

بررسی کارایی محلول پاشی عناصر غذایی و هرس برگ در کنترل غیر شیمیایی سفیدک سطحی خیار در گلخانه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۳

از صفحه ۳۷ تا صفحه ۴۶

چکیده

سفیدک سطحی از مهمترین بیماری‌های قارچی در پرورش خیار گلخانه‌ای است که تحت شرایط مساعد درون گلخانه اغلب شیوع زیادی دارد و معمولاً برای کنترل آن از سموم قارچکش استفاده می‌شود. امروزه با توجه به محدودیت‌های روزافزون کاربرد سموم بویژه برای سبزی‌های تازه خوری مانند خیار، نیاز به روش‌های جایگزین سالمتر کنترل بیش از پیش احساس می‌گردد و در آینده نزدیک کاربرد آنها برای چنین محصولاتی بایستی کاملاً ممنوع گردد. در پژوهش حاضر تأثیر هرس برگ و همچنین محلول پاشی کلراید کلسیم و کلراید پتاسیم با غلظت ۱۰۰ میلی مولار، بر کنترل بیماری سفیدک سطحی خیار تحت شرایط هیدروپونیک و کشت گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمار گیاهان با هر دو فرم کلراید کلسیم و کلراید پتاسیم باعث کاهش معنی‌دار شدت آلودگی در مقایسه با گیاهان شاهد گردید. هرس برگ به تنهایی بجز در مورد تعداد کلنی‌های قارچ در هر گلدان، اثر معنی‌داری بر کنترل آلودگی نداشت، ولی در بکارگیری توأم هرس برگ‌ها و تیمار کلراید کلسیم، سفیدک سطحی به میزان مؤثرتری کاهش یافت. محلول پاشی این ترکیبات در گیاه منجر به کاهش میزان آلودگی برگ‌ها، افزایش وزن تر گیاه و شاخص کلروفیل و همچنین افزایش معنی‌دار مصرف آب در مقایسه با گیاهان شاهد گردید. نتایج بیانگر آن است که محلول پاشی کلراید کلسیم و پتاسیم می‌تواند جایگزین مناسبی برای سموم کنترل‌کننده سفیدک سطحی خیار مخصوصاً در زمان میوه‌دهی گیاه باشد. از طرفی این مواد به عنوان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه سازگاری بهتری با معیارهای سلامت انسان و محیط دارند.

کلید واژه:

خیار، سفیدک سطحی، کلراید پتاسیم، کلراید کلسیم، هرس برگ.

سفیدک سطحی خیار^۱ از مهمترین و مخربترین بیماری‌هایی است که در بیشتر مناطق خیارکاری اعم از شرایط مزرعه‌ای و گلخانه‌ای در سراسر جهان رواج دارد (Reuveni et al., 1995; Sakata et al., 2006). این بیماری به دامنه وسیعی از گیاهان متعلق به تیره کدوئیان خسارت می‌زند. اگرچه ارقام تجاری خیار در شرایط دمای بالا تا حدی به این بیماری مقاومت نشان می‌دهند، ولی گاهی خسارت بیماری قابل ملاحظه بوده به طوری که می‌تواند یک مشکل عمده جهت تولید محصول به شمار آید (Menzies et al., 1992; Morishita et al., 2003; Reuveni et al., 2006). هیچ‌گونه رقم مقاوم به بیماری برای کشت گلخانه‌ای در طول دوره های زمستان و بهار وجود ندارد (Morishita et al., 2003; Munger, 1979). دلایل عدم وجود ارقام مقاوم برای کشت گلخانه‌ای به درستی مشخص نیست (Menzies et al., 1992). کنترل بیماری عمدتاً به وسیله کاربرد مواد شیمیایی قارچکش مخصوصاً ممانعت کننده های بیوسنتز استرول و سولفور مانند تریاریمول و تریفورین (Gadhera et al., 1983) صورت می‌گیرد، ولی به هر حال سویه‌های مقاوم به قارچکش به راحتی توسعه می‌یابند (Schepers, 1985). سفیدک سطحی خیار با کاهش اندازه و تعداد میوه‌ها و نیز پیری زودرس بوته، عملکرد گیاه را به شدت کاهش و اغلب منجر به ضرر اقتصادی تولید کننده می‌گردد. در اثر این عارضه ابتدا سطح فوقانی برگ به سرعت توسط کلنی سفید پودر مانند عامل بیماری پوشیده می‌شود. با پیشرفت بیماری سطح زیرین برگ، دمپرگ‌ها و ساقه‌ها نیز آلوده می‌شوند. این بیماری موجب زودرسی و بد شکلی میوه‌ها شده و حتی ممکن است آفتاب سوختگی میوه‌ها به سبب ریزش اولیه برگ‌ها، پدید آید (Morishita et al., 2003). میوه‌های آلوده به این بیماری طعم و مزه خود را از دست داده و مدت انبارداری آنها کاهش می‌یابد. بعلاوه آلودگی به سفیدک سطحی بوته را به دیگر بیماری‌ها خصوصاً بلایت ساقه^۲ مستعد می‌سازد (Sakata et al., 2006). فصل رشد نقش مهمی در ایجاد آلودگی دارد که خود بیانگر اهمیت شرایط محیطی است. حرارت زیاد مانع توسعه بیماری شده ولی دماهای کم و سایه دهی باعث گسترش بیماری می‌شوند (Morishita et al., 2003). دمای بهینه این بیماری ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد است. اثر دما در ارقام نیمه مقاوم بیشتر از ارقام حساس است (Munger, 1979) لذا بیان و توصیف مقاومت به این بیماری در ارقام خیار بستگی به دمای محیط دارد. جدا از تأثیر دما، نیاز جهت کاهش استفاده از ترکیبات قارچ کش در راستای نگرانی‌هایی مربوط به سلامت انسان و محیط زیست و عدم وجود ارقام تجاری مقاوم مؤید نیاز به مواد و روش‌های جایگزین جهت کنترل این بیماری است که حداقل آلودگی زیست محیطی را نیز باعث گردند. ترکیبات آلی کلردار به عنوان مهمترین جزء بسیاری از آفت‌کش‌ها همواره نقش مهمی در کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی داشته‌اند (Wade, 1997)، ولی به سبب اثرات سمی و سرطان زا بودن و همچنین پایداری طولانی مدت در خاک امروزه مصرف آنها با احتیاط صورت می‌گیرد. وجود و کاربرد نمک‌های کلرایدی نباید با ترکیبات آلی کلردار اشتباه گرفته شود، چرا که کلر بعنوان یک عنصر غذایی در کشاورزی به عنوان کود به مقادیر زیاد استفاده می‌گردد. اثرات آنتی بیوتیکی کلر همواره مورد مطالعه و توجه دانشمندان بوده است (Christensen et al., 1981; Cook et al., 1995; Golden et al., 1980; Wade, 1997). در مطالعه‌ای نشان داده شد که کاربرد کلرید پتاسیم باعث کنترل کامل بیماری فوزاریوم کرفس در گلخانه و مزرعه می‌گردد (Schneider, 1984). کاربرد برگی کلرید پتاسیم در گیاه گندم نیز تحت هر دو شرایط

۱ - *Sphaerotheca fuliginea*

۲ - *Dydimella bryoniae*

آزمایشگاهی و مزرعه‌ای باعث کنترل بیماری لکه برگی سپتوریا^۱ گردید گرچه این تیمارها منجر به افزایش عملکرد نشد (Cook et al., 1993; Golden et al., 1980). در مطالعه‌ای دیگر اثرات ممانعت‌کنندگی کلرید به دو شکل کلرید پتاسیم و کلرید آمونیم بر فرآیند میکروبی نیتریفیکاسیون در خاک طی یک دوره هفت هفته‌ای نشان داده شده است (Souri, 2010). لذا با توجه به اثرات ضد میکروبی کلر، در این مطالعه نیز اثرات کلر به صورت محلول‌پاشی به دو فرم کلراید کلسیم و کلراید پتاسیم، به همراه هرس برگ‌ها در کنترل سفیدک سطحی خیار مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایش بذور خیار^۲ رقم سلطان ابتدا در محلول سولفات کلسیم ۱۰ میلی مولار برای مدت شش ساعت خیسانده شده و سپس با استفاده از کاغذ صافی در دمای C° ۲۵ تحت شرایط اتاقک رشد طی سه روز جوانه دار شده و در مرحله ۲-۳ برگی به گلدان‌های ۳/۵ لیتری حاوی محلول غذایی (آبکشت بدون بستر کشت^۳) انتقال داده شدند. ترکیب محلول غذایی شامل: ۱۰ میکرومول اسید بوریک، ۰/۵ میکرومول سولفات منگنز، ۰/۵ میکرومول سولفات روی، ۰/۱ میکرومول سولفات مس، ۰/۰۱ میکرومول مولیبدات آمونیم، ۱۵ میکرومول کلات آهن EDTA، ۰/۷ میلی مول سولفات پتاسیم، ۰/۵ میلی مول دی هیدروژن پتاسیم فسفات، ۱/۲ میلی مول سولفات منیزیم و ۱/۲ میلی مول کلراید پتاسیم بود (Souri and Roemheld, 2009). محلول غذایی گلدان‌ها هر چهار روز یک بار به صورت کامل تجدید گردید. گیاهان در طول آزمایش تحت شرایط گلخانه‌ای در دمای ۲۵±۲ سانتی‌گراد روز و ۲۰±۲ درجه سانتی‌گراد شب و طول روز ۱۶ ساعت و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. دمای گلخانه به صورت اتوماتیک کنترل شد. رطوبت نسبی گلخانه در طی آزمایش حدود ۷۰±۵ درصد بود. تمام بوته‌های خیار در مرحله گلدهی در معرض آلودگی سفیدک سطحی قرار گرفتند. قارچ عامل آلودگی از گیاهان خیار در حال رشد آلوده به بیماری تهیه و آلودگی به صورت تماسی در بوته‌ها ایجاد گردید (یک برگ آلوده برای یک بوته). دو هفته بعد گلدان‌های حاوی گیاهان آلوده به صورت تصادفی در بین تیمارها پخش شده و تیمارها همزمان یا در طول دوره رشد اعمال گردیدند. چهار گیاه در هر گلدان قرار داشت.

آزمایش با پنج تیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار به صورت تیمارهای محلول‌پاشی کلراید کلسیم، کلراید پتاسیم، هرس برگها، کلراید کلسیم به همراه هرس برگ و گیاهان شاهد (آلوده اما بدون تیمار) طراحی گردید. کلراید کلسیم و کلراید پتاسیم در یک غلظت ۱۰۰ میلی مولار به صورت اسپری قسمت هوایی گیاه هر پنج روز یکبار (دو مرتبه در روز، صبح و عصر) بکار رفت. میزان محلول بکار رفته حدود ۴۰ و ۸۰ میلی لیتر به ترتیب برای گیاهان جوان و بالغ در هر بار محلول‌پاشی بود. هرس برگ‌ها با تنک کردن و حذف حدود یک پنجم برگ‌های پایه‌ای و آلوده گیاه که همپوشانی برگ‌ها در آنجا بیشترین بود، انجام گرفت. در تیمار کلراید کلسیم بعلاوه هرس، اسپری کلراید کلسیم با غلظت ۱۰۰ میلی مولار هر پنج روز یکبار (دو مرتبه در روز، در صبح و عصر) همراه با هرس برگ‌ها صورت گرفت. هرس برگ‌ها نیز همانند محلول‌پاشی نمک‌های کلراید هر پنج روز یکبار صورت پذیرفت. برای این برگ‌های حذف شده، وزن برگ و تعداد کلنی‌های قارچ روی آنها شمارش و در زمان برداشت به اندازه گیری نهایی این فاکتورها اضافه گردید. گیاهان شاهد گیاهانی بودند که به طور

۱ -Septoria tritici

۲ -Cucumis sativus

۳ -Solution culture

مصنوعی همانند دیگر گیاهان آلوده شده ولی هیچ‌گونه تیمار دیگری (محلول‌پاشی یا هرس) روی آنها اعمال نگردید.

حدود یک هفته تا ۱۰ روز بعد از القای آلودگی علائم بیماری به صورت لکه‌ها و پودر سفید رنگی روی برگ‌ها ظاهر گردید. تعداد برگ‌های آلوده در گیاه و سپس در گلدان (برای چهار گیاه) در زمان برداشت (شش هفته بعد از مایه‌زنی) محاسبه گردید. تعداد کلنی‌های قارچ نیز به صورت ماکروسکوپی در زمان برداشت مشاهده و محاسبه گردید. برای تیمار هرس در زمان هرس برگ‌ها (هر پنج روز یکبار) تعداد کلنی‌های قارچ در برگ‌های هرس شده شمارش و به تعداد نهایی آنها در زمان برداشت اضافه گردید. با توجه به شدت و گسترش آلودگی در برگ‌های پایینی گیاه شاخص کلروفیل برگ‌های نیمه پایینی گیاه با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج^۱ (میانگین ۲۰ قرائت برای هر گیاه) محاسبه گردید (Souri and Roemheld, 2009). همچنین میزان آب مصرفی در چهار روز انتهایی قبل از برداشت به صورت مجموع آب اضافه شده در هر روز (میلی-لیتر) به گلدان جهت جبران آب جذب شده توسط گیاهان تا شاخص خط محلول در گلدان (۲/۵ سانتی‌متر پایین‌تر از لبه گلدان) محاسبه گردید. بعلاوه تعداد میوه‌های تشکیل شده در هر گلدان (چهار گیاه)، وزن تر اندام‌های هوایی در هر گلدان در زمان برداشت تعیین و محاسبه گردید. در تیمار هرس نیز وزن برگ‌های هرس شده محاسبه و در نهایت به وزن کل در زمان برداشت اضافه گردید.

نتایج با استفاده از نرم افزار اکسل به صورت نمودار ارائه شده و مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت.

نتایج

نتایج آزمایش بیانگر اثرات متفاوت تیمارهای مختلف، از نظر توسعه بیماری و تعداد برگ‌های آلوده گیاه، در مقایسه با گیاهان شاهد بود. بطوری که تیمارهای کلراید به خصوص تیمار کلراید کلسیم بعلاوه هرس برگ‌ها تفاوت معنی‌داری در مقایسه با گیاهان شاهد از نظر صفات مورد ارزیابی نشان دادند (جدول ۱ و شکل‌های ۱ تا ۳). کمترین میزان ممانعت‌کنندگی را هرس برگی داشت به طوری که شاخص‌های رشد و نمو مرتبط با تعداد برگ‌های آلوده، شاخص کلروفیل، میزان آب مصرفی گیاه و وزن تر اندام‌های هوایی گیاه تفاوت معنی‌داری را در مقایسه با گیاهان شاهد نشان ندادند. به هر حال هرس برگ باعث کاهش معنی‌دار تعداد کلنی‌های قارچ در گیاه شد. شدت ممانعت از گسترش آلودگی در تیمارهای کلراید کلسیم، کلراید پتاسیم، و کلراید کلسیم همراه با هرس برگی بسیار بیشتر از هرس برگ به تنهایی بود (جدول ۱) که تفاوت معنی‌داری را در مقایسه با گیاهان شاهد نشان داد. در این مطالعه تمام تیمارها بر کنترل بیماری از نقطه نظر تعداد کلنی‌های موجود در روی برگ‌ها در مقایسه با گیاهان شاهد مؤثر بودند و از این لحاظ تلفیق کلراید کلسیم و هرس بیشترین اثر را نشان داد (جدول ۱).

همچنین تفاوت میزان کلروفیل نیمه پایینی گیاه بین تیمارهای کلراید کلسیم به تنهایی یا در تلفیق با هرس در مقایسه با شاهد معنی‌دار بود (جدول ۱). وقتی میزان آب مصرفی گیاهان در گلدان (شکل ۳) طی ۴ روز آخر در محلول غذایی اندازه‌گیری شد نتایج نشان داد که گیاهان تحت تیمار نمک‌های کلراید به طور معنی‌داری مصرف آب بیشتری در مقایسه با گیاهان شاهد و همچنین تیمار هرس داشتند (شکل ۳). گرچه گیاهان تیمار شده با کلراید کلسیم بعلاوه هرس بیشترین میزان مصرف آب را نشان دادند ولی این تفاوت مشابه دیگر صفات مرتبط با رشد در

1 -SPAD meter

جدول ۱

مقایسه میانگین تیمارهای محلول‌پاشی و هرس برگ (هر پنج روز یک‌بار) بر برخی پارامترهای مورد ارزیابی گیاهان خیار در زمان برداشت. گیاهان تحت شرایط گلخانه در محلول غذایی کشت شدند. داده‌ها میانگین ۳ تکرار (گلدان) ± انحراف استاندارد می‌باشند (۴ گیاه در هر گلدان).

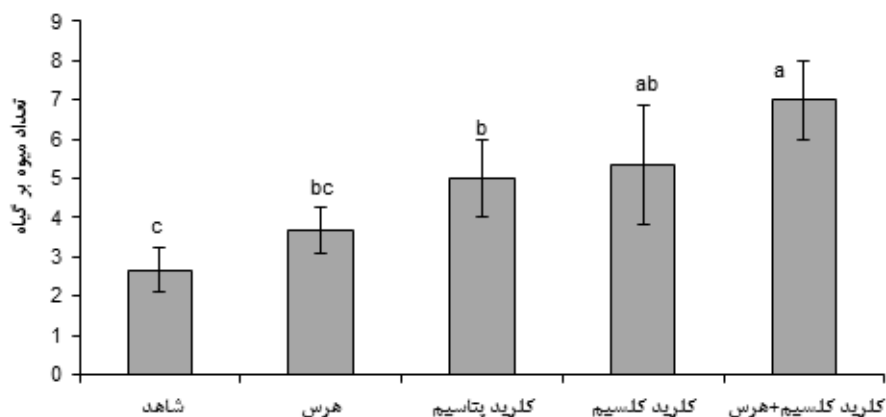
صفات تیمارها	تعداد برگهای آلوده در گلدان	تعداد کلونی های قارچ در گلدان	شاخص تر شاخسار در گلدان (g)	وزن تر شاخص کروفیل
شاهد	81/3 ^a	1257 ^a	564/7 ^d	25/7 ^c
هرس برگ	74 ^{ab}	983 ^b	618/3 ^c	27/0 ^b
کلراید پتاسیم (100 میلیمولار)	56/7 ^{bc}	671 ^c	727/3 ^b	31/0 ^{bc}
کلراید کلسیم (100 میلیمولار)	51/3 ^c	552 ^d	747/7 ^{ab}	34/3 ^{ab}
کلراید کلسیم + هرس برگ	40/6 ^d	914 ^e	813/0 ^a	39/0 ^a

مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

مقایسه با گیاهان تیمار شده با کلراید کلسیم و یا کلراید پتاسیم معنی‌دار نبود. در گیاهان تحت تیمار محلول‌پاشی با کلراید کلسیم یا کلراید پتاسیم و یا تلفیقی از کلراید کلسیم همراه هرس، تعداد میوه‌های تشکیل شده افزایش معنی‌داری را در مقایسه با گیاهان شاهد نشان دادند (شکل ۱)، بطور مشابهی عملکرد میوه در گلدان (مقدار وزن تازه میوه) بهبود معنی‌داری با کاربرد تیمارها در مقایسه با شاهد نشان داد. به‌طوری که بیشترین میزان عملکرد در تیمار کلراید کلسیم بعلاوه هرس بدست آمد (شکل ۲).

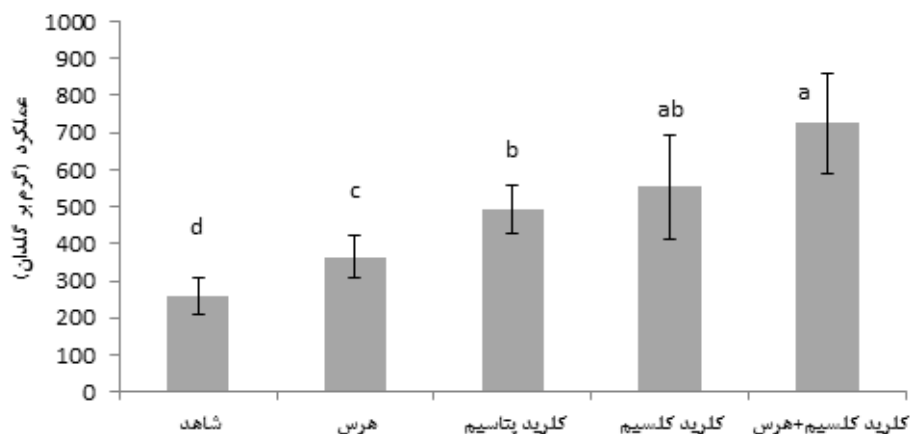
شکل ۱

اثر تیمارهای مختلف بر تعداد میوه در گلدان، هر گلدان بیانگر یک تکرار و شامل ۴ گیاه بود. مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۲

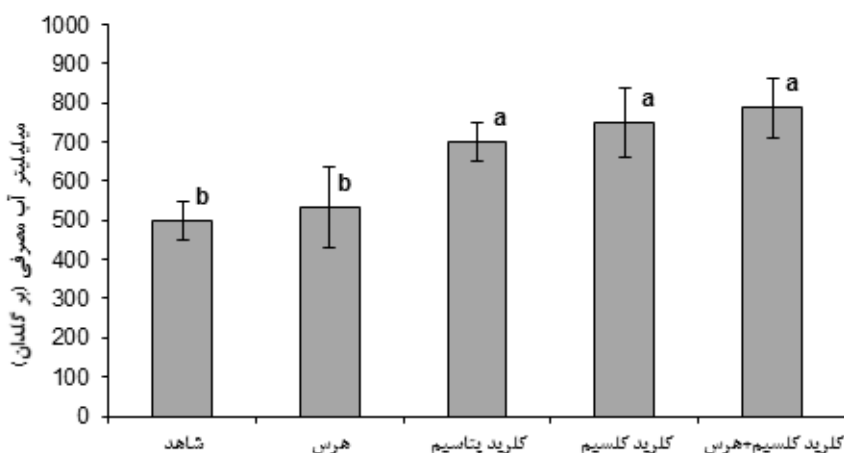
اثر تیمارها بر میزان عملکرد میوه در گلدان، هر گلدان بیانگر یک تکرار و شامل ۴ گیاه بود. مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.



شاخص رشد زیست توده گیاهی به طور قابل ملاحظه‌ای با محلول‌پاشی کلراید کلسیم یا کلراید پتاسیم و یا تلفیقی از کلراید کلسیم بعلاوه هرس افزایش نشان داد (جدول ۱) همانند دیگر صفات رشد گیاهان، روندی افزایشی به صورت شاهد > هرس > کلراید پتاسیم > کلراید کلسیم > کلراید کلسیم+هرس نشان داد که بیانگر کارایی روش‌های مختلف می‌باشد.

شکل ۲

میزان آب مصرفی گیاهان خیار آلوده به سفیدک سطحی تحت تأثیر تیمارهای مختلف در طی ۴ روز پایانی رشد. گیاهان تحت شرایط گلخانه در محلول غذایی کشت شدند و داده‌ها میانگین ۳ تکرار (۴ گیاه در هر گلخانه یا تکرار) می‌باشند و مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.



بحث

در آزمایش حاضر نتایج بیانگر بهبود بیشتر صفات مرتبط با رشد و نمو گیاهان از قبیل تعداد برگ‌های آلوده، محتوای کلروفیلی برگ، میزان آب مصرفی گیاهان و وزن تر اندام هوایی گیاه با محلول‌پاشی نمک‌های کلراید به صورت کلراید کلسیم و کلراید پتاسیم و یا تلفیق کلراید کلسیم بعلاوه هرس در مقایسه با گیاهان شاهد بود. این اثرات مثبت محلول‌پاشی نمک‌های کلر بیشتر به سبب کاهش میزان آلودگی گیاهان در مقایسه با گیاهان شاهد بود. به طوری که در گیاهان شاهد زردی و پیری زودرس برگ‌ها، کاهش رشد گیاه و کاهش تعداد میوه‌های تشکیل شده در گیاه به وضوح مشاهده گردید، در حالی که تیمار گیاهان آلوده با کلر مخصوصاً وقتی همراه با هرس برگ‌های پایینی گیاه بود باعث کاهش میزان آلودگی و رشد و نمو بهتر گیاهان گردید.

سفیدک سطحی خیار یکی از مهمترین بیماری‌های خیار است که ممکن است گاهی باعث از بین رفتن کامل محصول گردد. در این آزمایش کلراید به طور مؤثری از توسعه عامل بیماری سفیدک سطحی ممانعت نمود. در بسیاری از مطالعات کاهش بیماری‌های قارچی مانند سفیدک سطحی توسط نمک‌های کلراید در خیار و گیاهان دیگر نشان داده شده است (Abood et al., 1991; Christensen et al., 1981; Cook et al., 1993 and 1995; Reuveni et al., 1998; Taylor et al., 1983; Ziv and Zitter, 1992). بطور مشابهی در گیاه جو کاربرد کودهای حاوی کلراید باعث کنترل پوسیدگی ریشه می‌شوند (Kettlewell et al., 1992; Shefelbine et al., 1986). کاربرد یک میلی مول محلول کلرید لیتیم جهت سیستم ریشه‌ای گیاهان خیار باعث حفاظت از صدمه سفیدک سطحی از طریق ممانعت از توسعه ساختارهای آلوده کننده می‌گردد (Abood et al., 1991).

در گندم کاربرد برگری کلرید پتاسیم باعث کنترل بیماری‌های سفیدک سطحی^۱ و لکه برگری سپتوریایی می‌گردد که این اثر کنترلی برای سفیدک سطحی بسیار بیشتر از لکه برگری است (Cook et al., 1993). احتمالاً این ممکن است به سبب خواص آنتی بیوتیکی کلر باشد که به خوبی توسط دیگر محققان نشان داده شده است (Christensen et al., 1981; Cook et al., 1995; Gadhera et al., 1983; Sour, 2010, Wade, 1997).

در مطالعه ما اثر کلر بر پاتوژن ممکن است به صورت غیر مستقیم (در اثر افزایش خاصیت اسمزی محیط و تنش شوری و خشکی) صورت گرفته باشد چرا که نمک‌های کلراید خواص اسمتیکی بیشتری در مقایسه با دیگر آنیونها مثلاً نمک‌های سولفات دارند (Kettlewell et al., 2000; Wade, 1997). در تحقیقی مشابه محققین کنترل سفیدک سطحی در گیاه گندم توسط کلراید پتاسیم را به سبب ویژگی اسمتیکی این نمک بر جوانه زنی اسپوره‌های قارچ بیان می‌کنند (Kettlewell et al., 2000). کربناتها، کلراید ها و فسفاتها ممکن است اثراتی علیه پاتوژنهای خاص نشان دهند (Aharoni et al., 1997; Gottstein and Ku, 1989; Heckman, 1998; Reuveni et al., 1998; Ziv and Zitter, 1992). اثر کلر بر پاتوژن عامل بیماری همچنین ممکن است به صورت مستقیم و به سبب اثر خاص یون کلر بر فعالیت‌های متابولیکی پاتوژن باشد (Golden et al., 1980). نشان داده شده است که اسپری نمک‌های فسفات پتاسیم بر سطح رویی برگ های خیار علی‌رغم برخی اثرات نکروتیکی این نمک ها باعث کنترل نسبی بیماری‌های مختلف خیار از جمله سفیدک سطحی آن می‌گردید (Mucharrpmah and Kuc, 1984; Schneider, 1991). همچنین با کاربرد برگری کلراید پتاسیم در گیاهان گندم روئیده تحت شرایط مزرعه‌ای و گلخانه‌ای عارضه سفیدک سطحی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و کلر از رشد مسیلیوم‌ها و جوانه زنی اسپورها ممانعت می‌کند (Cook et al., 1995).

ویژگی ممانعت کنندگی کلراید بر رشد و شیوع سفیدک سطحی به نظر می‌رسد که مشابه دیگر مطالعات (Cook et al., 1995; Wade 1997) بستگی به غلظت محلول کاربردی داشته باشد، اگرچه در مطالعه حاضر غلظت مورد کاربرد با توجه به تعداد و فواصل محلول پاشی ها نتایج قابل قبولی را باعث گردید. به هر حال ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمک کلر مورد کاربرد مهمترین نقش را در این ممانعت ممکن است داشته باشد. کلر ممکن است از طریق انگیزش مقاومت سیستمیکی باعث تحمل بهتر گیاهان خیار گردد. ایجاد مقاومت سیستمیک در گیاهان بوسیله محلول پاشی نمک‌های معدنی کلرایدی، پتاسیمی، فسفاتی و سیلیکاتی مخصوصاً در خیار توسط برخی محققین گزارش شده است (Bowen et al., 1992; Gottstein and Ku, 1989; Mann et al., 2004; Mucharrpmah and Kuc, 1991; Reuveni et al., 1998). پتاسیم نیز نقش مهمی در فرآیند های فتوسنتز، تعرق و تنظیم فشار اسمزی دارد و به عنوان یک عامل مکمل (کوفاکتور) در تنظیم کار بسیاری از آنزیم‌ها نقش دارد، لذا خود می‌تواند در کنترل سفیدک سطحی نقش داشته باشد (Marschner, 1995).

به نظر می‌رسد که روابط آبی گیاه نیز به طور غیر مستقیم موضوع مهمی در میزان آلودگی به این بیماری باشد به طوری که کاهش پتانسیل آب برگ در اثر محلول‌پاشی نمک‌های کلراید امری بدیهی می‌نماید، گرچه گیاهان در سیستم هیدروپونیک کشت شده بودند و پتانسیل آب برگ نیز اندازه‌گیری نشد. از طرفی دیگر کلسیم نیز خود با تثبیت در غشاء و دیواره سلولی و همچنین رسوب در سطح برگ موانع متعددی را جهت نفوذ عامل بیماری ایجاد می‌کند. به طور مشابهی نشان داده شده است که کاربرد برگری سیلیکات پتاسیم برای گیاهان مختلف کدوئیان مخصوصاً خیار (Menziez et al., 1992) و همچنین فسفات‌ها (Gottstein and Ku, 1989)

^۱ -Blumeria graminis

Reuveni et al., 1995) باعث کاهش شدت آلودگی از طریق حفاظت موضعی و سیستمیک علیه سفیدک سطحی خیار می‌گردد. کاربرد ۱۷ میلی مول سیلیکون به شکل سیلیکات پتاسیم باعث کاهش معنی دار کلونی های سفیدک سطحی بر روی گونه‌های کدوئیان می‌گردد (Bowen et al., 1992; Menzies et al., 1992). این محققین بیان داشتند که عمده اثر این ترکیبات به سبب سیلیسیم است. این اثرات ممکن است به سبب اثر مستقیم ترکیبات مورد کاربرد بر علیه قارچ‌ها و یا تحریک واکنش‌های دفاعی میزبان باشد. گرچه روش عمل دقیق ترکیبات یاد شده از قبیل فسفات‌ها و سیلیکات‌ها به خوبی مشخص نشده است (Gottstein and Ku, 1989; Punja and Grogan, 1982). به طور مشابه اثرات اسمزی یونهای کلسیم و پتاسیم بر سطح برگ‌ها علاوه بر اثرات آنها بر غشاء پلاسمایی و دیواره سلولی، ویژگی ممانعت‌کنندگی کلراید در کنترل این بیماری را تشدید می‌کنند.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده محلول پاشی کلراید پتاسیم و مخصوصاً کلراید کلسیم به طور موثری سفیدک سطحی خیار را در کشت گلخانه‌ای کاهش داد. پتاسیم و کلسیم خود اغلب به عنوان عناصر غذایی مورد کمبود در بسیاری محصولات کشاورزی از جمله خیار نیز مطرح هستند. استفاده از این ترکیبات (کلراید کلسیم و کلراید پتاسیم) به ویژه اگر همراه با دیگر مدیریت‌های زراعی مانند هرس برگ‌ها باشد، بدون نیاز به کاربرد سموم قارچکش، قادر به کنترل اقتصادی سفیدک سطحی در خیار گلخانه‌ای بوده که روش بهتر و سازگارتری با معیارهای سلامت محیط و انسان است. خیار از محصولات مهم سبزی است که میوه آن رشد سریعی داشته و اغلب به صورت تازه مصرف می‌شود. معمولاً بسته به شرایط از گلدهی تا برداشت آن حدود ۲ تا ۶ روز طول می‌کشد و کاربرد سموم در این زمان‌ها احتمال باقی ماندن سموم در میوه مصرفی اغلب بسیار بالاست. لذا به هیچ وجه، حتی در این تحقیق به عنوان یک تیمار، علم و منطق کاربرد سموم را توجیه نمی‌کند. لذا محلول پاشی کلراید کلسیم و کلراید پتاسیم می‌تواند جایگزین مناسبی برای سموم در کشت گلخانه‌ای خیار باشد. امید است که جهت سلامت محصولات تولیدی باغبانی گام‌های اساسی از این قبیل برداشته شوند.

- Abood, J. K., Losel, D. M. & Ayres, P. G. (1991). Lithium chloride and cucumber powdery mildew infection. *Plant Pathology*, 40, 108-117.
- Aharoni, Y., Fallik, E., Copel, A., Gil, M., Grinberg, S. & Klein, J. D. (1997). Sodium bicarbonate reduces postharvest decay development on melons. *Postharvest Biology and Technology*, 10, 201-2.
- Bowen, P., Menzies, J., Ehret, D., Samuels, L. & Glass, A. D. M. (1992). Soluble silicon sprays inhibit powdery mildew development on grape leaves. *American Society for Horticultural Science*, 117, 906-912.
- Christensen, N. W., Taylor, R. G., Jackson, T. L. & Mitchell, B. L. (1981). Chloride effects on water potentials and yield of winter wheat infected with Take-all root rot. *Agronomy*, 73, 1053-1058.
- Cook, J. W., Kettlewell, P. S. & Parry, D. W. (1993). Control of *Erysiphe graminis* and *Septoria tritici* on wheat with foliar-applied potassium chloride. *Science of Food and Agriculture*, 63, 126-133.
- Cook, J. W., Kettlewell, P. S. & Parry, D. W. (1995). The effect of foliar applied potassium chloride on *Erysiphe graminis* infecting wheat. *BCPC SYMP. PROC.*
- Gadhera, P., Mercer, E., Baldwin, B. & Wiggins, T. (1983). A comparison of the potency of some fungicides as inhibitors of sterol 14-demethylation. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 19, 1-10.
- Golden, D. C., Sivasubramaniam, S., Sandanam, S. & Wijedasa, M. A. (1980). Inhibitory effects of commercial potassium chloride on the nitrification rates of added ammonium sulphate in an acid red yellow podzolic soil. *Plant and Soil*, 59, 147-151.
- Gottstein, H. D. & Ku, J. (1989). Induction of systemic resistance to anthracnose in cucumber by phosphates. *Phytopathology*, 79, 176-179.
- Heckman, J. R. (1998). Cornstalk rot suppression and grain yield response to chloride. *Plant Nutrition*, 21, 149-155.
- Kettlewell, P. S., Blouin, P. & Boulby, G. L. (1992). Evaluation of potassium chloride solution against leaf diseases in barley. *Annual Applied Biology* (Suppl. 19-18), 120, (.).
- Kettlewell, P. S., Cook, J. W. & Parry, D. W. (2000). Evidence for an osmotic mechanism in the control of powdery mildew disease of wheat by foliar-applied potassium chloride. *European Journal of Plant Pathology*, 106, 297-300.
- Mann, R. L., Kettlewell, P. S. & Jenkinson, P. (2004). Effect of foliar-applied potassium chloride on *Septoria* leaf blotch of winter wheat. *Plant Pathology*, 53, 653-659.
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. London, U.K.
- Menzies, J., Bowen, P., Ehret, D. & Glass, A. D. M. (1992). Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. *American Society for Horticultural Science*, 117, 902-905.
- Morishita, M., Sugiyama, K., Saito, T. & Sakata, Y. (2003). Powdery mildew resistance in cucumber. *Japan Agriculture Research Quarterly*, 37, 7-14.

- Mucharrpmah, E. & Kuc, J. (1991). Oxalate and phosphates induce systemic resistance against diseases caused by fungi, bacteria and viruses in cucumber. *Crop Protection*, 10, 225-230.
- Munger, H. M. (1979). The influence of temperature on powdery mildew resistance in cucumber. *Cucurbit Genetic Cooperative*, 2, 9-10.
- Punja, Z. K. & Grogan, R. G. (1982). Effects of inorganic salts, carbonate anions, ammonia, and the modifying influence of pH on sclerotial germination of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology*, 72, 635-639.
- Reuveni, R., Dor, G. & Reuveni, M. (1998). Local and systemic control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on pepper plants by foliar spray of mono-potassium phosphate. *Crop Protection*, 17, 703-709.
- Reuveni, M., Agapov, V. & Reuveni, R. (1995). Suppression of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) by foliar sprays of phosphate and potassium salts. *Plant Pathology*, 44, 31-39.
- Sakata, Y., Kubo, N., Morishita, M., Kitadani, E., Sugiyama, M. & Hirai, M. (2006). QTL analysis of powdery mildew resistance in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 112, 243-250.
- Schepers, H. (1985). Fitness of isolates of *Sphaerotheca fuliginea* resistant or sensitive to fungicides which inhibit ergosterol biosynthesis. *Netherland Journal of Plant Pathology*, 91, 65-76.
- Schneider, R. W. (1984). Suppression of fusarium yellow of celery with potassium, chloride and nitrate. *Phytopathology*, 75, 40-48.
- Shefelbine, P. A., Mathre, D. E. & Carlson, G. (1986). Effects of chloride fertilizer and systemic fungicide seed treatments on common root rot of barley. *Plant Disease*, 70, 639-642.
- Souri, M. K. (2010). Effectiveness of chloride compared to DMPP on microbial nitrification in soil. *Communication Soil Science Plant Analysis*, 41, 1769-1778.
- Souri, M. K. & Roemheld, V. (2009). Split daily application of ammonium cannot ameliorate ammonium toxicity in tomato plants. *Horticulture Environment Biotechnology*, 50, 384-391.
- Taylor, R. G., Jackson, T. L., Powelson, R. L. & Christensen, N. W. (1983). Chloride, nitrogen form, lime, and planting date effects on take-all root rot of winter wheat. *Plant Disease*, 67, 1116-1120.
- Wade, H. E. (1997). Influence of chloride and nitrogen form on rhizoctonia root and crown rot of table beets. *Plant Disease*, 81, 635-640.
- Ziv, O. & Zitter, T. A. (1992). Effects of bicarbonates and filmforming polymers on cucurbit foliar diseases. *Plant Disease*, 76, 513-7.