دانش بیماری‌شناسی گیاهی (شاپای ا:۶۲۹۰-۲۵۸۸، شاپای چ: ۹۲۷۰-۲۲۵۱)
سال دهم، جلد ۱، پاییز و زمستان ۱۳۹۹
Plant Pathology Science (eISSN:2588-6290, pISSN:2251-9270)
Vol. 10(1), 2021

Extensional Article

Control methods of plant pathogens in irrigation system

EISA NAZERIAN [1], SAHAR SAYAD [2]

1. Agricultural Research Education and Extension Organization, Horticultural Research Institute, Ornamental Plants Research Center, Mahalat, Iran
2. Union of Flowers and Ornamental Plants, Tonokabon, Ramsar, Iran

Received: 22.10.2020 Accepted: 01.03.2021

Nazerian E, Sayad S (2021) Control methods of plant pathogens in irrigation system. Plant Pathology Science 10(1): 117-127. Doi: 10.2982/PPS.10.1.117.

Abstract

Many plant pathogens can spread into irrigation water in farms, gardens or greenhouses and cause disease in various crops. So far, a large number of plant pathogens including 43 fungal-like organisms, 27 fungi, eight bacteria, 26 viruses and 13 nematodes have been isolated and reported from water sources and water transmission systems. In many greenhouses, various pesticides are used to prevent the spread and control of these pathogens, which imposes costs, soil or water pollution, and the possibility of resistance in pathogens. Different methods of water treatment to control aquatic pathogens in the irrigation system using chemicals such as chlorine, chlorine dioxide, copper, silver and ozone, physical methods such as water filtration, heat, ultraviolet rays and the use of biosurfactants such as rhamnolipid and nitrapyrin, are described in this article.

Key words: Water treatment, Plant pathogens, Biofilm

مقاله ترویجی

روش‌های مبارزه با بیمارگرهای گیاهی در سیستم آبیاری

عیسی ناظریان [۱]، سحر صیاد [۲]

۱. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، محلات

۲. اتحادیه گل و گیاهان زینتی تنکابن، رامسر

دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۰۱ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۱

ناظریان ع، صیاد س (۱۳۹۹) روش‌های مبارزه با بیمارگرهای گیاهی در سیستم آبیاری. دانش بیماری شناسی گیاهی ۱۰(۱): ۱۲۷-۱۱۷. Doi: 10.2982/PPS.10.1.117.

چکیده

بسیاری از بیمارگرهای گیاهی می‌توانند درون آب آبیاری در مزرعه، باغ یا گلخانه‌ها انتشار یافته و سبب ایجاد بیماری در محصولات مختلف گردند. تاکنون تعداد زیادی از بیمارگرهای گیاهی شامل ۴۳ شبه‌قارچ، ۲۷ قارچ، هشت باکتری، ۲۶ ویروس و ۱۳ نماتد از منابع آبی و سیستمهای انتقال آب جداسازی و گزارش شده‌اند. در بسیاری از گلخانه‌ها از آفت‌کشهای مختلف جهت پیشگیری از شیوع و مهار این بیمارگرها استفاده می‌گردد که این عمل سبب تحمیل هزینه، آلودگی خاک یا آب و امکان بروز مقاومت در بیمارگرها می‌شود. روشهای مختلف تیمار آب برای مهار بیمارگرهای آبزی در سیستم آبیاری با کاربرد مواد شیمیایی مانند کلر، دی‌اکسیدکلر، مس، نقره و گاز ازن، روشهای فیزیکی مانند فیلتر کردن آب، حرارت، اشعه فرابنفش و استفاده از بیوسورفاکتانتهایی مانند رامنولیپید و نیتراپیرین در این مقاله شرح داده شده‌اند.

واژگان کلیدی: تیمار آب، بیمارگرهای گیاهی، بیوفیلم

مقدمه

آب آبیاری اغلب منبع مهم انتشار زادمایه تعداد زیادی از بیمارگرهای گیاهی ، جلبک‌ها و نیز عوامل دخیل در تشکیل بیوفیلم (Biofilm) است (Hong and Moorman 2005, Scarlett et al. 2016). بیوفیلم ترکیبی پیچیده متشکل از ریزجانداران بیماریزا و غیربیماریزا، ترکیبهای مترشحه از باکتری‌ها نظیر لیپوپلی‌ساکاریدها (LPSs) و اگزوپلی‌ساکاریدها (EPSs)، ترکیبهای ارگانیک داخل لوله‌ها و کودهای قابل حل می‌باشد که مواد غذایی را برای سایر ریزجانداران و موجودات تشکیل دهنده بیوفیلم ایجاد می‌کند. بیوفیلم‌ها با ایجاد سد فیزیکی سبب ممانعت از نفوذ آنتی‌بیوتیک‌ها ومواد دفاعی مترشحه از طرف گیاهان به درون سلول‌های عوامل بیماریزا شده و آنها را در مقابل عوامل محیطی مانند تغییرات pH، اشعه فرا بنفش، فشار اسمزی و روشهای ضدعفونی محافظت می‌نماید

(Berry et al. 2006, Bogino et al. 2013, Younis et al. 2019) . بیمارگرها و عوامل میکروبی بیشتر از طریق آبهای سطحی، زه‌آب و آب بازیافتی به گیاه میزبان رسیده و منجر به بیماری می‌شوند. هر چند استفاده مجدد از آب آبیاری در سیستم‌های بسته در گلخانه‌ها سبب صرفه‌جویی در هزینه‌ها خواهد گردید ولی استفاده و بازیافت مجدد از آب و مواد غذایی در چنین سیستم‌هایی خطر شیوع بیماری‌های ناشی از بیمارگرهای آبزی را افزایش خواهد داد(Bandte et al. 2016) . جداسازی بیمارگرها از آب آبیاری منجر به شناسایی آنها در ۱۷ گونه *Phytophthora*، ۲۶ گونه*Pythium* ، ۲۷ جنس از قارچهای حقیقی، ۸ گونه باکتری، ۲۶ ویروس و ۱۳ گونه از نماتدهای بیماریزای گیاهی شده است (Aiello et al. 2017, Sevik 2011, Stewart-Wade 2011, Hong and Moorman 2005). ریزجانداران با هاگ متحرک مثل گونه‌های*Phytophthora* و *Pythium* را می‌توان به‌راحتی در آب پیدا کرد. اما بیمارگرهایی مانند گونه‌های *Armillaria, Calonectria, Coniella, Fusarium, Ilyonectria, Monosporoascus, Plectosphaerella, Rhizoctonia, Rosellinia, Sclerotinia, Sclerotium, Verticillium, Rhizoctonia solani,* و *Thielaviopsis basicola* که فاقد هاگ تاژکدار هستند، نیز از راه خاک و بقایای گیاهی در آب انتقال می‌یابند (Baker and Matkin 1978 , Cacciola and Gullino 2019). جلبک‌ها نیز می‌توانند در آبهای بی‌کیفیت رشد کرده و باعث اختلال در انتقال آب، مسدود شدن سیستم‌های آبیاری و کاهش رشد گیاه با تولید مواد سمی شوند (Dehghanisanij et al. 2005). لایه جلبکی که از رشد جلبکها در سطح محیط کشت می‌ماند می تواند میزان نفوذ آب به محیط کشت گیاه را کاهش دهد، همچنین جلبک‌ها می‌توانند در مسیر حرکت کارگران مزاحمت ایجاد نموده و یا با پوشاندن سطوح گلدان زیبایی آن را کاهش دهند(Tekiner and Kurt 2019). روش‌های شیمیایی در مهار بیمارگرهای آبزی شامل کاربرد ترکیبهایی نظیر کلر، بر، ازون، پراکسید هیدروژن و اسید پراکسی استیک می‌باشند (Landa Fernández et al. 2019). روش‌های فیزیکی یا غیر شیمیایی شامل فیلتر کردن، استفاده از اشعه فرابنفش و گرما است (Banach et al. 2021). میزان تأثیر این روشها روی میکروب‌ها بستگی به موجود هدف و میزان غلظت و مدت استفاده از ترکیبها و همچنین بستگی به پارامترهای کیفی آب مانند غلظت ترکیبها ناخالص در آب، وجود یونها، pH و دما دارد (Stewart-Wade 2011).

روش‌های تیمار آب برای مبارزه با بیمارگرهای گیاهی

۱-تیمار شیمیایی

۱-۱- کلر: کلر یک ترکیب اکسیدکننده بوده که طی واکنشی با جذب یک الکترون تبدیل به یون کلراید می‌شود. کلر به‌صورت مایع، گاز و هیپوکلریت سدیم و یا اسید هیپوکلروس که به‌صورت جامد

هستند، به آب اضافه می‌شود. گزارشات متعددی از خسارت کلر بر روی گیاهان در دست است. غلظت ۲/۴ mg^{-1} کلر در صورتیکه بصورت هوایی به گیاه داده شود به‌خصوص در بوته می‌تواند باعث گیاهسوزی در اندامهای هوایی شود (Cayanan et al. 2009). میزان تأثیر کلر در pH بالا کاهش میابد. بهترین اثرگذاری کلر در pH حدود ۶ است. پتانسیل اکسیداسیون و احیاء (Oxidation reduction potential=ORP) با میزان قابلیت اکسید شدن در انتقال الکترون از سطح سلول و مرگ بیمارگر اندازه گیری می‌شود. مرگ بیمارگرهای گیاهی در شرایط pH پائین و ORP بالا، بیشتر خواهد شد. میزان pH و ORP و غلظت ماده مؤثره می‌تواند بهترین تأثیر را در عملکرد کلر داشته باشد. در عین حال بسیاری از گلکاران از آب با pH بالا برای آبیاری استفاده می‌نمایند. کلر با ترکیبهای چون آمونیوم و نیتروژن دارای اثر متقابل بوده و در ترکیب با این مواد به فرم کلرامین تبدیل خواهد شد. کلرامین نسبت به اسید هیپوکلروس دارای ماده مؤثره بهتر با میزان بقا بیشتر در دمای بالاتراز ۲۵ درجه سلسیوس می‌باشد. با این وجود کلرامین نیاز به مدت زمان تماس بیشتری نسبت به هیپوکلروس برای تاثیرگذاری روی بیمارگرهای آبزی دارد. گیاهسوزی در اثر کلرامین نیز گزارش شده است. در کشت هیدروپونیک کاهو، دراثرمصرف غلظت ۰/۳ mgl^{-1} در ترکیب با ۹/۴ mg NH^{4+} -NL^{-1} نکروز ریشه مشاهده گردید (Date et al. 2005). غلظت ۳ به ۱ کلرید آمونیوم به هیپوکلریت سدیم بخاطر تولید کلرامین نسبت به استفاده از اسید هیپوکلروس بطور موثری در کاهش حمله باکتری‌ها تأثیر داشته است (Le Chevallier et al. 1988).

۱- ۲-دی اکسیدکلر: عملکرد دی اکسید کلر به‌صورت اکسید کنندگی بوده و در آب هیدرولیز نشده و بصورت گاز نامحلول باقی می‌ماند. تأثیر غلظت دی اکسید کلر در مهار بیمارگرها از مقدار mgl^{-1} ۰/۵ بمدت ۲ دقیقه برای کنیدی قارچ *F. oxysporum* و تا غلظت mgl^{-1} ۵۷ برای کنیدی *T. basicola* در pH= ۸ به ثبت رسیده است. گیاهان فلفلی که بمدت ۴ هفته با غلظت mgl^{-1} ۲/۵ از دی اکسید کلر آبیاری شده بود، کاهش معنی داری در میزان رشد از خود نشان نداد. در گیاهان زینتی و چوبی غلظت بالای دی اکسید کلر (بالاتر از mgl^{-1} ۵۰) هیچ گیاهسوزی را در پی نداشت (Copes et al. 2003). علایم گیاهسوزی با این ترکیب به‌صورت زردی یا سوختگی نوک برگها و در مراحل پیشرفته به‌صورت نکروز حاشیه و نوک برگها ظاهر می‌شود. لکه‌های نکروزه روی برگها و گلها و کاهش رشد گیاه و مرگ گیاه از علایم پیشرفته سمیت این ترکیب به‌شمار می ایند. وجود ترکیبها آلی و یونهای غیرآلی در منابع آب سطحی نیاز به دی اکسید کلر را افزایش می‌دهد. وجود mgl^{-1} ۵۰ از ترکیبها پیت در محلول میزان نیاز به دی اکسید کلر را تا ۳۶/۳-۵۲/۵ درصد افزایش خواهد داد. دی اکسید کلر نسبت به کلر حساسیت کمتری به تغییرات pH دارد. با این وجود نیاز به دی اکسید

کلر در pH= ۸ برای مهار بیمارگر نسبت به pH= ۵ بیشتر است. ترکیب مواد غذایی میکرو با املاح آب (منگنز، کلسیم، بیوکربنات) و نیتروژن، غلظت دی اکسید کلر مورد نیاز برای مرگ بیمارگرهای قارچی در آب با pH= ۵ را افزایش داده و غلظت مورد نیاز برای کشتن بیمارگر در pH= ۸ را کاهش می‌دهد.

۳-۱- ازون : بیمارگرهای گیاهی دارای مقاومت متفاوتی به ازون هستند. به‌عنوان مثال برای مهار باکتری *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* غلظت mgl^{-1} ۰/۵ به‌مدت ۱ دقیقه نیاز است و برای ویروس موزاییک گوجه‌فرنگی دوز mgl^{-1} ۱۰۰ بمدت ۳۰ دقیقه نیاز است. حداقل غلظت مورد نیاز برای مهار باکتریها، قارچها، اوومیسیتها و ویروسها به ترتیب غلظت‌های mgl^{-1} ۹/۷، ۰/۷، ۰/۵ از ازون با زمان ۱، ۱۶، ۸ و ۷۵ دقیقه است. نشانه گیاهسوزی در اثر ازون شامل صدمات به برگ، کاهش سطح برگ، کاهش وزن و اندازه سرشاخه‌های جدید و کاهش وزن خشک ریشه می باشند. در گیاهان زینتی چوبی که به‌مدت ۶ هفته با غلظت بیشتر از mgl^{-1} ۰/۹ گاز ازون محلول‌پاشی برگی شدند، آثار گیاهسوزی دیده شد. ولی این علایم در غلظت mgl^{-1} ۰/۵ مشاهده نگردید (Graham et al. 2009). عناصری نظیر منگنز، آهن و موادغذایی میکرو، توسط ازون اکسیده شده و تبدیل به عناصر فعالی خواهند شد که سبب کاهش قدرت مهارکنندگی ازون بر بیمارگرهایی نظیر *F. oxysporum* و *Corynebacterium michiganense* می‌گردد (Ohashi- Kaneko et al. 2009).

۴-۱- مس: مس جزو عناصر ضروری برای رشد گیاهان، موجودات تک سلولی و پر سلولی است. با این وجود میزان زیاد مس می‌تواند منجر به بهم چسبیدن گروه پروتیین‌های Prosthetic و یا سبب اختلال در متابولیسم گیاه گردد (Thurman et al. 2009). نمک مس در اوایل قرن ۱۸۰ به عنوان قارچکش بکار می‌رفت و در اوایل قرن ۱۹ برای از بین بردن جلبکها استفاده گردید (Thurman et al. 2009). در بسیاری مواقع برای مهار زئوسپور قارچ *Phytophthora capsici* با استفاده از قارچکش‌های مسی چندساعت زمان تماس سم با قارچ نیاز است (Granke and Hausbeck 2010) و همچنین برای مهار باکتری *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* نیز تماس چندساعته قارچکش مسی با بیمارگر نیاز است. کارگران گلخانه معمولاً دوز $mg\ Cul^{-1}$ ۱ از یون مس را برای مهار جلبکها و بیمارگرها بکار می‌برند (Zheng et al. 2005). گیاهسوزی از کاربرد مس با غلظتهای mgl^{-1} ۰/۰۸ در سیستم هیدروپونیک و نیز با غلظت mgl^{-1} ۵ در گیاهان خشبی در بستر کشت خاکی گزارش شده است. تعداد گل در گیاهان شیپوری (*Zantedeschia* spp.) که یون مس را از طریق محلول‌پاشی دریافت کردند نسبت به گیاهانی که یون مس را به‌صورت آبیاری دریافت کردند کاهش یافت. در گیاه ژربرا، استفاده از یون مس هم زمان با ترکیب غذایی دارای کلات آهن، در مقایسه با ترکیب غذایی

حاوی نمک آهن، اثر کمتری در مهار بیماری پوسیدگی فیتوفترایی ریشه نشان داد(Toppe and Thinggaard 1998).

۵-۱-نقره: غلظت مناسب نیترات نقره در مهار بیمارگرهای گیاهی از $۰/۰۷mgl^{-1}$ برای کاهش کنیدیهای *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* تا $۰/۵ mgl^{-۱}$ برای *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* متغیر است (Slade and Pegg 1993). گزارش شده که یون نقره بر گونه‌های آلترناریا، فوزاریوم و ویروس موزاییک توتون بی اثر است (Stewart-Wade 2011). گزارشهایی نیز در مورد استفاده از نقره و یا ترکیب آن با مس برای ضدعفونی آب مصرفی برای تولید محصولهای گلخانه‌ای وجود دارد (Stewart-Wade 2011). اثر منفی نقره ممکن است به‌صورت بازدارندگی از تاثیر اتیلن، کاهش تعداد گل و کاهش ارتفاع گیاه در بعضی رقمهای گیاهان بروز نماید (Bradford and Dilley 1978).

۲-روش‌های تیمار فیزیکی آب

۱-۲-کاربرد فیلترهای غشایی و ذره‌ای

سازوکارهای عملکرد فیلترها بصورت انبساط، انقباض، جداسازی، چسبندگی و ته‌نشین شدن می باشند. فیلترهای مناسب برای جداسازی ریزجانداران از آب باید دارای منافذی کوچک با قطر کمتر از ۱۰ میکرومتر باشند. فیلترهای غشایی در حذف قارچها و باکتریها و نیز ToMV تأثیر به‌سزایی دارند. فیلتر غشایی زمانی که به‌صورت ترکیب چند ردیف فیلتر با اندازه منافذ از بزرگ تا کوچک قرار می گیرد، تأثیر بیشتری در مهار بیمارگرها دارند. استفاده همزمان از فیلتر غشایی و دیگر روشهای درمانی در بیمارگرهای آبزی، اثرگذاری بالاتری در مهار دارد. فیلترهای غشایی می‌توانند باعث نشست ترکیبها جامد نظیر شن و سیلت و مواد آلی، ذرات شیمیایی مثل آهن و منگنز و کربنات و آفت‌کشها، باکتری ها و جلبکها شوند. قبل از فیلتر کردن ذرات جامد بهتر است یک فیلتر اولیه انجام شود تا جلوی بسته‌شدن منافذ فیلتر اصلی گرفته شود. اسمز معکوس باعث حذف مواد غذایی از ترکیب محلول غذایی شده و این ویژگی منفی در زمانیکه ترکیب غذایی بازیافت و دوباره استفاده می‌شود اثرگذار است، اما حذف نمک از آب آبیاری توسط این نوع از فیلترها یک مزیت بزرگ محسوب می‌گردد (Runia 1995).

۲-۲- اشعه فرابنفش

اشعه فرابنفش (UV) باعث تخریب ساختمان DNA وRNA می‌شود. دامنه طیف نور UV بین ۲۸۰-۱۰۰ نانومتر است (Diffey 2002) و اوج جذب نور فرابنفش توسط DNA در طول موج ۲۶۰ نانومتر است. استفاده از نورفرابنفش اگر همراه با دیگر روشهای ضدعفونی مثل ازون و پراکسیدهیدروژن باشد، اثرگذاری بیشتری در مهار بیمارگرهای گیاهی دارد. دامنه مؤثر از اشعه

فرابنفش برای مهار بیمارگرها بین $mjcm^{-2}$ ۲۸ برای *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* تا $mjcm^{-2}$ ۸۵۰ برای *Alternaria zinnia* می‌باشد. غلظت پیشنهادی برای ضدعفونی آب و عاری کردن آن از بیمارگرها عموماً $mjcm^{-2}$ ۲۵۰ است. آب و موادغذایی که با اشعه فرا بنفش تیمار می شوند باید ناخالصی و مواد نامحلول کمی داشته باشند تا اجازه عبور ۶۰ درصد اشعه را بدهند. در ۲۹ نمونه آزمایش شده از خزانه‌های استرالیا، در سه مورد وضوح و شفافیت کافی در عبور اشعه فرابنفش مشاهده گردید و حتی در مواردی که از فیلتر ۵ میکرونی استفاده گردیده بود وضوح لازم به‌دست نیامد. در آب کدر، به اشعه UV بالاتری نسبت به آب شفاف‌تر نیاز بوده تا همان میزان اثر کشندگی را روی بیمارگر ایجاد کند (Sutton et al. 2009). میزان ذخیره آهن در کشت هیدروپونیک بعد از استفاده از اشعه فرابنفش به میزان $mjcm^{-2}$ ۳۰ از مقدار ۴/۵ به مقدار mgl^{-1} ۰/۱ کاهش یافت (Albano and Miller 2001). استفاده از اشعه فرابنفش یک روش فیزیکی بوده و بنابراین به pH وابسته نیست (Stewart- Wade 2011). همچنین استفاده از اشعه فرابنفش باقیمانده سمی یا تولیدات سمی بدنبال نخواهد داشت.

۳-۲- حرارت درمانی

دمای بالا یکپارچگی سلولی را بهم ریخته و در فرآیند متابولیسم در ریزجانداران حساس، اختلال ایجاد می‌کند (Crisan 1973). حرارت درمانی(ترموتراپی) همچنین حرکت ویروسها به سمت جوانه انتهایی را متوقف می‌نماید (Wang et al. 2008) روش تیمار حرارتی در مهار ریزجانداران در محصولهای گلخانه‌ای به‌دلیل محدودیت مصرف مواد شیمیایی در اروپا از امریکا متداول‌تر می‌باشد (Runia and Amsing 2001). دامنه حرارتی مناسب در مهار بیمارگرها از ۴۰ درجه سلسیوس بمدت ۹۰ ثانیه برای زئوسپور *Phytophthora cryptogea* (Runia and Amsing 2001) تا ۹۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ ثانیه برای *Agrobacterium tumefacience* متغیر است (Poncet et al. 2001). حرارت با مواد غذایی کمتر وارد واکنش می‌شود و مواد شیمیایی از خود به جا نمی‌گذارد، با این حال ممکن است ته نشست نمک در سیستم آبیاری ایجاد نماید (Runia 1995).

۳- استفاده از بیوسورفاکتانت‌ها

رامنولیپید (Rhamnolipid) و نیتراپیرین (Nitrapyrin) دو نوع بیوسورفاکتانت بوده که برای تیمار آب بکار می‌روند. سورفاکتانت رامنولیپید یک نوع قارچکش طبیعی است که از باکتری *Pseudomonas aeruginosa* به‌دست می‌آید. رامنولیپید باعث تخریب دیواره سلولی اوومیسیت ها شده و نیتراپیرین باعث افزایش باکتریهای مفید (*Pseudomonas putida*) در محلول بازیافتی می‌گردد. نیتراپیرین به

عنوان تثبیت‌کننده نیتروژن نیز به ثبت رسیده است (Pagliaccia et al. 2007). تحقیقی نشان داده که استفاده مداوم از غلظت $۱۵۰mgl^{-۱}$ از رامنولیپید، صد درصد بیماری ناشی از *P. capsici* را مهار می‌کند. تغذیه با نیتراپیرین باعث کاهش ۴۰ درصدی بوته میری خیار در اثر *P. aphanidermatum* نسبت به تیمار شاهد نیز می‌گردد (Pagliaccia et al. 2007). محلول غذایی در رشد گیاه فلفل که با بیوسورفاکتانت رامنولیپید و نیتروپیرین تیمار شده بود باعث افزایش غلظت باکتریهای مفید *P. putida* نسبت به تیمار بدون بیوسورفاکتانت گردید Pagliaccia et al. 2007(). افزایش باکتریهای مفید به عنوان دومین فایده استفاده از بیوسورفاکتانتها بوده، در عین حال وجود جمعیت بالای باکتری سبب تشکیل بیوفیلم و افزایش مسدود شدن مسیر آبیاری خواهد گردید. غلظت$۱۵۰mgl^{-۱}$ رامنولیپید، زمانی‌که بصورت هوایی و یا آبیاری در محیط کشت آلی و راک‌وول استفاده گردید، منجر به کاهش وزن گیاهی در فلفل شد (Nielsen et al. 2006). نیتراپیرین با غلظت $۱۲/۵ mgl^{-۱}$ باعث کاهش رشد فلفل شده و منجر به کلروز گردید (Pagliaccia et al. 2007).

نتیجه‌گیری

مدیریت بیمارگرهای گیاهی در سیستم آبیاری به عواملی مانند: منبع آب، سرعت و حجم روان آب، دما، مواد آلی و غیرآلی، pH، نوع ماده تشکیل دهنده سیستم آبیاری، حساسیت گیاه به گیاهسوزی و هزینه دارد. برای از بین بردن بیمارگرها می‌توان از روشهای فیزیکی، شیمیایی، حرارت درمانی و یا بیوسورفکتانتها به‌تنهایی و یا تواما استفاده کرد. امروزه تیمار آب به عنوان یکی از روشهای افزایش تولید محصولات کشاورزی، باغی و گلخانه‌ای، با هدف کاهش خسارت مالی ناشی ازآلودگی به بیمارگرها، بیوفیلمها و جلبکها شناخته شده است. مجموعه پژوهشهای علمی انجام گرفته نشان می دهد که ریزجانداران هدف دارای تنوع مقاومت به روشهای تیمار آب بوده و استفاده از یک روش مدیریتی به‌تنهایی در تیمار آب نمی‌تواند به‌صورت مناسب روی بیمارگرهای مقاوم اثرگذار باشد. بنابراین کاشت رقم‌های مقاوم، بررسی اولیه کیفیت آب، مطابقت زمانی نیاز آبی گیاه و آبیاری و محدود نمودن استفاده از آفت‌کشها، به همراه کاربرد روشهای مبارزه با بیمارگرهای گیاهی، برای تولید محصول سالم پیشنهاد می‌شود.

منابع

References

Aiello D, Guarnaccia V, Formica PT, Hyakumachi M, Polizzi G (2017) Occurrence and characterisation of Rhizoctonia species causing diseases of ornamental plants in Italy. European Journal of Plant Pathology 148:967–982.

Albano JP, Miller WB (2001) Photo degradation of FeDTPA in nutrient solutions. I. Effects of irradiance, wavelength, and temperature. Horticultural Science 36:313-316.

Baker KF, Matkin OA (1978) Detection and control of pathogens in water. Ornamentals Northwest Newsletter 2:12-14.

Banach JL, Hoffmans Y, Appelman WAJ, Van Bokhorst-van de Veen H, van Asselt ED (2021) Application of water disinfection technologies for agricultural waters. Agricultural Water Management 2:1-9

Bandte M, Rodriguez MH, Schuch I, Schmidt U, Buettner C (2016) Plant viruses in irrigation water: reduced dispersal of viruses using sensor-based disinfection. Irrigation Science 34:221-229.

Bates ML, Stanghellini ME (1984) Root rot of hydroponically grown spinach caused by *Pythium aphanidermatum* and *P. dissotocum*. Plant Disease 68:989-991.

Berry D, Xi C, Raskin L (2006) Microbial ecology of drinking water distribution systems. Current Opinion in Biotechnology 17:297-302.

Bogino PC, Oliva MDLM, Sorroche FG, GiordanoW (2013) The role of bacterial biofilms and surface components in plant-bacterial associations. International Journal of Molecular Sciences 14:15838-15859.

Bradford KJ, Dilley DR (1978) Effects of root anaerobiosis on ethylene productions, epinasty, and growth of tomato plants. Plant Physiology 61:506-509.

Cacciola SO, Gullino ML (2019). Emerging and re-emerging fungus and oomycete soil-borne plant diseases in Italy. Phytopathologia Mediterranea 58:451-472.

Cayanan DF, Zhang P, Liu W, Dixon M, Zheng Y (2009) Efficacy of chlorine in controlling five common plant pathogens. Horticultural Science 44:157-163.

Copes WE, Chastagner GA, Hummel RL (2003) Toxicity responses of herbaceous and woody ornamental plants to chlorine and hydrogen dioxides. Plant Health Progress 4:1-9

Crisan EV (1973) Current concepts of thermophilism and the thermophilic fungi. Mycologia 65:1171-1198.

Date S, Terabayashi S, Kobayashi Y, Fujime Y (2005) Effects of chloramines concentration in nutrient solution and exposure time on plant growth in hydroponically cultured lettuce. Scientia Horticulturae 103:257-265.

Dehghanisanij H, Yamamoto T, Ould Ahmad B, Fujiyama H, Miyamoto K (2005) The effect of chlorine on emitter clogging induced by algae and protozoa and the performance of drip irrigation. American Society of Agriculture and Biological Engineers 48:519-527.

Diffey BL (2002) Sources and measurement of ultraviolet radiation. Methods 28:4-13.

Graham T, Zhang P, Zheng Y, Dixon MA (2009) Phytotoxicity of aqueous ozone on five container-grown nursery species. Horticultural Science 44:774-780.

Granke LL, Hausbeck MK (2010) Effects of temperature, concentration, age, and algaecides on *Phytophthora capsici* zoospore infectivity. Plant Disease 94:54-60.

Hong CX, Moorman GW (2005) Plant pathogens in irrigation water: challenges and opportunities. Critical Review in Plant Science 24:189-208.

Landa Fernández IA, Monje-Ramirez I, Orta Ledesma de Velásquez MT (2019). Tomato Crop Improvement Using Ozone Disinfection of Irrigation Water. Ozone: Science and Engineering 41:398-403.

Le Chevallier MW, Cawthon CD, Lee RG (1988) Inactivation of biofilm bacteria. Applied Environmental Microbiology 54:2492-2499.

Nielsen CJ, Ferrin DM, Stanghellini ME (2006) Efficacy of biosurfactants in the management of *Phytophthora capsici* on pepper in recirculating hydroponic systems. Canadian Journal of Plant Pathology 28:450-460.

Ohashi-Kaneko K, Yoshii M, Isobe T, Park JS, Kurata K, Fujiwara K (2009) Nutrient solution prepared with ozonated water does not damage early growth of hydroponically grown tomatoes. Ozone: Science in Engineering 31:21-27.

Pagliaccia D, Ferrin D, Stanghellini ME (2007) Chemo-biological suppression of root infecting zoosporic pathogens in recirculating hydroponic systems. Plant Soil 299(1–2): 163-179.

Poncet C, Offroy M, Bonnet G, Brun R (2001) Disinfection of recycling water in rose cultures. Acta Horticulturae 547:121-127.

Runia WT, Amsing JJ (2001) Lethal temperatures of soil borne pathogens in recirculation water from closed cultivation systems. Acta Horticulturae 554:333-339.

Runia WTh (1995) A review of possibilities for disinfection of recirculation water from soilless cultures. Acta Horticulturae 382:221-229.

Scarlett K, Collins D, Tesoriero L, Jewell L, Van Ogtrop F, Daniel R (2016) Efficacy of chlorine, chlorine dioxide and ultraviolet radiation as disinfectants against plant pathogens in irrigation water. European journal of plant pathology 145:27-38.

Sevik MA (2011) Water pollution: water-borne plant viruses. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 27:40-47.

Slade SJ, Pegg GF (1993) The effect of silver and other metal ions on the in vitro growth of root rotting Phytophthora and other fungal species. Annals of Applied Biology 122: 233-251.

Stewart-Wade SM (2011) Plant pathogens in recycled irrigation water in commercial plant nurseries and greenhouses: their detection and management. Irrigation Science 29:267-297.

Sutton JC, Yu H, Grodzinski B, Johnstone M (2009) Relationships of ultraviolet radiation dose and inactivation of pathogen propagules in water and hydroponic nutrient solutions. Canadian Journal of Plant Pathology 22:300-309.

Tekiner M, Ak İ, Kurt M (2019) Impact of UV-C radiation on growth of micro and macro algae in irrigation systems. Science of The Total Environment 672:81-87.

Thurman RB Gerba CP, Bitton G (2009) The molecular mechanisms of copper and silver ion disinfection of bacteria and viruses. Critical Review of Environmental Science Technology 18:295-315.

Toppe B, Thinggaard K (1998) Prevention of Phytophthora root rot in gerbera by increasing copper ion concentration in the nutrient solution. European Journal of Plant Pathology 104:359-366.

Wang QC, Cuellar WJ, Rajamäki ML, Hiraka Y, Valkonen JPT (2008) Combined thermotherapy and cryotherapy for virus eradication: relation of virus distribution, subcellular changes, cell survival and viral RNA degradation in shoot tips to efficient production of virus-free plants. Molecular Plant Pathology 9:237–250.

Younis BA, Mahoney L, Schweigkofler W, Suslow K (2019) Inactivation of plant pathogens in irrigation water runoff using a novel UV disinfection system. European Journal of Plant Pathology 153:907-914.

Zheng Y, Wang L, Dixon M (2005) Greenhouse pepper growth and yield response to copper application. HortScience 40:2132-2134.