Archive of SID
بیماریهای گیاهی، جلد ٤١، ١٣٨٤

بررسی اثر چند ترکیب شیمیایی در القاء مقاومت علیه بیماری سفیدک پودری در خیار

The effect of several compounds on the induction of resistance to powdery mildew in cucumber

عبدالحسین جمالی‌زواره*، عباس شریفی‌تهرانی

گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

دریافت ١٣٨٣/٩/١٦ پذیرش ٨٤/٤/٢٩

چکیده

بیماری سفیدک پودری که عامل آن قارچ *Podosphaera fusca* است، از بیماریهای مهم کدوییان است و رایج‌ترین روش کنترل آن استفاده از قارچکش‌ها می‌باشد. اما اثرات جنبی کاربرد قارچکش‌ها، یافتن روش‌های دیگری را برای کنترل بیماری ضروری می‌سازد که از جمله آنها القاء مقاومت در گیاه قابل ذکر است. در این پژوهش اثر شش ترکیب شیمیایی اسیبنزولار– اس– متیل (ACI)، اسید بتاآمینو بوتریک (BABA)، اسید سالیسیلیک (SA)، اسید نیکوتینیک (NA)، فسفات‌دی‌پتاسیم (K_2P) و عصاره گیاه *Reynoutria sachalinensis* (*Rs*) در القاء مقاومت در خیار (رقم سوپردامینوس) علیه بیماری سفیدک پودری بررسی شد. برای بررسی اثر ترکیبات در القاء مقاومت، محلول آنها بر پشت و روی برگهای گیاه پاشیده شد و ٢٤ ساعت بعد سوسپانسیون اسپور بیمارگر روی گیاه مایه‌زنی گردید. برای بررسی امکان القاء مقاومت سیستمیک، محلول ترکیب بر پشت و روی اولین برگ حقیقی گیاه پاشیده شد و

* مسئول مکاتبه

www.SID.ir

Archive of SID

۲٤ ساعت بعد سوسپانسیون اسپور بیمارگر روی اولین و دومین برگ مایه‌زنی گردید. ده روز بعد میانگین تعداد لکه بیماری در واحد سطح برگ‌های مایه‌زنی شده محاسبه گردید. نتایج نشان داد که کلیه این ترکیبات وقتی یک روز قبل از مایه‌زنی بیمارگر روی بوته بکار رفتند، شدت بیماری را کاهش دادند، گرچه میزان تأثیر آنها متفاوت بود. ACI و *Rs* بیماری را بیش از ۹۵٪ (نسبت به شاهد) کنترل کردند، BABA و K_2P با ۵۰ تا ۷۰ درصد کنترل، تأثیر نسبی در جلوگیری از آلودگی داشتند و SA و NA با کمتر از ۳۵٪ کنترل، تأثیر قابل توجهی در کاهش آلودگی نداشتند. از نظر کنترل سیستمیک بیماری، ACI کاملاً مؤثر بود، BABA و K_2P تأثیر سیستمیک نسبی نشان دادند یعنی کنترل بیماری روی برگ دوم حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد کنترل در برگ اول بود. *Rs* ، SA و NA از نظر کنترل سیستمیک بسیار ضعیف (کمتر از ۳۰٪ برگ اول) بودند. در آزمایش‌های مزرعه ای نیز اثر اسیبنزولار در کنترل بیماری برابر با مؤثرترین قارچکش‌ها یعنی پنکونازول و هگزاکونازول بود و با آنها در یک گروه آماری قرار گرفت. مجموع نتایج نشان داد که ACI و *Rs* ترکیبات مؤثری برای القاء مقاومت خیار در برابر سفیدک پودری هستند.

واژه‌های کلیدی: خیار، سفیدک پودری، القاء مقاومت، اسیبنزولار– اس- متیل، اسید بتاآمینوبوتریک، اسید سالیسیلیک، اسید نیکوتینیک، فسفات‌دی‌پتاسیم، *Reynoutria sachalinensis*

مقدمه

سفیدک پودری یکی از بیماری‌های مهم گیاهان خانواده کدوئیان است که معمولاً در نواحی گرم و خشک و کم باران شیوع دارد و در ایران نیز از دیرزمان در مناطق کشت گیاهان جالیزی وجود داشته است (*بهداد*،۱۹۸۰). عامل این بیماری قارچ *Podosphaera fusca* (Fr.) U. Braun & N. Shishkoff [syn. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht. Ex Fr.) Pollacci] است و خسارت آن نسبت به سایر بیماری‌های جالیز در درجه اول اهمیت قرار دارد. رایج‌ترین شیوه برای کنترل بیماری، استفاده از قارچکش‌ها است اما کاربرد مکرّر ترکیبات قارچکش برای انسان و محیط‌زیست اثرات جنبی نامطلوبی دارد و لذا مطالعات روی یافتن سایر روش‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مؤثر در کنترل بیماری متمرکز شده که از آن جمله القاء مقاومت میزبان در برابر بیماری قابل ذکر است. القاء مقاومت به مفهوم افزایش مقاومت گیاهانی است که در حالت عادی حساس به بیماری هستند، بدون اینکه ساختار ژنتیکی این گیاهان از طریق اصلاح نژاد یا مهندسی ژنتیک تغییر کند. ایده اصلی اینست که ژن‌هایی برای مقاومت یا واکنش‌های دفاعی در گیاهان وجود دارد که بطور معمول بیان نمی‌شوند مگر اینکه یک « القاکنندهٔ مقاومت» آنها را فعال کرده یا بیان آنها را افزایش دهد و یا اینکه تغییراتی در متابولیسم گیاه اثرات این ژن‌ها را افزایش دهد (Steiner & Schonbeck 1995). برای القاء مقاومت در گیاهان از عوامل القاکنندهٔ مختلفی استفاده شده است که ازجمله مي‌توان کاربرد عوامل بیمارگر در مرحلهٔ غیرحساس گیاه، کاربرد عوامل بیمارگر ضعیف شده، کاربرد میکروارگانیزم‌های غیربیمارگر یا متابولیت‌های آنها و برخی از ترکیبات شیمیایی را ذکر کرد و در این میان کاربرد ترکیبات شیمیایی سهولت بیشتری دارد. در مورد خیار اولین بار در اواسط دهه ۱۹۷۰ مقالاتی در مورد مقاومت اکتسابی (SAR) ارائه گردید. کوک و همکاران در سال ۱۹۷۵ مقاومت سیستمیک را در خیار شرح دادند. مؤلفین نشان دادند که مایه‌زنی قبلی یکی از برگ‌های بوته خیار با *Colletotricum lagenarium*، حفاظت سیستمیک کل بوته را در برابر تهاجم بعدی همین قارچ ظرف یک هفته ایجاد کرد. کوک و همکاران در مطالعات بعدی نشان دادند که تعدادی از بیمارگرها مي‌توانند در گیاه القای مقاومت کنند و مقاومت القاشده علیه طیف وسیعی از بیماریها مؤثر است (Jenns & Kuc 1977, Caruso & Kuc 1979). نقش باکتریهای تقویت کننده رشد گیاه (PGPR) نیز در القای مقاومت سیستمیک در خیار بررسی شده و نتایج قابل توجهی بخصوص در برابر بیماری‌های آنتراکنوز و پوسیدگی پیتیمی ریشه بدست آمده است (Chen *et al.* 1998, Chen *et al.* 2000, Ongena *et al.* 1999, Press *et al.* 2001). همچنین کاربرد ترکیبات شیمیایی برای القای مقاومت سیستمیک در برابر بیماری‌های مختلف بررسی شده و از جمله ایجاد مقاومت در برابر آنتراکنوز با استفاده از اسید دی‌کلروایزونیکوتینیک، فسفات پتاسیم و اسیبنزولار- اس- متیل نتیجه بخش بوده است (Metraux *et al.* 1990, Siegrist *et al.* 1994, Ishii *et al.* 1999, Narusaka *et al.* 1999, Orober *et al.* 1999, Zhu *et al.* 1999). در مورد مقاومت به سفیدک پودری مطالعات نشان داد که آلوده کردن کوتیلدون یا یکی از برگ‌های پایینی خیار با ویروس TNV منجر به

www.SID.ir

Archive of SID

ظهور مقاومت سیستمیک به این بیماری شد (Bashan & Cohen 1983, Conti *et al.* 1990). در این تحقیق امکان استفاده از ترکیبات شیمیایی برای القاء مقاومت در خیار علیه سفیدک پودری بررسی شده است.

روش بررسی

۱- ترکیبات شیمیایی مورد استفاده

- اسیبنزولار- اس- متیل[1] با نام تجارتی بیون[2] از طریق نمایندگی شرکت Syngenta در ایران تهیه گردید. هگزاکونازول[3] با نام تجارتی آنویل[4] (سوسپانسیون با ۵٪ ماده مؤثر)، پنکونازول[5] با نام تجارتی توپاس[6] (امولسیون دارای ۲۰٪ ماده مؤثر) و گوگرد[7] با نام تجارتی کوزان[8] (پودر وتابل دارای ۸۰٪ ماده مؤثر) بکار رفت. بتاآمینو بوتریک اسید[9]، فسفات دی پتاسیم[10]، اسید نیکوتینیک[11] و اسید سالیسیلیک[12] از محصولات Merk استفاده شد.

- عصاره گیاه *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai (از خانواده Polygonaceae): برای تهیه عصاره ۱٪ (وزن به حجم) مطابق روش *کوالوسکی و هرگر* (Kowalewski & Herger 1992) برگ گیاه کاملاً خشک شد و بصورت پودر نرمی درآمد. یک گرم از این پودر بمدت ده دقیقه در ده میلی‌لیتر استن (CH_3COCH_3) غوطه‌ور شد، سپس حجم مخلوط با افزودن آب مقطر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسید. پس از یک ساعت مخلوط با استفاده از پارچه ململ صاف گردید.

۲- پرورش بوته های خیار در گلخانه

بذر خیار رقم سوپردامینوس (Super Dominus) در گلدان‌هایی به قطر ۱٤ سانتیمتر در خاک استریل کاشته شد. خاک مورد استفاده از یک قسمت خاک زراعی، یک قسمت ماسه و یک قسمت کود حیوانی تشکیل شده بود. گلدان‌ها در گلخانه در شرایط حرارتی ۲۲ تا ۲۸ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی ۷۰ تا ۸۰ درصد و دوره روشنایی ۱٤ ساعته نگهداری شدند. پس از اینکه دومین برگ حقیقی بوته‌ها کامل گردید، گلدان‌هایی که حداقل چهار بوته

1. acibenzolar- S –methyl (Benzo [1,2,3] thiadiazole -7- carbothioic acid - S –methyl ester)
2. Bion 50 WG
3. Hexaconazole
4. Anvil 5 SC
5. Penconazole
6. Topas 200 EW
7. Sulfur
8. Cosan 80 WP
9. β- aminobutyric acid
10. di potassium phosphate
11. nicotinic acid
12. salicylic acid

www.SID.ir

Archive of SID

یکنواخت داشتند برای انجام آزمایش استفاده شدند.

۳- مایه زنی قارچ و ایجاد بیماری روی گیاه

مایه‌زنی به روشی که توسط *جمالی‌زواره* و همکاران (۲۰۰٤) گزارش گردیده است انجام شد. اسپورهای جوان *P. fusca* موجود در سطح برگ‌های خیار، درون آب مقطر غوطه‌ور گردید و سپس تعداد اسپور در سوسپانسیون روی ٤۰۰۰۰ اسپور در میلی‌لیتر تنظیم شد. بلافاصله با استفاده از یک افشانه دستی، سوسپانسیون قارچ روی برگ‌های موردنظر در حدی پاشیده شد که سطح برگ خیس شود اما جاری نگردد. بوته‌های مایه‌زنی شده به مدت ۲٤ ساعت در شرایط تاریکی و رطوبت بالاتر از ۹۰٪ نگهداری و سپس به شرایط عادی گلخانه برگردانده شدند. پس از ۸ تا ۱۰ روز لکه‌های بیماری روی برگها کاملاً مشخص بود.

٤- ایجاد خزانه بیماری

برای حفظ دائم ذخیره آلودگی و تأمین مایهٔ تلقیح کافی برای آزمایش‌های بعدی، خزانه بیماری ایجاد شد. برگ‌های خیار با آلودگی طبیعی به سفیدک پودری از مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران (واقع در کرج) جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید و با استفاده از تودهٔ اسپور موجود در روی این برگ‌ها سوسپانسیون اسپور قارچ *P. fusca* تهیه شد. تعداد۲۰ گلدان خیار سوپردامینوس با این سوسپانسیون مایه‌زنی شد و بمدت ۲٤ ساعت در شرایط مناسب ایجاد بیماری قرار گرفت. سپس گلدان‌ها به شرایط گلخانه بازگردانده شدند. برای بقا و نوسازی خزانه، هر دو هفته یکبار تعداد ۱۰ گلدان جدید خیار، در مرحله ۲-۳ برگ کامل، وارد خزانه شده در بین گلدان‌های آلوده قرار گرفت تا بصورت طبیعی آلوده شوند و گلدان‌هایی که بوته‌های آنها در اثر آلودگی طولانی در حال اضمحلال بودند حذف شد.

۵- بررسی اثر ترکیبات شیمیایی در کنترل بیماری در گلخانه

آزمایش اثر ترکیبات شیمیایی در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲۰ تکرار (بوته) انجام گرفت. اسیبنزولار با غلظت ۰/۰۵ درهزار ماده مؤثر، بتا آمینو بوتریک اسید با غلظت یک در هزار (1000 ppm)، فسفات‌دی‌پتاسیم با غلظت ۵۰ میلي‌مول، اسید نیکوتینیک با غلظت ۸۰ میلي‌مول، اسید سالیسیلیک با غلظت ۳ میلي‌مول و عصاره ۱٪ *R. sachalinensis* بکار رفت. محلول هر ترکیب با غلظت مورد نظر تهیه و با استفاده از یک

www.SID.ir

Archive of SID
افشانه دستی بر سطح بالا و زیر برگ‌ها پاشیده شد. برای بوته‌های شاهد از آب مقطر خالص استفاده گردید. پس از ٢٤ ساعت، بوته‌ها بوسیله سوسپانسیون اسپور *P. fusca* مایه‌زنی و در شرایط مناسب برای بیماریزایی قرار داده شد. پس از ده روز تعداد لکه بیماری روی هر برگ شمارش و شدت آلودگی نسبت به شاهد محاسبه گردید. در محاسبات آماری شدت آلودگی برگ هر تیمار با شدت آلودگی برگ شاهد و برگ سایر تیمارها مقایسه شد.

٦- بررسی سیستمیک بودن اثر ترکیبات شیمیایی

بررسی سیستمیک بودن اثر هر ترکیب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار و ٢٠ تکرار (بوته) انجام گرفت. محلول ترکیب با غلظت مورد نظر تهیه و با استفاده از یک افشانه دستی بر سطح بالا و زیر اولین برگ حقیقی بوته مورد نظر پاشیده شد. سایر قسمت‌های بوته پوشانیده شد تا محلول به آنها نرسد. برای بوته‌های شاهد از آب مقطر خالص استفاده گردید. مایه‌زنی بیمارگر یک روز بعد و در روی همه برگ‌های بوته صورت گرفت. پس از ده روز تعداد لکه بیماری روی اولین برگ حقیقی (برگ اول) و دومین برگ حقیقی (برگ دوم) بوته‌های تیمارشده با ترکیب و برگ بوته‌های شاهد (برگ شاهد) شمارش و شدت آلودگی نسبت به شاهد محاسبه شد. در محاسبات آماری شدت آلودگی برگ دوم با شدت آلودگی برگ اول همان بوته، برگ شاهد و برگ دوم بوته‌هایی که با سایر ترکیبات تیمار شده بودند، مقایسه گردید.

٧- بررسی اثر ترکیبات شیمیایی در کنترل بیماری در مزرعه

برای بررسی اثر ترکیبات شیمیایی در کنترل بیماری در مزرعه، دو آزمایش در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. خیار بیلانکوه که از ارقام سلکسیون شده داخلی و کاملاً حساس به سفیدک پودری است، در کرتهای آزمایشی با اندازه ١/٥ × ٦ متر به صورت جوی و پشته کاشته شد و هر کرت دارای ٢٠-١٥ بوته خیار بود. فاصله بین کرتها ١٠٠ سانتیمتر در نظر گرفته شد که شامل حداقل یک خط کاشت برای تامین مایهٔ تلقیح بیمارگر بود. آبیاری مزرعه هر هفته یکبار و مبارزه با علفهای هرز در مرحله تهیه زمین و دوره داشت بصورت علف‌زنی انجام شد. اولین علائم سفیدک پودری حدود ٦٠ روز پس از کاشت و در مرحله‌ای که بوته‌ها حدود ٤٠ تا ٣٠ برگ داشتند ظاهر شد.

www.SID.ir

Archive of SID

کاربرد ترکیبات شیمیایی: در آزمایش اول اسیبنزولار- اس- متیل، هگزاکونازول و پنکونازول هریک به غلظت ۰/۰۵ درهزار از ماده مؤثر و گوگرد وتابل به غلظت ۳ درهزار استفاده شدند. در آزمایش دوم اسیبنزولار- اس- متیل، هگزاکونازول و پنکونازول هریک به غلظت ۰/۰۵ درهزار از ماده مؤثر، گوگرد وتابل به غلظتهای ۲ و ٤ در هزار و دی‌پتاسیم‌فسفات به میزان ۷۵ میلی مول استفاده شدند. همزمان با بروز اولین علائم بیماری در مزرعه، غلظت مورد نظر از هر ترکیب در ده لیتر آب تهیه و با استفاده از سمپاش پشتی روی بوته‌ها بطور یکنواخت پاشیده شد. در کرت‌های شاهد آب خالص استفاده گردید.

بررسی شدت آلودگی بوته‌ها: آمار برداری مزرعه بفاصله ١٤ روز پس از کاربرد ترکیبات شیمیایی و به روشی که توسط *جمالی زواره* و همکاران (۲۰۰٤) ذکر شده صورت گرفت.

۸- محاسبات آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS و برنامه GLM استفاده شد. درموارد لازم برای نزدیک شدن به توزیع طبیعی، داده‌ها با استفاده از فرمول $\sqrt{X+0.5}$ تبدیل شد و عملیات آماری روی اعداد تبدیل شده انجام گردید. میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن درسطح ۵٪ مقایسه شد.

نتیجه و بحث

الف: بررسیهای گلخانه‌ای

۱- میزان آلودگی برگ در بوته‌های تیمارشده با اسیبنزولار- اس- متیل و بوته‌های شاهد اختلاف معني‌دار داشت (جدول ۱) و در گروه‌بندی آماری تیمار اسیبنزولار در گروهی جدا از شاهد قرار گرفت، لذا ترکیب اسیبنزولار آلودگی را بخوبی کنترل کرده است. همچنین میزان آلودگی برگ دوم نزدیک به آلودگی برگ اول بود ولی با برگ شاهد اختلاف معني‌دار داشت (جدول ۲). بر این اساس اسیبنزولار در کنترل بیماری بصورت سیستمیک نیز کاملاً مؤثر بود.

براساس گزارشهایی از سایر محققین، اسیبنزولار در کنترل بیماری‌های زنگ قهوه‌ای گندم (Shetab Booshehri & Dadrezaie 2002)، سفیدک کرکی آفتابگردان (Tosi *et al.* 1999, Ban *et al.* 2003)، توتون (Delon *et al.* 1998) و گل‌کلم (Godard *et al.* 1999)،

www.SID.ir

Archive of SID
سفیدک پودری رز (Leus *et al.* 2003)، و لکه سیاه خیار (Ishii *et al.* 1999, Narusaka *et al.* 1999) مؤثر بوده و در تمام آزمایش‌ها از جمله علیه سفیدک پودری گندم (Ruess *et al.* 1996, Gorlach *et al.* 1996) و آنتراکنوز خیار (Narusaka *et al.* 1999, Ishii *et al.* 2003) بصورت سیستمیک مؤثر بوده است. در پژوهش حاضر نیز اسیبنزولار بیماری سفیدک پودری خیار را بخوبی و بصورت سیستمیک کنترل کرد و اثر آن با مؤثرترین قارچکشها قابل مقایسه است (اشکال ۱ و ۲) که این نتایج با گزارش‌های مذکور هماهنگی دارد.

۲- میزان آلودگی برگ در بوته‌های تیمارشده با بتاآمینوبوتریک اسید (BABA) و بوته‌های شاهد اختلاف معني‌دار داشت (جدول ۱) و درگروه‌بندی آماری تیمار BABA در گروهی جدا از شاهد قرار گرفت. از طرف دیگر میزان آلودگی برگ دوم بیشتر از برگ اول بود و با برگ شاهد نیز اختلاف معني‌دار داشت (جدول ۲). میزان کنترل بیماری در برگ دوم ۷۵ درصد برگ اول بود و بر این اساس BABA در کنترل سیستمیک بیماری نسبتاً مؤثر بود.

براساس گزارشهای موجود BABA روی فلفل علیه *Phytophthora capsici* (Sunwoo *et al.* 1996) و روی آفتابگردان و مو علیه سفیدک کرکی (Tosi *et al.* 1998, Cohen *et al.* 1999) تأثیر خوبی داشته و در فلفل علیه *Colletotricum coccoides* تأثیر سیستمک نسبی داشته است (Hong *et al.* 1999). در این پژوهش نیز علیه سفیدک پودری خیار نسبتاً مؤثر بود که هماهنگ با این گزارش‌ها است.

۳- میزان آلودگی برگ در بوته‌های تیمار فسفات‌دی‌پتاسیم و بوته‌های شاهد اختلاف معني‌دار داشت (جدول ۱) و در گروه‌بندی آماری تیمار فسفات در گروهی جدا از شاهد قرار گرفت. از طرف دیگر میزان آلودگی برگ دوم از برگ اول بیشتر و از برگ شاهد بسیار کمتر است (جدول ۲). میزان کنترل بیماری در برگ دوم ٦٠ درصد برگ اول است و بدین‌ترتیب فسفات در کنترل بیماری بصورت سیستمیک نسبتاً مؤثر بوده است.

در گزارش‌های سایر محققین فسفات پتاسیم برعلیه بیماری بلاست برنج (Manandhar *et al.* 1998) و سفیدک پودری انگور (Reuveni & Reuveni 1995) و سیب (Reuveni *et al.* 1998) مؤثر بوده و بر آنتراکنوز خیار تأثیر نسبی داشته است

www.SID.ir

Archive of SID
(Orober *et al.* 1999, Reuveni & Reuveni 1998) و تأثیر آن علیه آنتراکنوز یا سفیدک پودری خیار بصورت سیستمیک بوده است (Orober *et al.* 1999, Reuveni *et al.* 1993, Zhu *et al.* 1999). در این پژوهش نیز فسفات پتاسیم در ردیف ترکیبات نسبتاً مؤثر بصورت سیستمیک علیه سفیدک پودری خیار قرار گرفته است که با این گزارش‌ها هماهنگی دارد.

٤- میزان آلودگی برگ در بوته‌های تیمارشده با عصاره *R. sachalinensis* و بوته‌های شاهد اختلاف معني‌دار داشت (جدول ١) و گروه‌بندی آماری نیز تیمار عصاره را در گروهی جدا از شاهد قرار داد. بدین‌ترتیب عصاره این گیاه در کنترل بیماری بخوبی موثر بوده است. میزان کنترل بیماری در برگ دوم کمتر از ٣٠ درصد برگ اول بود و با برگ شاهد اختلاف معني‌دار نداشت (جدول ٢). بر این اساس عصاره *R. sachalinensis* در کنترل بیماری بصورت سیستمیک مؤثر نبوده است.

در مورد اثر این عصاره روی بیماری سفیدک پودری خیار تحقیقات زیادی صورت گرفته است چنانکه هرگر و همکاران گزارش کردند که این ترکیب در گلخانه بیماری را با ٧٠ تا ١٠٠ درصد کارآیی کنترل و در شرایط مزرعه نیز از آلودگی جلوگیری کرد (Herger *et al.* 1988). مؤثر بودن عصاره در کنترل سفیدک پودری خیار در تحقیقات Konstantinidou Doltsinis & Schmitt 1998, Wrums *et al.* 1999, Fritz *et al.* 1995) و Daayf *et al.* 2000) نیز تأیید شده است. هماهنگ با این گزارش‌ها، در پژوهش حاضر نیز کاربرد این عصاره در گلخانه و در آزمایش‌های مکرّر سفیدک پودری خیار را بخوبی کنترل کرد.

٥- میزان آلودگی برگ در بوته‌های تیمارشده با اسید نیکوتینیک و بوته‌های شاهد اختلاف معني‌دار دارد گرچه میزان کاهش بیماری درمقایسه با سایر ترکیبات قابل توجه نیست (جدول١). گروه بندی میانگین آلودگی برگ نیز تیمار اسید نیکوتینیک را در گروهی جدا از شاهد قرار داد. همچنین میزان آلودگی دومین برگ نزدیک به برگ اول است و با برگ شاهد اختلاف معني‌دار دارد (جدول ٢). این نتیجه گرچه ظاهراً مؤیّد سیستمیک بودن اثر است اما میزان کنترل بیماری در هیچیک از دو برگ قابل توجه نبوده واسید نیکوتینیک در برگ دوم نیز مانند برگ اول مؤثر نبوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی‌های دیگر محققین ترکیب اسید دی‌کلروایزو نیکوتینیک علیه بیماری بلاست برنج (Thieron *et al.* 1995)، سفیدک پودری رز (Hijwegen *et al.* 996) و آنتراکنوز خیار (*C. lagenarium*) (Metraux *et al.* 990) استفاده شده و نسبتاً مؤثر بوده است و علیه آنتراکنوز خیار بصورت موضعی عمل کرده و سیستمیک نبوده است (Narusaka *et al.* 999). در پژوهش حاضر از اسید نیکوتینیک استفاده شد که تأثیر آن در کنترل سفیدک پودری خیار نسبتاً کم بود و کمتر بودن اثر آن شاید بعلت اختلاف ترکیب شیمیایی استفاده شده باشد.

جدول ۱- اثر ترکیبات شیمیایی در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار

Table 1. The effect of various compounds in controling cucumber powdery mildew

میانگین مربعات در تجزیه واریانس[۲] (Mean of squares in data analysis[2])		میانگین آلودگی برگ نسبت به شاهد (٪)[۱] (Mean of leaf infection compared to control(%)[1])	ترکیب شیمیایی (compound)	
66.02	**	1.51	acibenzolar- S- methyl	اسیبنزولار- اس- متیل
3.79	*	69.8	salicylic acid	اسید سالیسیلیک
7.54	**	66.3	nicotinic acid	اسید نیکوتینیک
33.32	**	39.0	BABA	اسید بتاآمینوبوتریک
54.3	**	46.4	di potassium phosphate	فسفات پتاسیم
62.01	**	1.65	*R. sachalinensis* extract	عصاره *R. sachalinensis*

۱- از نظر گروه‌بندی آماری، میانگین آلودگی برگ همه تیمارها در گروهی جدا از شاهد قرار می‌گیرد.

۲- ** و * معنی‌دار بودن آزمون تجزیه واریانس را بترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ نشان می‌دهد.

1. Mean comparison test showed that all means are significantly different from control.
2. Significance of analysis of variance at 1% and 5% level of probability are shown by ** and *, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

٦- میزان آلودگی برگ در بوته‌های تیمارشده با اسید سالیسیلیک و بوته‌های شاهد اختلاف معني‌دار داشت (جدول ١). در گروه‌بندی آماری نیز این تیمار در گروهی جدا از شاهد قرار گرفت. با وجود این میزان کاهش بیماری در مقایسه با سایر ترکیبات قابل توجه نیست. همچنین آلودگی دومین برگ با برگ اول و برگ شاهد اختلاف معني‌دار ندارد (جدول ٢). لذا میزان کنترل بیماری در برگ دوم نیز قابل توجه نبوده است.

بررسی مقایسه‌ای اثر ترکیبات شیمیایی در گلخانه نشان مي‌دهد که کلیه آنها، وقتی یک روز قبل از مایه‌زنی بیمارگر استفاده شدند، شدت بیماری را روی برگ خیار کاهش دادند گرچه میزان تأثیر آنها متفاوت بود. از نظر میزان تأثیر می توان این ترکیبات را در سه گروه قرار داد: اسید سالیسیلیک و اسید نیکوتینیک با کمتر از ٣٥٪ کنترل بیماری، تأثیر چندانی در

جدول ٢- نتایج آزمایش‌های مبنی بر سیستمیک بودن اثر ترکیبات شیمیایی در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار[#]

Table 2. Results of tests indicating systemic effect of different compounds in controling cucumber powdery mildew [#]

تیمارها treatments	اسیبنزولار- اس-متیل acibenzolar-S-methyl	اسیدسالیسیلیک salicylic acid	اسیدنیکوتینیک nicotinic acid	بتاآمینوبوتریک‌اسید BABA	فسفات‌پتاسیم di potassium phosphate	عصاره *R. sachalinensis* extract
برگ اول First leaf	1.15 B	69.81 B	66.3 B	39.0 C	46.4 C	1.65 B
برگ دوم Second leaf	3.95 B	83.87 AB	69.7 B	54.0 B	62.6 B	70.57 A
برگ شاهد Control	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A

١- اعداد متن جدول میانگین آلودگی برگ نسبت به شاهد (درصد) می‌باشد.

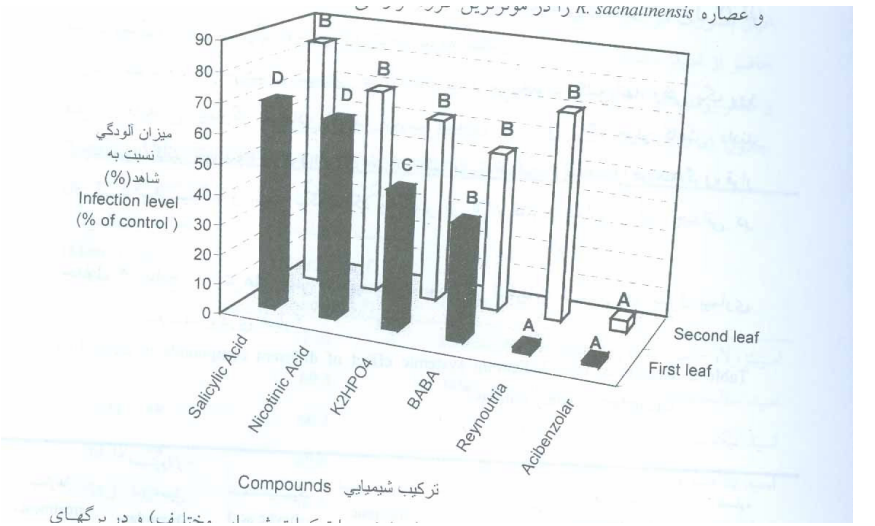
٢- در هر ستون (ترکیب)، میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف آماری ندارند

1. Numbers in the table, indicating the means of leaf infection compared to the control (%).
2. In each column (compound), Values with the same letter are not significantly different.

www.SID.ir

Archive of SID

جلوگیری از آلودگی نداشته اند. ترکیبات فسفات پتاسیم و BABA با ٦٠ – ٥٠ درصد کنترل، تأثیر نسبی در جلوگیری از آلودگی داشته اند و اسیبنزولار و عصارهٔ *R. sachalinensis* بیماری را بیش از ٩٨٪ کنترل کرده اند. مقایسه آماری میانگین تأثیر ترکیبات (شکل ١) نیز اسیبنزولار و عصاره *R. sachalinensis* را در مؤثرترین گروه قرار می دهد.



شکل ١– مقایسه میزان آلودگی در برگهای اول (تیمارشده با ترکیبات شیمیایی مختلف) و در برگهای دوم (تیمارنشده) بوته‌های خیار مایه‌زنی شده با *Podosphaera fusca*.

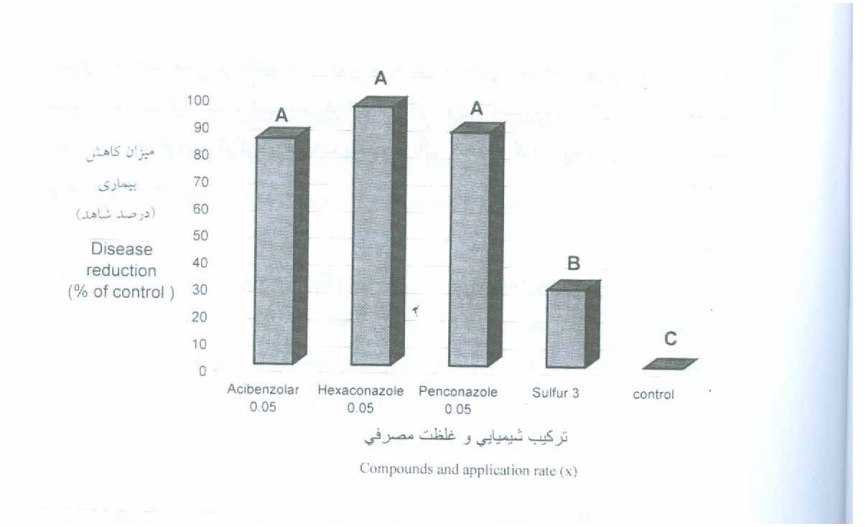
Fig. 1. comparison of infection rate of the first leaves (treated by different compounds) and the second leaves (untreated) of w/th *Podosphaera fusca* cucumber plants inoculated.

از نظر سیستمیک‌بودن اثر ترکیب[1] در کنترل بیماری نیز ترکیبات مورد بررسی را می‌توان

١– سیستمیک بودن اثر ترکیب با انتقال سیستمیک ترکیب در بافت متفاوت است. ممکن است ترکیبی بصورت سیستمیک در بافت گیاه انتقال نیابد، اما تغییرات بیوشیمیایی که در گیاه بوجود می‌آورد یا– چنانکه در مورد القاء مقاومت گفته می‌شود– سیگنال‌هایی که فعال می‌شوند، سبب تغییراتی در سایر بافتهای گیاه شود. اینگونه تأثیر را سیستمیک بودن اثر ترکیب می‌نامیم.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- نمودار میزان کاهش بیماری توسط ترکیبات شیمیایی مختلف در اولین آزمایش مزرعه‌ای.

Fig. 2. Disease reduction rate by different compounds in the first field tral.

در سه گروه قرار داد: ترکیب اسیبنزولار کاملاً مؤثر بوده است. در ترکیباتی چون BABA و فسفات پتاسیم میزان کنترل بیماری در برگ دوم حدود ٦٠ تا ٧٠ درصد برگ اول بوده و بنابراین خاصیت سیستمیک نسبی نشان داده اند. عصاره *R. sachalinensis* بیماری را در برگ دوم کمتر از ۳۰ درصد برگ اول کنترل نموده و از نظر کنترل سیستمیک بیماری بسیار ضعیف بوده است. دو ترکیب اسید سالیسیلیک و اسید نیکوتینیک در برگ دوم نیز مانند برگ اول تأثیر چندانی در کنترل بیماری نداشته اند. مقایسه آماری میانگین آلودگی برگ دوم تیمارهای مختلف (شکل ۱) نیز نشان می‌دهد که اسیبنزولار بیماری را روی برگ دوم بهتر از سایر ترکیبات کنترل کرده است.

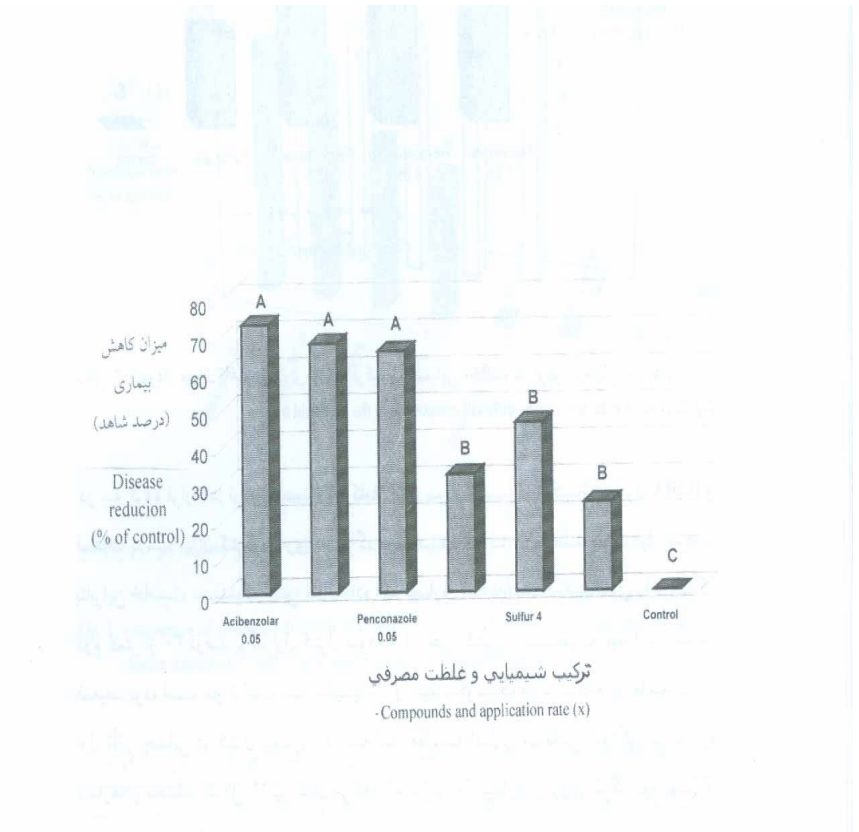
ب: بررسی‌های مزرعه‌ای

نتایج دو آزمایش مزرعه‌ای (اشکال ۲ و ۳) نشان داد که تیمارها از نظر تأثیر در کنترل

www.SID.ir

Archive of SID

بیماری اختلاف معني‌دار داشته‌اند و مقایسه آماری میانگین تیمارها، آنها را در سه گروه متفاوت تفکیک کرد. سه ترکیب هگزاکونازول، پنکونازول و اسپینزولار با تأثیر زیاد در کنترل بیماری در یک گروه و گوگرد و فسفات پتاسیم با تأثیر کمتر در گروه دوم قرار گرفتند که البته از گروه شاهد جدا بود.



شکل ۳- مقایسه میزان کاهش بیماری توسط ترکیبات شیمیایی مختلف در دومین آزمایش مزرعه‌ای.

Fig. 3. Disease reduction rate by different compounds in the secondary field tral.

www.SID.ir

Archive of SID

وضعیت کنترل بیماری توسط اسیبنزولار و فسفات پتاسیم در آزمایشهای مزرعه‌ای با نتایج آزمایش‌های گلخانه‌ای هماهنگی نشان می‌دهد. بدین‌معنی که اسیبنزولار تأثیر خوبی در کنترل بیماری داشته و از نظر میزان کنترل بیماری با پنکونازول و هگزاکونازول در یک گروه قرار گرفته، در حالیکه فسفات پتاسیم ضعیف‌تر عمل کرده و با گوگرد در یک گروه قرار گرفته است.

مجموع نتایج نشان می‌دهد که دو ترکیب اسیبنزولار-اس-متیل و عصاره *R. sachalinensis* اثر خوبی در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار داشته‌اند. اسیبنزولار-اس-متیل طبق آزمایش‌های انجام شده اثر سمّی روی قارچ عامل سفیدک پودری ندارد و بنابراین کنترل بیماری از طریق القاء مقاومت در گیاه می‌باشد. همچنین این ترکیب در کنترل بیماری روی برگ دوم نیز مؤثر بوده است بنابراین القاء مقاومت به صورت سیستمیک می‌باشد. اسیبنزولار توسط سایر محققین نیز به عنوان القاکنندهٔ مقاومت در گیاهان معرفی شده است (Ruess 1996, Friedrich *et al.* 1996, Kessmann *et al.* 1996). این ترکیب فاقد خاصیت قارچکشی است و اثر مستقیمی بر بیمارگرها ندارد (Kessmann *et al.* 1996, Ishii *et al.* 1999, Tosi *et al.* 1999) و در گیاه بعنوان آنالوگ فعال اسید سالیسیلیک عمل کرده بدین‌طریق مکانیزم دفاع طبیعی گیاه (SAR) را فعال می‌سازد. عصاره *R. sachalinensis* نیز هیچگونه سمّیت مستقیمی روی ریسه‌های رویشی قارچ ندارد گرچه از تندش اسپور قارچ عامل سفیدک پودری به مقدار کم جلوگیری می‌کند (Herger & Klingauf 1990, Daayf *et al.* 1995b). *دعیف* و همکاران (Daayf *et al.* 1995a) از آزمایش‌های خود نتیجه گرفتند مقاومتی که توسط این عصاره علیه قارچ عامل سفیدک پودری خیار القا می‌شود در اثر تولید ترکیبات فنلی ضدقارچی در برگ‌های تیمارشده است که این ترکیبات از تندش اسپورها ممانعت می‌کنند. با توجه به اینکه این عصاره در القاء فاکتورهای دفاعی گیاه بسیار مؤثر است، روش تأثیر آن بیشتر القاء واکنش‌های دفاعی گیاه است تا ممانعت مستقیم از فعالیت قارچ، بدین معنی که عصاره این گیاه وقوع بیماری را از طریق القاء مقاومت موضعی کاهش می‌دهد (Wurms *et al.* 1999).

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

این پژوهش با استفاده از اعتبارات « قطب علمی گیاهپزشکی» در قالب طرح " بررسی اثر چند ترکیب شیمیایی در القاء مقاومت در خیار علیه بیماری سفیدک پودری " انجام شده است که بدینوسیله از مسئولین مربوطه تشکر می‌گردد.

منابع

جهت ملاحظه به صفحات (213-207) متن انگلیسی مراجعه شود.

نشانی نگارندگان: عبدالحسین جمالی‌زواره، گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد صندوق پستی ۱۱۵ (آدرس الکترونیکی: ahjamaliz@yahoo.com)، عباس شریفی‌تهرانی، گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج، صندوق پستی ۱۱۱٦۷-۳۱۵۸۷

www.SID.ir