pesticide residues. Available from URL: https://www.google.com/?gws_rd=ssl#q= Codex+Alimentations+Commission+1993+Dinocap+fungicid&spell=1 (Accessed 26-October-2014).

Anonymous, 2009. Iminoctadine tris (albesilate). Pesticide properties database, University of Hertfordshire, Available from URL: http://www.sitem.herts.ac. uk/aeru/ppdb/en/Reports/2397.htm (Accessed 26-October-2014).

Anonymous. 2012. Statistical fact sheet on agricultural products. Economic and programing aide in communication and information technology of the Ministry of Agricultural Jihad. Year 2011-12, Vol. 1. (in Persian)

Anonymous, 2014a. Thiovit Jet registration documents in UK. Available from URL: http://www.plantprotection.co. uk/HTML/.../.. %5CProd%5CProd2611.htm (Accessed 26-October-2014).

Anonymous, 2014b. Sulfolac® WG, fungicide for control of powdery mildew and rust diseases on apples, stone fruit, grapes, tomatillos and vegetables. Available from URL:http://www.adriacp.co.nz/Technical%20Brochures/Sulfolac%20WG.pdf (Accessed 26-October-2014).

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. *Applied Research in Plant Protection*, 1 (1): 57-65. (in Persian with English abstract)

Azimi, H. 2013a. Investigation on Belkute WP 40% effects on powdery mildew of cucumber. Agricultural Scientific Information & Documentation Center (ASIDC), 43996. (in Persian with English abstract)

Azimi, H. 2013b. Investigation on Sulfolac (Sulphur 80 WG) effects on powdery mildew of cucumber. Agricultural Scientific Information & Documentation Center (ASIDC), 44139. (in Persian with English abstract)

Azimi, H. 2014. Study of iminoctadine tris (Belkute WP 40%) effects on powdery mildew of cucumber. *Proceedings of the 21th Iranian Plant Protection Congress, 23-26 August 2014, Urmia, Iran.* P. 73.

Azimi, H., Shakeri M. 2010. Investigation on effects of some new fungicides on cucumber powdery mildew. *Proceedings of the 19th Iranian Plant Protection Congress, 31 July-3 August 2010. Tehran, Iran*, Vol. 2, P. 879.

Azimi, H., Shakeri, M., Safaei, D. 2008. Effects of bicarbonate-potassium and spraying intervals on powdery mildew of cucurbits. *Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress, 24-27 August 2008*. *Hamadan, Iran*, Vol. 2, P. 275.

Babai Ahari, A., Khoshkalam, N. & Valizadeh, M. 2012. Identification of cucumber powdery mildew agents and determination of their race in East Azarbaijan province. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 35 (1): 55-68. (in Persian with English abstract)

Batista, T.J.J., Rezende, R., Terumi Itako, A., Lourenço de Freitas, S. & Antônio Frizzone, J. 2011. Drip fungigation in early blight control of tomato, *Acta Scientiarum. Agronomy Maringá*, 33 (1): 9-14.

Behdad, E. 1981. *Disease of Field Crops in Iran.* Neshate Esfahan, Iran. (in Persian)

Bélanger, R. & Labbe, C. 2002. Control of powdery mildew without chemicals: prophylactic & biological alternatives for horticultural crops, Pp. 256-267, In: Bélanger, R.R., Bushnell, W.R., Dik, A.J. & Carver, T.L.W. (Eds.), *The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise*, APS. St. Paul, Minnesota.

Braun, U., Cook, R.T., Inman, A.J., & Shin, H.D. 2002. The taxonomy of the powdery mildew fungi. Pp. 13-25, In: Bélanger, R.R., Bushnell, W.R., Dik, A.J. & Carver, T.L.W. (Eds.), *The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise*, APS. St. Paul, Minnesota.

Campbell, C.L. & Madden, L.V. 1990. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. John Wiley & Sons, New York.

Dik, A.J. & Albajes, R. 1999. Principles of epidemiology, population biology, damage relationships & integrated control of diseases & pests, Pp. 69-81, In: Albajes, R., Lodovica Gullino, M., van Lenteren, J.C. & Elad, Y. (Eds.), *Integrated Pest & Disease Management in Greenhouse Crops*. *Developments in Plant Pathology*, Vol. 14, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

Ellis, B.W. & Bradley, F.M. 1992. *The Organic Gardener's Handbook of Natural Insect and Disease Control*. Rodale Press, Emmaus, PA.

Esfandiari, E. 1947. Field crop and fruit trees diseases in subtropical regions of north of Iran. Pest and disease research institute (ed.) 5: 1-21.

Hector, G., Palenius, N., Hopkins, D. & Daniel, J.C. 2006. *Powdery Mildew of Cucurbits in Florida*. U.S.A Department of Agriculture, Cooperative Extension Service, University of Florida, IFAS, Florida A. & M. University Cooperative Extension

Program, & Boards of County Commissioners Cooperating. Available from URL: http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/HS/HS32100.pdf (Accessed 26-October-2014).

Horsfall, J.G. & Barratt, R.W. 1945. An improved grading system for measuring plant disease. *Phytopathology*, 35: 655 (Abstract).

Hosseini-Nia, A., Edrisi, B., Etaaty, M., & Kazemi-Siahooi, G.R. 2008. Simultaneous control of rose powdery mildew and rose spider mites by neem (*Azadirachta indica* Adr. Juss) seed oil, sulfur and dinocap. *Pajouhesh and Sazandegi*, 78: 34-40. (in Persian with English abstract)

Jahn, M., Munger, H.M. & McCreight, J.D. 2002. Breeding cucurbit crops for powdery mildew resistance. Pp. 239-248, In: Bélanger, R.R., Bushnell, W.R., Dik, A.J. and Carver, T.L.W. (Eds.), *The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise,* APS. St. Paul, Minnesota.

Jamali-Zavareh, A.H., Sharifi Tehrani, A., Hejarood, G.H.A., Zad, S.J., Mohamadi, M. & Talebi Jahromi, K.H. 2004. An investigation of 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 abstract)

Keinath, A. P., & DuBose, V. B. 2012. Controlling powdery mildew on cucurbit rootstock seedlings in the greenhouse with fungicides and biofungicides. *Crop Protection*, 42: 338-344.

Kiristakova, E., Lebeda, A. & Sedlkova, B. 2009. Species spectra, distribution and host range of cucurbit powdery mildews in the Czech Republic, and in some other European and Middle Eastern countries. *Phytoparasitica*, 37 (4): 337-350.

Larson, B.C., Mossler, M.A. & Nesheim, O.N. 2014. Florida Crop/Pest Management Profiles: Cucumbers. Electronic Data Information Source of UF/IFAS Extension (EDIS), CIR 1255. Available from URL: http://edis.ifas.ufl.edu/. (Accessed 26-October-2014).

McCallan, S.E.A. 1948. The nature of the fungicidal action of copper and sulfur. *The Botanical Review*, 15 (9): 629-641.

McGrath, M.T. 1997. Powdery Mildew of Cucurbits Fact Sheet Page: 730-732. Department of Plant Pathology, Long Island Horticultural Research and Extension Center, Cornell University. Available from URL: http://nysipm.cornell.edu/factsheets/vegetables/cucu/pm.pdf (Accessed 26-October-2014).

McGrath, M.T. 2005. Guidelines for Managing Cucurbit Powdery Mildew with Fungicides Department of Plant Pathology, Cornell University. Long Island & Horticultural Research & Extension Center. Available from URL: http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Cuc_PM_Update.htm (Accessed 26-October-2014).

McGrath, M.T. & Zitter, A. 2000. Guidelines for Managing Powdery Mildew and Other Diseases of Cucurbits, Department of Plant Pathology, Long Island Horticultural Research and Extension Center, Cornell University. Available from URL: http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/PMCucurbits.htm (Accessed 26-October-2014).

McGrath, M.T., & Shishkoff, N. 1999. Evaluation of biocompatible products for managing cucurbit powdery mildew. *Crop Protection*, 18 (7): 471-478.

Mossler, M.A. & Nesheim, O.N. 2005. Florida Crop/Pest Management Profile: Squash, Electronic Data Information Source of UF/IFAS Extension (EDIS), CIR 1265. Available from URL: http://edis.ifas.ufl.edu/ (Accessed 26-October-2014).

Sheykhi, A., Najafi, H., Abbasi, S., Saber, F. & Rashid, M. 2012. *The Pesticide Guide of Iran*. Paytakht (ed.), Tehran, Iran. (in Persian)

Tweedt, B.G. 1981. Inorganic sulfur as a fungicide. *Residue Reviews*, 78: 43-68.