

بررسی اثرات تلفیقی سرکه‌ی چوب و ورمی‌کمپوست در کنترل قارچ *Verticillium dahliae*، عامل پژمردگی ورتیسیلیومی خیار گلخانه‌ای\*

مهین صابری<sup>۱</sup>، ابوالفضل سرپله<sup>۲</sup>، حسن عسکری<sup>۲</sup> و فلورا رفیعی<sup>۱</sup>

۱- گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آشتیان؛ ۲- موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران

(تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۱، تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۱)

### چکیده

پژمردگی ورتیسیلیومی، با عامل *Verticillium dahliae*، از بیماری‌های مهم خیار در بسیاری از گلخانه‌های تولید این محصول می‌باشد. در این تحقیق، اثرات ضد قارچی متابولیت‌های فرار و غیرفرار سرکه‌ی چوب (pyroligneous acid) بر رشد این قارچ در شرایط آزمایشگاه به همراه تأثیر توأم سرکه‌ی چوب و ورمی‌کمپوست، در کنترل این بیماری در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. بررسی متابولیت‌های غیرفرار و فرار در غلظت‌های ۰/۰۲۵، ۰/۰۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۳۷، ۰/۵، ۰/۷۵ و صفر درصد حجمی سرکه‌ی چوب انجام شد. کلیه آزمایش‌ها در ۴ تکرار و با اندازه‌گیری روزانه قطر کلنی به مدت ۱۰ روز انجام گردید. ترکیبات فرار و غیر فرار باعث کاهش معنی دار رشد میسلیومی *V. dahliae* در سطح ۵٪ شدند. در گلخانه، غلظت‌های ۰/۱۲۵، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد سرکه‌ی چوب در فواصل ۱ و ۱۴ روز بعد از نشاءکاری به خاک گلدان‌های حاوی و یا فاقد ورمی‌کمپوست اضافه شد. ارزیابی تیمارها از طریق تعیین درصد شدت بیماری و نیز تعیین وزن تر، وزن خشک تاج و ریشه، طول ریشه‌ها و ارتفاع گیاه نشان داد که هر سه غلظت سرکه‌ی چوب باعث کاهش معنی‌دار شدت بیماری نسبت به شاهد شد ( $\alpha=0/05$ ). ترکیب ورمی‌کمپوست و سرکه‌ی چوب، سبب کاهش شدت بیماری‌زایی بیمارگر به میزان ۷۶ درصد در قیاس با شاهد شد. همچنین این ترکیب، موجب افزایش وزن ریشه و تاج گیاه در مقایسه با شاهد گردید ( $\alpha=0/05$ ).

واژه‌های کلیدی: سرکه‌ی چوب، ورمی‌کمپوست، خیار، گلخانه، پژمردگی ورتیسیلیومی.

### Effects of wood vinegar and vermicompost combination in the control of *Verticillium dahliae* the causal agent of verticillium wilt of greenhouse cucumber

M. SABERI<sup>1</sup>, A. SARPELEH<sup>2</sup>, H. ASKARY<sup>2</sup> and F. RAFIEI<sup>1</sup>

1- Islamic Azad University of Ashtian, Iran; 2-Iranian Research Institute of Plant Protection, P. O. Box 1454, Tehran 19395, Iran

### Abstract

Verticillium wilt caused by *Verticillium dahliae* is an important disease of cucumber grown in greenhouses. In this study, the inhibitory effects of volatile and non-volatile metabolites of wood vinegar (Pyroligneous acid) on the mycelial growth of *V. dahliae* as well as the combined effects of wood vinegar and vermicompost on the control of associated disease were studied *in vitro* and *in situ* conditions. To study the effect of non-volatile and volatile metabolites, 0, 0.025%, 0.05%, 0.125%, 0.25%, 0.37%, 0.5% and 0.75% of wood vinegar were tested. Four replicates were considered for each concentration. The mycelial growth of the fungus was measured daily up to 10 days. Both volatile and non-volatile metabolites inhibited significantly the fungal growth *in vitro* conditions at 0.05 probability level. Three concentrations of wood vinegar 0.125%, 0.25%, 0.5% were drenched into the soil one and 14 days post-transplanting. The effect of treatments was assessed through measurement of disease severity index, wet and dry weight of roots and shoots, as well as root length and shoot height. Disease severity was significantly reduced in all concentrations used ( $\alpha=0.05$ ). The combination of vermicompost and vinegar reduced the pathogenicity of the pathogen and increased the weight of roots and shoots.

**Keywords:** wood vinegar, vermicompost, cucumber, greenhouse, verticillium wilt.

✉ Corresponding author: askary2@gmail.com

\*بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول، ارائه شده به دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آشتیان

## مقدمه

پژمردگی‌های ناشی از *Verticillium dahliae* گسترش جهانی داشته و بالغ بر ۲۵۰ گونه گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Ligoxigakis et al. 2002; Rudolph, 1931). در ایران نیز پژمردگی‌های ناشی از بیمارگر فوق از مهم‌ترین بیماری‌های قارچی خاکزاد خیار گلخانه‌ای محسوب می‌شوند. این بیمارگر از گلخانه‌های پرورش خیار در نواحی مختلف ایران مانند اصفهان (Jalali and Ahmadi, 2002) و ورامین گزارش شده و در سایر مناطق مانند سمنان، کرج و شهرری نیز با شدت کمتری مشاهده شده است (Sarpeleh et al. 2002).

برای کنترل *V. dahliae*، روش‌های متعدد شیمیایی، بیولوژیکی و زراعی به کار می‌رود. ولی اکثر این روش‌ها در کنترل بیمارگر چندان اثربخش نبوده و یا این که توجیه بهداشتی، زیست‌محیطی و یا اقتصادی ندارند. مواد با منشأ طبیعی مانند عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی نیز سال‌هاست که به عنوان جایگزین مناسبی برای کنترل بیمارگرهای گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Fawcett and Spencer, 1970; Sarpeleh et al. 2009). اما حجم زیاد مواد مورد استفاده، محدودیت‌هایی را در به کارگیری آنها به وجود آورده است.

سرکه‌ی چوب یا Pyrolygneous acid یک مایع اسیدی بوده که به صورت معمول قهوه‌ای تیره، چسبناک و از کربوهیدرات‌های اکسیژن‌دار، تشکیل شده است. این ماده در روند تولید ذغال چوب تولید شده و از تقطیر و فشرده‌سازی گاز حاصل از سوختن چوب تازه در شرایط بی‌هوازی به دست می‌آید. این ترکیب حاوی اجزاء شیمیایی مختلف مانند اسید استیک، فرمالدئید، فنل، متانول و ترکیبات شیمیایی نیتروژن‌دار با ۸۰-۹۰ درصد رطوبت و ۱۰-۲۰ درصد ترکیبات آلی است. سرکه‌ی چوب محصولی است که کاملاً از طبیعت به دست آمده و فاقد اثرات مخرب زیست‌محیطی و نامطلوب بر موجودات زنده می‌باشد (Yatagai et al. 2002). در مطالعه‌ی تأثیر سرکه‌ی چوب بر *Alternaria mali* عامل بلایت آلترناریایی سیب، نشان داده شده است که رقت ۱:۳۲ سرکه‌ی چوب باعث

توقف کامل رشد بیمارگر شده و کارایی آن با قارچ‌کش پلی‌اکسین‌بی در رقت ۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر یکسان بوده است (Jung, 2007). طی آزمایش‌های دیگری اثر سرکه‌ی چوب حاصل از *Pinus densiflora* و *Quercus serrata* در کنترل گونه‌های مختلف *Ophiostoma* spp. بررسی و مشخص گردیده است که سرکه‌ی حاصل خاصیت ضد قارچی موثری روی قارچ‌های تحت آزمایش دارد (Velmurugan et al. 2008). در پژوهش‌های مشابه، سرکه‌ی چوب حاصل از بامبو روی رشد گونه‌های مختلف *Ophiostoma* spp. عامل پوسیدگی چوب درختان جنگلی به طور مشخصی باعث کاهش رشد قارچ‌های تحت آزمایش گردیده است (Velmurugan et al. 2009). با توجه به شواهد موجود به نظر می‌رسد سرکه‌ی چوب روی طیف وسیعی از بیمارگرهای قارچی مؤثر باشد.

کمپوست، محصول پدیده‌ی کنترل شده و حرارت‌زای بیواکسیداسیون مواد آلی به وسیله‌ی میکروارگانیسم‌ها در محیط مرطوب، گرم و هوازی است که به انتشار گاز کربنیک، تولید آب، مواد معدنی و یک محصول آلی پایدار ختم می‌شود که از ثبات کافی برای امکان دادن به رشد مطلوب گیاه برخوردار است. کمپوست‌ها به طور کلی باعث افزایش اثرات بازدارندگی خاک‌ها روی عوامل بیمارگر می‌شوند. استفاده از کمپوست توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA Environmental Protection Agency) در سال ۱۹۹۷ و همچنین (Hoitink et al. 1997) در کنترل چندین بیمارگر خاکزاد گیاهان توصیه شده است. ورمی‌کمپوست یکی از انواع کمپوست‌ها است که در آن کرم‌های خاکی برای تبدیل مواد آلی به مواد قابل جذب گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. از سال‌ها پیش دانشمندان متوجه این نکته شده بودند که ورمی‌کمپوست‌ها از طریق اصلاح ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و آزاد کردن تدریجی مواد غذایی، سبب حاصلخیزی خاک و افزایش رشد گیاهان و مبارزه با عوامل بیمارگر می‌شوند (Edwards et al. 2004). تأثیر ورمی‌کمپوست در جلوگیری از تندش اسپور بعضی از قارچ‌ها نشان داده شده است

اندازه‌گیری شد.

#### بررسی تأثیر مواد فرار سرکه‌ی چوب بر رشد رویشی

*V. dahliae*: در یک طرف ظروف پتری‌های تیغه‌دار ۱۵ میلی‌لیتر محیط PDA ریخته شد و پس از انعقاد محیط، یک دیسک ۳ میلی‌متری از جدایه‌ی *V. dahliae* قرار داده شد، سپس غلظت‌های سرکه‌ی چوب مشابه آزمایش قبل در طرف دیگر ظروف پتری تیغه‌دار اضافه شدند. برای شاهد از آب مقطر سترون استفاده گردید و سپس درب ظروف پتری با پارافیلیم مسدود شد. کلیه کشت‌ها به مدت ۱۰ روز در دمای  $22 \pm 2$  درجه‌ی سلسیوس نگهداری و قطر پرگنه‌ها روزانه اندازه‌گیری شد. درصد بازدارندگی قطر پرگنه نسبت به شاهد بر اساس فرمول  $X = (A-B)/A \times 100$  محاسبه گردید (Zhang et al. 1996). در این رابطه، X درصد بازدارندگی، A قطر رشد پرگنه در تشتک شاهد و B قطر رشد پرگنه در هر یک از تیمارها می‌باشد.

کلیه آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. داده‌های هر آزمایش با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۰.۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند. تیمارهای برتر (غلظت‌هایی که باعث کاهش رشد معنی‌دار بیمارگر شده بودند) انتخاب (حداکثر سه غلظت) و در آزمایش‌های گلخانه‌ای مورد استفاده قرار گرفتند.

#### بررسی تأثیر سرکه‌ی چوب و ورمی‌کمپوست بر بیماری

پژمردگی ورتیسیلیومی: بذور خیار، رقم سلطان که بیماری‌زایی *V. dahliae* قبلاً روی آن به اثبات رسیده بود، در سینی نشاء حاوی کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۱:۳ کشت و در مرحله‌ی یک برگ حقیقی به گلدان‌های حاوی خاک سترون (خاک برگ ۲۰٪، پرلیت ۱۵٪، کود حیوانی پوسیده ۳۰٪، ماسه ۲۰٪، خاک بکر ۱۵٪) منتقل شد. در تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست، ۱۵٪ حجمی گلدان ورمی‌کمپوست اضافه گردید. جهت مایه‌زنی گلدان‌ها، ۳ بلوک میسلیومی به قطر یک سانتی‌متر از جدایه‌ی رشد یافته *V. dahliae* در PDA موقع نشاء‌کاری در نزدیکی ریشه‌ی نشاء قرار داده شد

(Singh et al. 2003). در بررسی‌های دیگری ورمی‌کمپوست اثرات بازدارنده‌ی معنی‌داری روی بیمارگرهای خاک‌زاد مانند *Pythium spp.*، *Rhizoctonia solani* و *Verticillium dahliae* داشته است (Goldstein, 1998; Doube et al. 1994).

در پژوهش حاضر با توجه به اثرات بازدارندگی سرکه‌ی چوب و ورمی‌کمپوست در کنترل تعدادی از بیمارگرهای گیاهی و افزایش شاخص‌های رشدی گیاهان، اثرات تلفیقی این مواد در کنترل بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی خیار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده می‌تواند به عنوان یکی از راه‌کارهای مناسب در جهت توسعه‌ی روش‌های غیرشیمیایی کنترل عوامل بیمارگر گیاهی، مورد استفاده قرار گیرد.

#### روش بررسی

##### جدایه‌های قارچی و سرکه‌ی چوب: قارچ *V. dahliae* که

از بوته‌های خیار از گلخانه‌های منطقه‌ی ورامین جداسازی شده بود از کلکسیون مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور و سرکه‌ی چوب نیز از موسسه‌ی مذکور تهیه گردید. فرآورده‌ی سرکه‌ی چوب از چوب مرکبات تهیه شده و pH آن ۳/۴ و قسمت عمده‌ی مواد آن شامل اسید استیک، متانول، استن، فنل و تار بود. این ماده ابتدا با استفاده از کاغذ واتمن شماره یک صاف شده و سپس از طریق عبور دادن از فیلتر میکروپور (۰/۲۲ میکرومتر) سترون شد.

##### بررسی تأثیر مواد غیرفرار سرکه‌ی چوب بر رشد

رویشی *V. dahliae*: مقادیر مختلف سرکه‌ی چوب به ظروف مک کارتنی حاوی ۲۰ میلی‌لیتر PDA اضافه گردید تا غلظت‌های مختلف ۰/۰۲۵، ۰/۰۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۳۷، ۰/۷۵ درصد حاصل شود (در ظروف پتری شاهد آب مقطر سترون اضافه گردید). از کشت چهار روزه‌ی جدایه‌ی *V. dahliae* در محیط PDA، دیسک‌های فعال و جوان به قطر ۳ میلی‌متر برداشته و در مرکز ظروف پتری حاوی غلظت‌های فوق قرار داده شد. کلیه کشت‌ها در دمای  $22 \pm 2$  درجه‌ی سلسیوس تا ۱۰ روز نگهداری و میزان رشد پرگنه‌ی قارچ هر روز

(Benhamou and Blanger, 1998). آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۱ تیمار و ۵ تکرار انجام گرفت. سه غلظت از سرکه‌ی چوب شامل ۰/۱۲۵٪، ۰/۲۵٪ و ۰/۵٪ که اثرات بازدارندگی معنی‌داری در شرایط آزمایشگاه داشتند، انتخاب و یک روز بعد از نشاء کاری (۳۰ میلی‌لیتر به ازای هر نشاء) و به فواصل هر دو هفته یکبار (۷۰ میلی‌لیتر به ازای هر نشاء) به خاک گلدان‌ها اضافه شد. گلدان‌ها در دمای ۲۵±۳ درجه‌ی سلسیوس در گلخانه نگه‌داری و هر دو روز یکبار از نظر بروز علائم بیماری مورد بررسی قرار گرفتند. ارزیابی اثر تیمارهای آزمایش در کاهش خسارت از طریق تعیین درصد آلودگی و شدت بیماری، زمانی که آلودگی تیمار شاهد به ۶۰ درصد رسید، انجام شد. شاخص شدت بیماری (Diseases Severity Index: DSI) بر اساس الگوی Wang et al. (2006) تعیین گردید. بر این اساس عدد ۰ = (گیاه سالم)، ۱ = (کمتر از ۲۵٪ گیاه پژمرده و ساقه قهوه‌ای شده)، ۲ = (۲۵ تا ۵۰ درصد گیاه پژمرده و قسمت کمی از ساقه قهوه‌ای شده)، ۳ = (۵۰ تا ۷۵ درصد از گیاه پژمرده و قهوه‌ای شدن پیشرفته ساقه)، ۴ = (۱۰۰-۷۵٪ گیاه پژمرده و قهوه‌ای شدن کامل ساقه) است. به منظور تعیین تأثیر سرکه‌ی چوب و ورمی کمپوست روی شاخص‌های رشدی بوته‌های خیار، وزن تر و خشک ریشه‌ها و تاج بوته‌ها نیز اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شده و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۰/۵٪ با یکدیگر مقایسه شدند.

### نتیجه و بحث

در مقایسه‌ی میانگین رشد پرگنه‌ی قارچ در غلظت‌های مختلف سرکه‌ی چوب (تأثیر متابولیت‌های غیر فرار)، غلظت‌های ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۳۷، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد حجمی سرکه‌ی چوب، به طور معنی‌داری مانع رشد *V. dahliae* گردید (جدول ۱). غلظت‌های ۰/۰۵ و ۰/۲۵ درصد هم باعث قارچ ایستایی شد، ولی این تفاوت از نظر

آماري معنی‌دار نبود. نتایج نشان داد که تأثیر متابولیت‌های فرار سرکه‌ی چوب روی میزان رشد پرگنه‌ی قارچ معنی‌دار بود (جدول ۲) و رابطه‌ی مستقیمی بین افزایش غلظت سرکه‌ی چوب و کاهش رشد پرگنه‌ی قارچ وجود داشت. در غلظت ۰/۲۵٪ میانگین اختلاف رشد قارچ با شاهد در سطح ۰/۵٪ معنی‌دار بود، ولی با افزایش غلظت بر میزان قارچ ایستایی افزوده شد، به طوری که در غلظت ۰/۷۵٪ نسبت به ۰/۲۵٪ به میزان ۴۲٪ قارچ ایستایی آن افزایش یافت. همچنین مقایسه‌ی میانگین‌ها برای غلظت‌های ۰/۰۲۵، ۰/۰۵ و ۰/۱۲۵ درصد، نشان داد که بین تیمارها، اختلاف معنی‌داری با شاهد وجود ندارد.

خاصیت ضد قارچی سرکه‌ی چوب روی بیمارگرهای مختلف به اثبات رسیده است (Kadota and Niimi, 2004; Qiazhi et al. 2009). همچنین Baimark et al. (2008) در مورد اثرات ضد قارچی سرکه‌ی چوب به نتایج مشابهی رسیدند و نشان دادند که سرکه‌ی چوب موجب کاهش معنی‌دار رشد *Penicillium griseofulvum* در محیط کشت PDA می‌شود.

Baimark et al. (2008) دلیل به وجود آمدن خصوصیات ضد قارچی سرکه‌ی چوب را، وجود برهمکنش بین اسید استیک و ترکیبات فنلی موجود در آن عنوان می‌نمایند. در حالی که یاتاگای اثرات ضد قارچی سرکه‌ی چوب را به ترکیبات فنلی و کریوزول<sup>۱</sup> نسبت داده است (Yatagai et al. 2002). بررسی‌های ما در گلخانه نشان داد که غلظت‌های ۰/۱۲۵، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد حجمی سرکه‌ی چوب، باعث کنترل پژمردگی ورتیسلیومی شدند. غلظت‌های فوق به تنهایی باعث کاهش قابل توجه شدت بیماری شدند. این غلظت‌ها در کاربرد توام با ورمی کمپوست، علاوه بر ممانعت از بروز بیماری در بوته‌های مایه زنی شده خیار، باعث افزایش شاخص‌های رشدی گیاه نیز شد، هر چند که این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. بیشترین میزان شاخص‌های رشدی مربوط به تیمار فاقد *V. dahliae* بود که به آن هر دو سرکه‌ی چوب و ورمی کمپوست اضافه شده بود (جدول ۳).

جدول ۱- مقایسه‌ی اثر غلظت‌های مختلف سرکه‌ی چوب بر رشد پرگنه‌ی قارچ *V. dahliae*Table 1. Mean comparison of wood vinegar concentrations on mycelial growth of *V. dahliae*

غلظت‌های مختلف سرکه‌ی چوب (%) Concentration of wood vinegar (%)	میانگین رشد پرگنه (میلی متر) Mean of colony diameter (mm)	بازدارندگی رشد قارچ (%) Anti-fungal activity (%)
0	26	-
0.025	23	11 <sup>b</sup>
0.05	19	27 <sup>b</sup>
0.125	0	100 <sup>a</sup>
0.25	0	100 <sup>a</sup>
0.37	0	100 <sup>a</sup>
0.5	0	100 <sup>a</sup>
0.75	0	100 <sup>a</sup>

Coefficient of variation (c.v) = 8.5%

میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک می‌باشند، تفاوتشان در سطح ۵ درصد در آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنی‌دار نیست.

Means with similar letter are not significantly different at 5% level (Duncan's multiple-range test).

جدول ۲- مقایسه‌ی اثر متابولیت‌های فرار سرکه‌ی چوب بر رشد پرگنه‌ی قارچ *V. dahliae*Table 2. Mean Comparison of the volatile metabolites of wood vinegar on mycelial growth of *V. dahliae*

غلظت‌های مختلف سرکه‌ی چوب (%) Concentration of wood vinegar (%)	میانگین رشد پرگنه (میلی متر) Mean of colony diameter (mm)	بازدارندگی رشد قارچ (%) Anti-fungal activity (%)
0	34	-
0.025	33	3 <sup>c</sup>
0.05	31	9 <sup>c</sup>
0.125	30	12 <sup>c</sup>
0.25	25	26 <sup>b</sup>
0.37	20	41 <sup>ab</sup>
0.5	18	47 <sup>ab</sup>
0.75	11	68 <sup>a</sup>

Coefficient of variation (c.v) = 7.5%

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، تفاوتشان در سطح ۵ درصد در آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنی‌دار نیست.

Means with similar letter are not significantly different at 5% level (Duncan's multiple-range test).

جدول ۳- جدول آنووا برای تجزیه‌ی واریانس فاکتورهای رشدی خیار تیمار شده با قارچ *V. dahliae*، سرکه‌ی چوب و ورمی کمپوست در شرایط گلخانه

**Table 3.** The Anova table for analysis of variance for growth factors of cucumber plant treated with *V. dahliae*, wood vinegar and vermicompost in greenhouse conditions

Pr>F	F ارزش	دامنه اطمینان Coefficient of variation	میانگین مربعات Mean of squares	درجه آزادی Degree of freedom	متغیر Source of variation
0.34	1.17	6	0.12	10	Shoot Height ارتفاع گیاه
0.017	2.52*	18	1.16	10	Root Height طول ریشه
0.001	3.55**	13	0.15	10	Root wet weight وزن تر ریشه
0.019	2.48*	23	0.93	10	Shoot wet weight وزن تر تاج
0.050	2.08*	1	0.0002	10	Root dry weight وزن خشک ریشه
0.037	2.20*	6	0.013	10	Shoot dry weight وزن خشک تاج
0.000	4.35**	31	0.66	10	Disease severity شدت بیماری

\*\* significant at 1% level

جدول ۴- مقایسه میانگین ارتفاع (سانتی متر)، وزن تر و وزن خشک ریشه و اندام هوایی (گرم) و شدت بیماری (درصد)

خیار تیمار شده با سرکه‌ی چوب و ورمی کمپوست تحت شرایط گلخانه

**Table 4.** Mean comparison of diseases severity index (%), height (cm), wet and dry weight of root and canopy of cucumber (g) treated with wood vinegar and vermicompost in greenhouse conditions

شدت بیماری Diseases severity	وزن خشک تاج Shoot dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر تاج Shoot wet weight	وزن تر ریشه Root wet weight	طول ریشه Root Height	ارتفاع تاج Shoot Height	تیمار Treatment
0 <sup>d</sup>	0.600 <sup>a</sup>	0.066 <sup>a</sup>	8.900 <sup>a</sup>	2.300 <sup>a</sup>	18.200 <sup>a</sup>	24.600 <sup>ab</sup>	Non inoculated plants + 0.25% wood vinegar + vermicompost شاهد سالم + ۰/۲۵٪ سرکه چوب + ورمی کمپوست
0 <sup>d</sup>	0.500 <sup>ab</sup>	0.047 <sup>ab</sup>	7.900 <sup>a</sup>	2.060 <sup>ab</sup>	15.800 <sup>ab</sup>	24.400 <sup>ab</sup>	Non inoculated plants+0.25%wood vinegart شاهد سالم + ۰/۲۵٪ سرکه چوب
0 <sup>d</sup>	0.460 <sup>ab</sup>	0.050 <sup>ab</sup>	7.600 <sup>a</sup>	1.800 <sup>ab</sup>	13.000 <sup>ab</sup>	26.250 <sup>ab</sup>	Non inoculated plants + vermicompost شاهد سالم + ورمی کمپوست
0 <sup>d</sup>	0.350 <sup>abc</sup>	0.045 <sup>ab</sup>	5.750 <sup>abc</sup>	1.020 <sup>abc</sup>	15.750 <sup>ab</sup>	24.000 <sup>ab</sup>	Non inoculated plants (Ctrl-) شاهد سالم
0 <sup>d</sup>	0.500 <sup>ab</sup>	0.050 <sup>ab</sup>	7.320 <sup>ab</sup>	1.820 <sup>ab</sup>	15.000 <sup>ab</sup>	23.200 <sup>b</sup>	inoculated plants + 0.125% wood vinegar + vermicompost بیمارگر + ۰/۱۲۵٪ سرکه چوب + ورمی کمپوست
0 <sup>d</sup>	0.460 <sup>ab</sup>	0.056 <sup>ab</sup>	7.000 <sup>ab</sup>	1.340 <sup>abc</sup>	15.200 <sup>ab</sup>	29.500 <sup>a</sup>	inoculated plants + 0.25%wood vinegar + vermicompost بیمارگر + ۰/۲۵٪ سرکه چوب + ورمی کمپوست
0 <sup>d</sup>	0.460 <sup>ab</sup>	0.052 <sup>ab</sup>	7.900 <sup>a</sup>	1.660 <sup>ab</sup>	13.400 <sup>ab</sup>	25.200 <sup>ab</sup>	inoculated plants + 0.5% wood vinegar + vermicompost بیمارگر + ۰/۵٪ سرکه چوب + ورمی کمپوست
4 <sup>d</sup>	0.320 <sup>abc</sup>	0.048 <sup>ab</sup>	5.800 <sup>abc</sup>	1.180 <sup>bc</sup>	11.600 <sup>bc</sup>	23.600 <sup>b</sup>	inoculated plants + 0.125% wood vinegar بیمارگر + ۰/۱۲۵٪ سرکه چوب
24 <sup>c</sup>	0.300 <sup>bc</sup>	0.045 <sup>ab</sup>	5.700 <sup>abc</sup>	1.220 <sup>bc</sup>	14.400 <sup>ab</sup>	25.500 <sup>ab</sup>	inoculated plants+0.25%wood vinegar بیمارگر + ۰/۲۵٪ سرکه چوب
40 <sup>b</sup>	0.175 <sup>c</sup>	0.032 <sup>bc</sup>	3.800 <sup>bc</sup>	0.800 <sup>c</sup>	9.600 <sup>bc</sup>	26.333 <sup>ab</sup>	inoculated plants+0.5%wood vinegar بیمارگر + ۰/۵٪ سرکه چوب
76 <sup>a</sup>	0.260 <sup>bc</sup>	0.014 <sup>c</sup>	2.800 <sup>c</sup>	0.600 <sup>c</sup>	7.000 <sup>c</sup>	25.000 <sup>ab</sup>	inoculated plants (Ctrl+) شاهد بیمارگر

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند تفاوتشان در سطح ۵ درصد در آزمون چند دامنه ای دانکن معنی دار نیست.

Means followed by similar letter are not significantly different at 5% level (Duncan's multiple-range test).

به ترکیبات متانول و فرفورال<sup>۲</sup> موجود در آن نسبت می‌دهند (Nurhayati et al. 2005). پژوهش‌های کادوتا در سال ۲۰۰۲ این مطلب را تأیید نموده است. وی نشان داده است که اضافه نمودن سرکه‌ی چوب به درخت گلابی ژاپنی باعث افزایش معنی‌دار میزان ریشه‌دهی گیاه نسبت به شاهد شده است (Kadota et al. 2002). (Yashimoto (1994) نیز یکی دیگر از اثرات مثبت و عملکردهای سرکه‌ی چوب را، تحریک ریشه‌دهی بیشتر و طولیل شدن ریشه گیاه عنوان نموده است.

ورمی کمپوست دارای خاصیت بازدارندگی از رشد بیمارگرها می‌باشد. طی مطالعات مختلفی اثرات بازدارندگی ورمی کمپوست روی بیمارگرهای خاکزاد متعددی از جمله *V. dahliae* به اثبات رسیده است (Edwards et al. 2004). در بررسی دیگری نشان داده شده است که استفاده از ورمی کمپوست به میزان ۵ تا ۱۰ تن در هکتار، باعث کنترل عامل پژمردگی ورتیسیلیومی توت فرنگی گردیده است (Chaoui et al. 2002). به نظر می‌رسد که ورمی کمپوست به علت وجود یک یا چند میکروارگانیسم متعارض بیمارگر دارای خاصیت بازدارندگی می‌باشد. این میکروارگانیسم‌های متعارض یا ناهمساز به طرق مختلف (از قبیل تولید آنتی‌بیوتیک، تولید آنزیم‌های تجزیه کننده، رقابت برای غذا، یا مستقیماً از طریق پارازیته کردن عامل بیماریزا) به بیمارگر اجازه تولید جمعیت کافی برای ایجاد بیماری حاد را نمی‌دهند (Agris, 2005).

نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر نیز گواه بر اثرات مثبت ورمی کمپوست در افزایش شاخص‌های رشدی گیاه بود. این نتایج مشابه نتیجه‌ای بود که Canellas et al. (2000) از تأثیر ورمی کمپوست بر افزایش توسعه و حجم ریشه در ذرت گرفتند. آن‌ها این اثر را به وجود ترکیبات اکسین موجود در هوموس ورمی کمپوست نسبت دادند. از سال‌ها پیش دانشمندان متوجه این نکته شده بودند که ورمی کمپوست اثرات مفیدی بر حاصلخیزی خاک دارد (Edwards, 1998). ورمی کمپوست به دلیل غنی بودن از مواد آلی پایدار و مواد هوموسی و نسبت

تجزیه و آریانس داده‌ها نشان داد که هر سه غلظت سرکه‌ی چوب در مقایسه با شاهد آلوده به طور معنی داری باعث کاهش شدت بیماری در بوته‌های خیار شدند. افزایش غلظت سرکه‌ی چوب با کاهش شدت بیماری رابطه معکوس داشت. شدت بیماری در غلظت ۰/۱۲۵ سرکه‌ی چوب به میزان ۰/۴٪ و در غلظت ۰/۰۵٪، ۰/۴۰٪ محاسبه گردید (جدول ۴). محققین مختلف نشان داده‌اند که به مرور زمان pH خاک در مجاورت ریشه کاهش می‌یابد و این کاهش موجب تغییراتی در روابط بین گیاه و خاک می‌گردد (Hassanzadeh, 1992). pH مناسب برای خیار گلخانه‌ای ۶ الی ۶/۵ می‌باشد (Tavallaei, 2004). افزودن سرکه‌ی چوب که pH آن اسیدی است، موجب اسیدی شدن خاک می‌گردد. در چنین حالتی بدیهی است که با افزایش غلظت سرکه‌ی چوب، pH خاک نیز بیشتر کاهش می‌یابد. از طرف دیگر نشان داده شده است که تغییرات اسیدیته خاک، در صورتیکه در حد قابل تحمل برای گیاه باشد، در توسعه یا جلوگیری از برخی بیماری‌ها نقش دارد. به طور مثال مشخص شده است که با افزایش اسیدیته خاک می‌توان از بروز بیماری‌های ناشی از *Sclerotium rolfsii* جلوگیری نمود. به همین ترتیب کاهش اسیدیته خاک موجب توقف و بازدارندگی بیماری‌هایی چون اسکب عمومی سیب زمینی، پژمردگی ورتیسیلیومی و پژمردگی‌های فوزاریومی و پوسیدگی ریشه (*Phymatotrichum omnivorum*) در پنبه شده است (Hassanzadeh, 1992). همچنین در رابطه با تأثیر pH بر رشد قارچ‌ها Hendrix و Kuhlman دریافتند که در pH=۵، میزان رشد پرگنه‌های *Phytophthora cinnamomi* ده مرتبه بیشتر از pH برابر ۴ و دو مرتبه بیشتر از pH=۵/۵ بوده است (Hendrix and Kuhlman, 1965). علاوه بر عامل pH، Yashimoto (1994) در بررسی‌های خود در مورد نحوه عملکرد سرکه‌ی چوب، ثابت نمود که مواد موجود در این ترکیب، مانند هورمون‌ها عمل کرده و در غلظت کم تأثیر مثبتی را بر خاک و عامل بیمارگر می‌گذارند. اولین تأثیر مثبت سرکه‌ی چوب را می‌توان در افزایش رشد گیاهان دید که این ویژگی را معمولاً

کنترل بیشتر بیماری گردید.

### سپاسگزاری

نگارندگان مراتب قدردانی خود را از جناب آقای دکتر مهران غزوی رییس محترم بخش تحقیقات حشره شناسی کشاورزی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور به لحاظ همکاری‌های بی‌دریغشان، ابراز می‌دارند.

### References

- AGRIOS, G. N. 2005. Plant Pathology. 5<sup>th</sup> ed. Elsevier Academic Press. Vol. 2. 678 pp.
- BAIMARK, Y., J. THREEPROM and N. DUMRONGCHAI, 2008. Utilization of wood vinegars as sustainable coagulating and antifungal agents in the production of natural rubber sheets. Journal of Environmental Science and Technology. 1(4): 157-163.
- BENHAMOU, N and R. R. BLANGER, 1998. Benzothiadiazole-Mediated induced resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in tomato. Plant Physiology. 118: 1203-1212.
- CANELLAS, L. P., F. L. OLIVARES, A. L. OKOROKOVA and A. R. FACANHA, 2000. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase activity in maize roots. International Journal of Plant Physiology. 130: 1951-1957.
- CHAOUI, H., C. A. EDWARDS, A. BRICKNER, S. LEE and N. Q. ARANCON, 2002. Suppression of the plant parasitic diseases, *pythium* (damping-off), *Rhizoctonia* (root rot) and *Verticillium* (wilt) by vermicomposts. Proceedings of Brighton Crop Protection Conference-Pests and Diseases. 8b-3: 711-716.
- DOUBE, M. B., P. M. STEPHEN, H. DAVOREN and M. RYDER, 1994. Interaction between earthworms, beneficial soil micro-organisms and root pathogens. Soil Ecology Journal. 1: 3-10.
- EDWARDS, C. A. 1998. Earthworm ecology. CRC Press, Boca Raton, FL. 389 pp.
- EDWARDS, C. A., J. DOMINGUEZ and N. Q. ARANCON, 2004. The influence of vermicomposts on plant growth and pest incidence. In: Soil Zoology for Sustainable Development in the 21<sup>st</sup> century, (eds.) Shakir, S. H and W. Z. A. Mikhail., pp. 397- 420, Cairo.
- FAWCETT, C. H. and D. M. SPENCER, 1970. Plant chemotherapy with natural products. Annual Review of Phytopathology. 8: 403-418.
- GOLDSTEIN, J. 1998. Compost suppresses disease in the lab and on the fields. Biocycle. 39: 62-65.
- GUITI, A. 2010. Compost, sustainable soil and water management and environmental remediation. 1<sup>th</sup> ed. University of Tehran Press. 427pp.
- HASSANZADEH, H. 1992. 1<sup>th</sup> ed. Biocontrol of soil borne plant pathogens. Plant Pests and Diseases Research Institute. 156 pp.
- HENDRIX, F. F. and E. G. KUHLMAN, 1965. Factors affecting direct recovery of *Phytophthora cinnamomi* from soil. Phytopathology. 55: 1183-1187.
- HOITINK, H. A. J., A. G. STONE and D. Y. HAN, 1997. Suppression of plant diseases by composts. Horticultural Science. 32: 184-87.
- JALALI, S. and A. R. AHMADI, 2002. Isolation of *Verticillium dahliae* from cucumber plants in Esfahan greenhouses. 15<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress. 108p.
- JUNG, K. H. 2007. Growth inhibition effect of pyroligneous acid on pathogenic fungus, *Alternaria mali*, the agent of alternaria blotch of apple. Biotechnology and

کربن به نیتروژن پایین، سبب افزایش رشد گیاهان می‌شود و از طرف دیگر بدلیل آزاد شدن تدریجی مواد آلی موجود در آن از خطر آبخوبی در امان بوده و دوره‌ی تغذیه‌ی گیاه را به طور کامل پوشش می‌دهد (Guiti, 2010). استنتاج کلی از نتایج این تحقیق این است که کاربرد سرکه‌ی چوب موجب کاهش معنی‌دار بیماری و افزایش شاخص‌های رشدی گیاه شد. کاربرد توام ورمی کمپوست به همراه سرکه‌ی چوب موجب ارتقاء این اثرات شده و با مناسب نمودن بستر خاک به نفع گیاه، موجب



- Bioprocess Engineering. 12: 318-322.
- KADOTA, M. and Y. NIIMI, 2004. Effects of charcoal with pyroligneous acid and barnyard manure on bedding plants. *Scientia Horticulturae*. 101(3): 327-332.
- KADOTA, M., T. HIRANO, K. IMIZU and Y. NIIMI, 2002. Pyroligneous acid improves in vitro rooting of Japanese pear cultivars. *Horticultural Science*. 37(1): 194-195.
- LIGOXIGAKIS, E. K., D. J. VAKALOUNAKIS and C. C. THANASSOULOPOULOS, 2002. Hosts Range of *Verticillium dahliae* in cultivated species in crete. *Phytoparasitica*. 2: 141-146.
- NURHAYATI, T., H. ROLIADI and N. BERMAWIE, 2005. Production of Mangium (*Acacia mangium*) Wood vinegar and its utilization. *Journal of Forestry Research*. Vol 2(1): 13 – 25.
- QIAOZHI, M., Z. ZHONG and M. XIHAN, 2009. Preparation, toxicity and components analysis of apricot branch wood vinegar. *Journal of Northwest A & F University-Natural Science*. 10: 91-96.
- RUDOLPH, B. A. 1931. *Verticillium hardomycosis*. *Hillgardia*. 5: 201-361.
- SARPELEH, A., D. SHAHRIARI, R. RAFEZI and A. SONBOLKAR, 2002. Incidence of *Verticillium* wilt of cucumber in Varamin greenhouses and evaluation of cultivars resistance against it. 15<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress. 35p.
- SARPELEH, A., K. SHARIFI and A. SONBOLKAR, 2009. Evidence of antifungal activity of wild rue (*Peganum harmala* L.) on phytopathogenic fungi. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 116(5): 208-213.
- SINGH, U. P., S. MAURYA and D. P. SINGH, 2003. Antifungal activity and induced resistance in pea by aqueous extract of vermicompost and for control of powdery mildew of pea and balsam. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 110 (6): 544-553.
- TAVALLAEI, M. 2004. 2<sup>th</sup> ed. Culture of cucumber, tomato in the green house. Publication Office of Agricultural Education. 106 p.
- VELMURUGAN, N., S. S. CHUN, S. S. HAN and Y. S. LEE, 2009. Characterization of Chikusaku-eki and Mokusaku-eki and its inhibitory effect on sap staining fungal growth in laboratory scale. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 6(1) : 13-22.
- VELMURUGAN, N., S. S. HAN and Y. S. LEE, 2008. Antifungal activity of neutralized wood vinegar with water extracts of *Pinus densiflora* and *Quercus serrata* saw dusts. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 3(2):167-176.
- WANG, R. H., B. L. ZHOU, Q. F. ZHANG, H. LIAN and Y. W. FU, 2006. Effects of vanillin and cinnamic acid in root exudates of eggplants on *Verticillium dahliae*. *Acta Ecologica Sinica*. 26: 3152-3155.
- YASHIMOTO, T. 1994. Toward Enhanced and Sustainable Agricultural Productivity in the 2000's. *Breeding Research and Biotechnology Proceedings of The 7<sup>th</sup> International Congress of the Society for the Advancement of Breeding Researches in Asia and Oceania (SABRAO)*. pp. 811-820.
- YATAGAI, M., M. NISHIMOTO, K. HORI, T. OHIRA and A. SHIBATA, 2002. Termiticidal activity of wood vinegar, its components and their homologues. *Journal of Wood Science*. 48: 338-342.
- ZHANG, D., Y. YANG, L. A. CASTLEBURY and C. E. CERNIGLIA, 1996. A method for the large scale isolation of high transformation efficiency fungal genomic DNA. *FEMS Microbiology Letters*. 145: 216-265.

