مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۰ شماره ۲ صفحه‌های ۲۱۱ تا ۲۲۶ (۱۳۹۸)

اثر سرکه چوب غنی‌شده ارگانیک بر رشد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در بستر کشت خاکی و بدون خاک[1]

Effect of Organic Fortified Wood Vinegar on Greenhouse Tomato Growth in Soil and Soilless Media

مریم حقیقی* و معین سورانی[2]

چکیده

پژوهش حاضر در گلخانه‌های پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان روی گیاه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* cv. Chef) به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با شش تیمار شامل: کود کامل ۲۰:۲۰:۲۰، محلول غذایی جانسون، محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب، عنصرهای غذایی کم‌مصرف و پرمصرف جانسون به‌همراه سرکه چوب، عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب و عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب، در دو بستر کشت غیرخاکی (کوکوپیت- پرلایت با نسبت ۱ به ۱) و خاکی، با چهار تکرار انجام شد. نتیجه‌ها نشان دادند که مقاومت روزنه‌ای و تعرق در محلول غذایی جانسون بیشترین مقدار و فتوسنتز در عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف جانسون به‌همراه سرکه چوب افزایش داشت. مقدار شاخص سبزینگی در محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب و عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف جانسون به‌همراه سرکه چوب بیشترین مقدار بود. طول بوته در تیمار کود کامل، محلول غذایی جانسون، محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب و عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف جانسون به‌همراه سرکه چوب در محیط کوکوپیت تغییر معنی‌داری نداشت و در عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب و عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب کاهش یافت و در همه تیمارها در محیط خاکی کمتر بود. حجم ریشه و وزن تر ریشه در تیمار کود کامل، محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب، عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف جانسون به‌همراه سرکه چوب و عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب در محیط کوکوپیت بیشترین و وزن خشک‌ریشه در تیمار کود کامل، محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب، عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف جانسون به‌همراه سرکه چوب و عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب در محیط کوکوپیت بیشترین مقدار را داشت. عملکرد بوته در تیمار محلول غذایی جانسون، محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب و عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب در محیط کشت بدون خاک بیشترین مقدار و در همه محیط‌های خاکی کمترین مقدار را داشت.

واژه‌های کلیدی: تغییرهای فتوسنتزی، کود آلی، کشت ارگانیک، محلول جانسون.

مقدمه

ماده‌های ارگانیک به‌دلیل عوارض جانبی کمتر نسبت به ماده‌های شیمیایی، برای استفاده در تولید محصول‌های کشاورزی روز به روز بیشتر موردتوجه قرار می‌گیرند. سرکه چوب[3] یک مایع قهوه‌ای متمایل به قرمز است که از جمع‌آوری گاز حاصل از سوختن چوب در شرایط بی‌هوازی به‌دست می‌آید (۱۲) و می‌تواند به‌عنوان ماده‌ای صد در صد ارگانیک، جایگزین مناسبی برای

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۱۰

۲- به‌ترتیب دانشیار و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان ، اصفهان، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (mhaghighi@iut.ac.ir).

۳- Wood vinegar

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

بخشی از ماده‌های شیمیایی مورد استفاده در صنعت کشاورزی باشد. در حال حاضر حدود ۶۰۰۰ تا ۷۰۰۰ مترمکعب سرکه چوب در جهان به‌صورت سالانه تولید و مصرف می‌شود (۳).

از عمده‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده سرکه چوب می‌توان به الکل‌ها (متانول و بوتانول)، اسیدها (استیک، فرمیک، پروپیونیک، والریک)، فرمالدئید، استون، فرفورال، فنول، کربوزول، متیل آمیدین و پیریدین اشاره کرد (۱۵). در سال‌های اخیر، این محصول با توجه به نوآوری و ارزان بودن هزینه تولید، مورد توجه بسیاری قرارگرفته است. این ماده، افزون بر افزایش رشد رویشی و زایشی در گیاهان مختلف، باعث کنترل بیماری‌ها و آفت‌های گوناگون نیز شده است (۱۹). هم‌چنین این ماده دارای ویژگی ضد قارچی و ویژگی آنتی‌اکسیدانی می‌باشد و به‌راحتی قابل‌تولید بوده و ثابت‌شده است که بدون اثرهای مخرب زیست‌محیطی و نامطلوب روی موجودهای زنده و محیط می‌باشد (۱۵). در پژوهش‌های پیشین بیشتر به تأثیر سرکه چوب برای مبارزه با آفت‌ها و بیماری‌ها پرداخته شده است و اثر آن روی کاهش رشد قارچ‌های بیمارزا مانند فوزاریوم[1] رایزوکتونیا[2] و پیتیوم[3] به اثبات رسیده است (۸). در پژوهشی، اثرهای ضد قارچی سرکه چوب حاصل از درخت سرو ژاپنی، بر سه جنس قارچ شامل *Fusarium oxysporum*، *Pythium splendens* و *Phytophthora capsici* نشان داده است (۶). با توجه به شواهد موجود به نظر می‌رسد سرکه چوب روی دامنه وسیعی از بیماری‌زاهای قارچی اثر کنترل‌کنندگی داشته باشد. باوجود پژوهش‌های مختلف در مورد اثرهای ضد قارچی سرکه چوب، همچنان پژوهش‌های اندکی در مورد تأثیر این ماده بر رشد گیاه صورت گرفته است. گزارش‌های محدودی در مورد اثر این ماده بر رشد گیاهان زراعی وجود دارد. یکی از گزارش‌ها از اثر این ماده بر سبزی‌ها توسط Uddin و همکاران (۱۶) ارائه شد که بیان نمودند به‌کارگیری سرکه چوب و زغال در گیاه نیشکر تابستانه باعث افزایش طول و تعداد ساقه، مقدار وزن ماده خشک، مقدار قند و گسترش ریشه می‌شود. هم‌چنین با کاربرد سرکه چوب و زغال مقدار محصول نسبت به شاهد بسیار افزایش یافت به‌طوری‌که این مقدار ۱۳ تا ۲۴٪ بیان گردید و مقدار قند نیز نسبت به شاهد ۱۴ تا ۲۰٪ افزایش داشت. هم‌چنین، تعداد ساقه‌های نیشکر ۱۹ تا ۳۱٪ رشد را نشان دادند. در بررسی دیگر روی نیشکر بهاره، Ishimine و همکاران (۷) دریافتند که تولید ماده خشک، رشد ریشه، عملکرد، تعداد ساقه، طول ساقه، قطر ساقه و قند محلول در ساقه با کاربرد آمیخته‌ای از سرکه چوب و زغال افزایش یافت. سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، مقدار نفوذ ریشه نیز برتری محسوسی را نسبت به شاهد نشان داده است.

با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته به نظر می‌رسد همچنان نیاز به پژوهش‌های بیشتری در مورد اثر سرکه چوب بر رشد و فیزیولوژی گیاهان است و با توجه به پژوهش‌های قبلی پژوهشگران با غنی‌سازی این کود می‌توان به‌عنوان کودی با اثرهای شیمیایی کمتر و تأثیرگذاری بیشتر مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین هدف این پژوهش غنی‌سازی سرکه چوب و بررسی اثر آن بر رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیکی گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش روی گیاه گوجه‌فرنگی رقم شف[4] به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با تیمار کود کامل ۲۰:۲۰:۲۰ (Complete:Co.)، محلول غذایی جانسون (Johnson nutrient solution:Ja) و با توجه به آزمایش‌های قبلی نگارندگان روی سرکه چوب به روش تولیدی ثبت اختراع شرکت معین زیست آریا تهیه شد. تیمارها شامل محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب (WVj) (Wood vinegar + Johnson)، عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف محلول جانسون به‌همراه سرکه چوب (WVc) (Micronutrient and Macronutirnt and wood vinegar) ، عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب (WVma) (Macronutirnt and wood vinegar) و عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب (WVmi) (Micronutrient and wood vinegar) بود و آزمایش در دو بستر کشت کوکوپیت-پرلایت و خاک با چهار تکرار در بهار ۱۳۹۵در گلخانه‌های پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد. ماده سرکه چوب کاج از شرکت معین زیست آریا تهیه شد که غلظت تعدادی از عنصرهای غذایی آن نشان داده شده است. غلظت تعدادی از عنصرهای غذایی در سرکه چوب کاج (میلی‌گرم در لیتر) نیتروژن ۹۵۳/۲، فسفر صفر، پتاسیم ۲/۳، منیزیم ۳/۱۸، آهن ۲/۸۳ و کلسیم ۴۳/۱ بود.

۱- *Fusarium oxysporum* ۲- *Rhizoctonia solani* ۳- *Pythium splendens* ۴- *Solanum lycopersicum* cv. Chef

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

بدین منظور بذرهای گوجه‌فرنگی رقم شف در سینی نشا حاوی بستر پیت و پرلایت کشت و مراقبت‌های لازم برای رشد انجام شد. سه هفته پس از کشت، نشاها به گلدان‌های ۱۰ لیتری حاوی بستر کشت غیرخاکی (کوکوپیت-پرلایت با نسبت حجمی یک به یک) و خاکی با نسبت حجمی (دو ماسه و یک خاک) منتقل شدند. یک هفته پس از انتقال نشاها در بهار (مرحله چهار برگی) محلول‌دهی با غلظت‌های انتخاب‌شده آغاز و تا ۷۵ روز بعد، با فاصله زمانی هرروز یک‌بار ادامه یافت. سپس شاخص‌های رشدی و فتوسنتزی زیر در گیاهان اندازه‌گیری شد.

ویژگی‌های رشدی

تعداد گل، برگ و گره در هر بوته شمارش گردید. در پایان آزمایش گیاهان برداشت و با استفاده از آب مقطر به‌طورکامل شسته شدند. قسمت هوایی از ریشه‌ها جدا و هرکدام به کمک ترازوی دیجیتال توزین گردید. سپس هر قسمت بخش هوایی و ریشه به صورت جداگانه درون پاکت‌های کاغذی و طی دو روز در دمای ۷۰ درجه سلسیوس آون خشک و با ترازوی دیجیتال وزن شدند. قطر ساقه هم با کمک کولیس (Mitutoyo Corp, Japan) محاسبه شد. حجم ریشه با اختلاف حجم ایجاد شده پس از قرار دادن ریشه در حجم مشخصی از آب با دقت ۰/۱ میلی‌لیتر محاسبه شد (۲).

شاخص‌های فتوسنتزی

شاخص سبزینگی برگ توسط دستگاه کلروفیل‌سنج (SPAD) (مدل ۵۰۲ ساخت شرکت مینولتا، ژاپن) اندازه‌گیری شد. از دستگاه پرتابل سنجش فتوسنتز (مدل LI, 6100 ساخت شرکت لای کور، ایالات‌متحده آمریکا) برای اندازه‌گیری مقدار فتوسنتز در واحد سطح برگ، مقاومت روزنه‌ای، مقدار تعرق و غلظت CO_2 درون روزنه‌ای استفاده شد. بدین منظور برگ‌های میانی به‌طورکامل توسعه‌یافته با سه تکرار برای اندازه‌گیری ویژگی‌های مورد نظر انتخاب گردید. تمامی اندازه‌گیری‌ها در ساعت ۱۱ صبح ثبت گردید (۱، ۵). هدایت مزوفیلی از تقسیم کردن فتوسنتز به غلظت CO_2 درون روزنه‌ای به‌دست آمد (۵). به‌منظور تعیین کارایی مصرف آب فتوسنتزی مقدار فتوسنتز به هدایت روزنه‌ای تقسیم شد (۱۷).

ویژگی‌های میوه

تعداد گل در طول آزمایش و تعداد میوه در هر بوته در پایان پژوهش شمارش و پس از آن میوه‌های یک بوته برداشت و وزن هر میوه پس از برداشت و وزن مجموع میوه‌های یک بوته به کمک تراوزی دیجیتال اندازه‌گیری شد. قطر میوه‌های یک بوته به وسیله کولیس (Mitutoyo Corp, Japan) اندازه‌گیری و سپس میانگین گرفته شد.

سپس داده‌ها در نرم‌افزار اکسل طبقه‌بندی و با برنامه آماری Statestix 8 آنالیز شدند. مقایسه میانگین داده‌ها به کمک آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد محاسبه شد.

نتایج

وزن تر و خشک و حجم ریشه زیر تأثیر کودهای غنی‌شده تغییر معنی‌داری داشت. وزن تر و خشک ساقه در WVj بیشترین مقدار بود. طول گره و قطر ساقه در WVmi کاهش معنی‌دار داشت و در سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار نبود. تعداد برگ در WVj و WVma بیشترین بود (جدول ۱). بیشترین تعداد گل در WVj و WVc و کمترین تعداد آن در WVmi بود و تعداد میوه در WVj، WVc، WVma و .Ja بیشترین تعداد میوه را داشت اما متوسط وزن میوه در WVmi افزایش معنی داری نشان داد. وزن خشک میوه در WVj، WVc و WVma افزایش داشت. قطر میوه در WVj، WVc، WVma و WVmi بیشتر از .Ja و .Co بود. به‌طورکلی عملکرد در تیمار WVc، WVma و WVmi بیشترین مقدار بود (جدول ۲). مقاومت روزنه‌ای و تعرق در .Ja بیشترین مقدار و فتوسنتز در WVc افزایش داشت. دی‌اکسید کربن داخل روزنه‌ای در .Co بیشترین مقدار بود. مقدار شاخص سبزینگی در WVj و WVc بیشترین مقدار بود (جدول ۳). همه ویژگی‌های وزن خشک و تر ریشه، وزن تر و خشک ساقه، طول بوته و گره، حجم ریشه و قطر ساقه در بستر کوکوپیت بیشتر از خاک بود و تعداد گره تفاوت معنی‌داری نشان نداد. مقدار پتاسیم در .Ja بیشترین مقدار و در دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). در بستر خاکی، وزن خشک میوه، متوسط وزن میوه، وزن کل میوه، تعداد میوه و تعداد کل میوه کاهش یافت و میانگین قطر میوه تفاوت معنی‌داری بین بستر نداشت (جدول ۵). سبزینه و فتوسنتز، مقاومت روزنه‌ای در کوکوپیت بیشتر از خاک بود و دی‌اکسید کربن داخل روزنه و تعرق در خاک بیشتر از کوکوپیت بود (جدول ۶).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

ارتفاع بوته در کود کامل، جانســون، WVj و WVc در محیط کوکوپیت تغییر معنی‌داری نداشــت و در WVma و WVmi کاهش یافت و در همه تیمارها در محیط خاکی کمتر بود. قطر ساقه در .Co، .Ja، WVj، WVc و در محیط کوکوپیت بیشترین مقدار و در همه تیمارها در محیط خاک کاهش معنی‌داری داشــت (شــکل ۱). دی‌اکســید کربن داخل روزنه در همه تیمارهای کودی جز WVc در خاک بیش از کوکوپیت بوده و بیشــترین مقدار در WVj و خاک مشــاهده شــد (شــکل ۲-ب). مقاومت روزنه‌ای در .Ja در هر دو محیط خاک و کوکوپیت بیشــترین مقدار و کمترین در WVj و Co و WVmi در هر دو محیط کشــت خاکی و غیرخاکی بود (شکل ۲). مقدار سبزینه در WVmi در هر دو محیط و WVma و Co و .Ja در محیط خاک کاهش یافت و در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴- الف). مقدار فتوسنتز در WVj و خاک، WVc و کوکوپیت، Ja و کوکوپیت به ترتیب بیشــترین مقدار را داشــت و کمترین مقدار را در Co؛ و کوکوپیت مشــاهده شــد. تعرق در همه تیمارهای کود آلی WVj، WVc، WVma و WVmi و .Ja نسبت به .Co در هر دو محیط کشــت کاهش یافت (شــکل ۳). تعداد گره در شــاخه و تعداد برگ در هر بوته تغییر معنی‌داری نشان ندادند (داده‌های آن نشان داده نشده است). وزن تر و خشک ساقه در WVma، WVj و .Ja در کوکوپیت بیشترین مقدار را داشت و در همه تیمارها جز WVmi در محیط کشت خاک وزن تر و خشک کمتر از کوکوپیت بود و در WVmi تفاوت معنی‌داری بین دو محیط کشت دیده نشد (شکل ۴). حجم ریشه و وزن تر ریشه در .Co، WVj، WVc و WVma در محیط کوکوپیت بیشــترین و وزن خشــک‌ریشــه در .Co، کود WVj، WVc و WVma در محیط کوکوپیت بیشترین مقدار را داشت (شکل ۵). تعداد گل در .Co، .Ja، WVj و WVma در محیط کوکوپیت بیشترین و WVmi در هر دو محیط و WVma و .Co در خاک کمترین مقدار بود (شکل ۶). عملکرد بوته در WVj، جانسون و WVma در محیط کشت بدون خاک بیشترین مقدار و در همه محیط‌های خاکی کمترین مقدار را داشت (شکل ۱۰-الف). متوسط میوه در WVj و WVc در محیط کشت کوکوپیت بیشترین مقدار را داشت (شکل ۷). بیشترین وزن خشک میوه در محلول جانسون WVj و کود ۳ در محیط کوکوپیت بود. بیشــترین قطر میوه در تیمار WVc، WVma، WVj در محیط کشــت بدون خاک دیده شــد (شکل ۸). بیشترین مقدار پتاسیم در .Ja دیده شد و در سایر کودها تفاوت معنی‌داری دیده نشد (شکل ۹). عنصرهای نیتروژن و پتاسیم نیز در همه ویژگی‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت (داده‌ها نشان داده نشده است).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

جدول ۱- اثر محلول‌های کودی مختلف بر شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی.

Table 1. Effect of different fertilizer solutions on growth indices of tomato.

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	طول گره Node length (cm)	تعداد گره Number of Nodes	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	وزن تر شاخساره Fresh weight of shoot (g)	وزن خشک شاخساره Dry weight of shoot (g)	وزن تر ریشه Fresh weight of root (g)	وزن خشک‌ریشه Dry weight of root (g)	حجم ریشه Root volume (cm^3)
کود کامل Co	130.17 a	11.50 a	19 ab	4.66 a	15.83 b	135.33 bc	13 b	39.83 a	3.33 a	31.66b
جانسون Ja	132.17 a	10.16 ab	19.66 a	4.66 a	16.33 ab	159 ab	15 ab	25 c	1.83 c	38.33 a
جانسون+سرکه چوب WVj	135 a	10.50 ab	20.66 a	4.66 a	16.83 ab	154.50 a	15.83 a	34.33 b	2.33 b	30 b
پرمصرف وکم‌مصرف+سرکه چوب WVc	125.50 a	11 ab	19.33 a	5.40 a	16.16 b	131.33 c	13.50 ab	41.16 a	3.83 a	35 ab
پرمصرف +سرکه چوب WVma	130.50 a	11 ab	19.66 a	4.83 a	17.66 a	151.17 a-c	15.16 ab	33.66 b	2.16 b	23.33 c
کم‌مصرف +سرکه چوب WVmi	98.67 b	9.33 b	17.33 a	3.33 b	17.50 c	63.17 d	7.50 c	38.50a	2 bc	20 c

In each column means followed with similar letters are not different at 5% level of probability based on LSD test. Co: (Complete fertilizer), Ja: (Johnson nutrient solution), WVj: (Johnson nutrient solution and wood vinegar), WVc: (Micronutrient and Macronutrient and wood vinegar), WVma: (Macronutrient and wood vinegar), WVmi: (Micronutrient and wood vinegar).

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف م شترک ه ستند تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ در صد بر ا ساس آزمون LSD ندارند. Co: (کود کامل)، Ja: (جان سون)، WVj: (محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب)، WVc: (عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب)، WVma: (عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب) و WVmi: (عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب).

جدول ۲- اثر محلول‌های کودی مختلف بر شاخص‌های گل و میوه گوجه‌فرنگی.

Table 2. Effect of different fertilizer solutions on flower and fruit indices of tomato.

تیمارها Treatments	تعداد گل در بوته Number of flowers per plant	تعداد میوه در بوته Fruit number per plant	متوسط وزن میوه Average fruit weight (g)	وزن مجموع میوه‌های برداشت‌شده Total weight of harvested fruits (g)	وزن خشک میوه Dry weight of fruit (g)	قطر میوه Fruit diameter (mm)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

کود کامل Co	11.66 b	4.16 ab	3 b	16.83 bc	1.16 b	11.50 ab
جانسون Ja	13.50 ab	7.50 a	1.66 b	15.33 c	1 b	10.16 b
جانسون+سرکه چوب WVj	17 a	7 a	4.50 ab	28.83 a-c	1.83 ab	14 ab
پرمصرف و کم‌مصرف+سرکه چوب WVc	12.83 ab	5.33 ab	6 ab	37.16 a	2.50 a	18.50 a
پرمصرف +سرکه چوب WVma	12 b	7 a	3.66 b	36.50 ab	2.50 a	13.83 ab
کم‌مصرف +سرکه چوب WVmi	6.66 c	2 b	8.33 a	18.50 a-c	0.83 b	17.50 ab

In each column means followed with similar letters are not different at 5% level of probability based on LSD test. Co: (Complete fertilizer), Ja: (Johnson nutrient solution), WVj: (Johnson nutrient solution and wood vinegar), WVc: (Micronutrient and Macronutrient and wood vinegar), WVma: (Macronutrient and wood vinegar), WVmi: (Micronutrient and wood vinegar).

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.Co: (کود کامل)، .Ja: (جانسون)، WVj: (محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب)، WVc: (عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب)، WVma: (عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب) و WVmi: (عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب).

.

جدول ۳- اثر محلول‌های کودی مختلف بر شاخص‌های فتوسنتز و غلظت پتاسیم گوجه‌فرنگی.

Table 3. Effect of different fertilizer solutions on photosynthetic indices and potassium concentration of tomato.

تیمارها Treatments	شاخص سبزینگی Greenness index	فتوسنتز Photosynthesis ($\mu molCO_2.m^2.s^{-1}$)	تعرق Transpiration ($mmol\ H_2Om^{-2}s^{-1}$)	هدایت روزنه Stomatal conductance ($mmolH_2Om^2s^{-1}$)	Co_2داخل روزنه Internal CO_2 ($\mu mol\ mol^{-1}$)	پتاسیم Potassium (mg/g DW)
کود کامل Co.	7.50 b	2.41 f	0.99 e	0.02 d	341.67 a	11.26 bc
جانسون Ja.	7.16 b	5.76 b	2.11 a	0.31 a	303.50 c	12.33 a
جانسون+سرکه چوب WVj	8.66 a	2.94 e	1.06 c	0.02 d	333 b	11.99 ab

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

پرمصرف وکم‌مصرف+سرکه چوب WVc	8 ab	6.94 a	1.77 b	0.05 b	208.50 f	11.07 c
پرمصرف +سرکه چوب WVma	7.33 b	4.83 c	1.05 d	0.03 c	276.67 e	10.62 c
کم‌مصرف +سرکه چوب WVmi	4.66 c	4.23 d	0.90 f	0.02 d	278 d	11.21 bc

In each column means followed with similar letters are not different at 5% level of probability based on LSD test. Co: (Complete fertilizer), Ja: (Johnson nutrient solution), WVj: (Johnson nutrient solution and wood vinegar), WVc: (Micronutrient and Macronutrient and wood vinegar), WVma: (Macronutrient and wood vinegar), WVmi: (Micronutrient and wood vinegar).

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.Co: (کود کامل)، .Ja: (جانسون)،WVj : (محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب)، WVc: (عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب)، WVma: (عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب) و WVmi: عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب.

جدول ۴- اثر محیط‌های کشت مختلف بر شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی.

Table 4. The effect of different substrate on some growth indices of tomato.

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	طول گره Node length (cm)	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد گره در شاخه Number of node per plant	تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	وزن تر ساقه Fresh weight of stem (g)	وزن خشک ساقه Dry weight of stem (g)	وزن تر ریشه Fresh weight of root (g)	وزن خشک‌ریشه Dry weight of root (g)	حجم ریشه Root volume (cm^3)
غیرخاکی Soilless	143.72 a	12.22 a	4.88 a	19.77 a	16.88 a	158.50 a	15.94 a	46.27 a	3.55 a	39.72 a
خاک Soil	106.94 b	8.94 b	4 b	18.77 a	15.22 b	106.67 b	10.72 b	21.22 b	1.61 b	13.05 b

In each column means followed with similar letters are not different at 5% level of probability based on LSD test.

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

جدول ۵- اثر محیط‌های کشت مختلف بر شاخص‌های گل و میوه گوجه‌فرنگی.

Table 5. The effect of different substrate on flower and fruit indices of tomato.

تیمارها Treatments	تعداد گل در بوته Number of flowers per plant	تعداد میوه در بوته Number of fruit per plant	متوسط وزن میوه Average fruit weight (g)	وزن مجموع میوه‌های برداشت‌شده Total weight of harvested fruits (g)	وزن خشک میوه Dry weight of fruit (g)	قطر میوه Fruit diameter (mm)
غیرخاکی Soilless	15.27 a	8 a	6.27 a	40.11 a	2.77 a	16.44 a
خاک Soil	9.27 b	3 b	2.77 b	10.94 b	0.50 b	12.05 a

In each column means followed with similar letters are not different at 5% level of probability based on LSD test.

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

جدول ۶- اثر محیط‌های کشت مختلف بر شاخص‌های فتوسنتزی و غلظت پتاسیم گوجه‌فرنگی.

Table 6. The effect of different substrate on photosynthetic indices and potassium concentration of tomato.

تیمارها Treatments	شاخص سبزینگی Greenness index	فتوسنتز Photosynthesis ($\mu MCO_2.m^2.\ s^{-1}$)	تعرق Transoiration (mmol $H_2Om^{-2}s^{-1}$)	مقاومت روزنه‌ای Stomatal resistance ($MmH_2Om^2s^{-1}$)	Co_2 داخل روزنه Internal CO_2 (μmol mol^{-1})	پتاسیم Potassium (mg/g DW)
غیرخاکی Soilless	7.94 a	4.92 a	1.19 b	0.12 a	249.72 b	11.39 a
خاک Soil	6.50 b	3.78 b	1.43 a	0.03 b	330.72 a	11.44 a

In each column means followed with similar letters are not different at 5% level of probability based on LSD test.

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

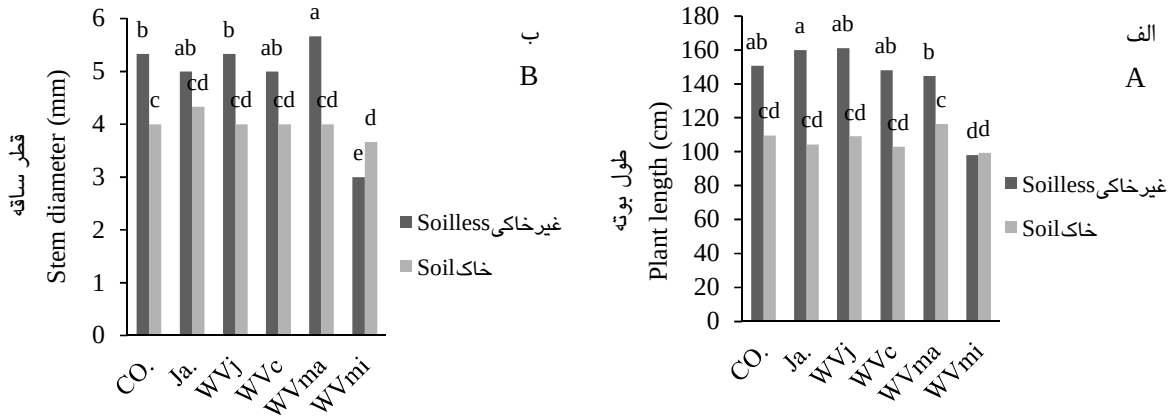

Fig. 1. The interaction effect of different substrate and fertilizer composition on the plant height (a) and stem diameter (b) of tomato. Co: (Complete fertilizer), Ja: (Johnson nutrient solution), WVj: (Johnson nutrient solution and wood vinegar), WVc: (Micronutrient and Macronutrient and wood vinegar), WVma: (Macronutrient and wood vinegar), WVmi: (Micronutrient and wood vinegar).

شکل ۱- برهمکنش بسترهای کشت و محلول‌های کودی بر طول بوته (الف) و قطر ساقه (ب) گوجه‌فرنگی. Co: (کود کامل)، .Ja: (جانسون)، WVj: (محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب)، WVc: (عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب)، WVma: (عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب) و WVmi: (عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب).

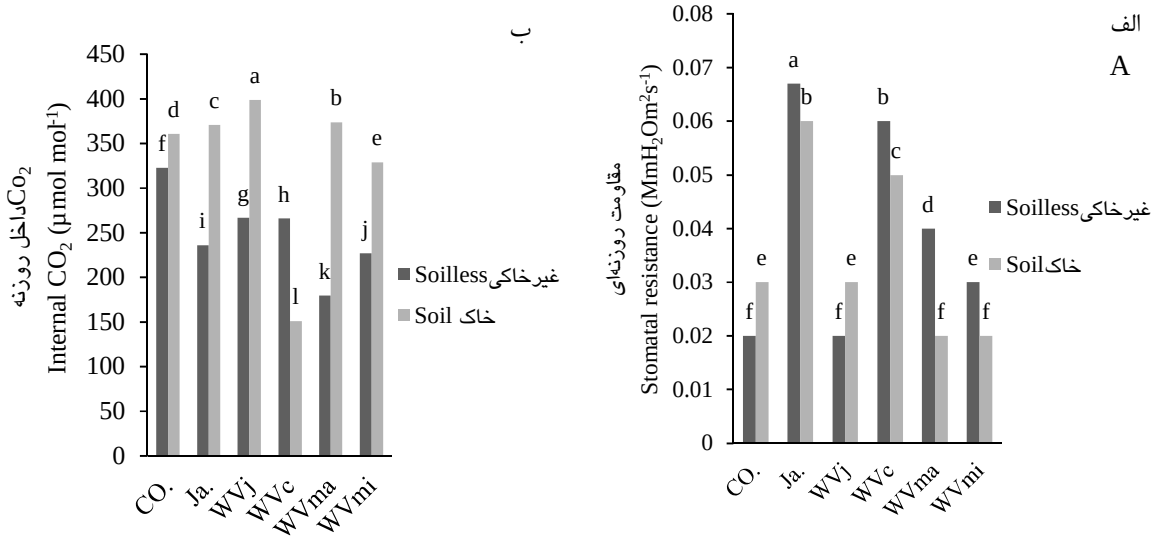

Fig. 2. Fig. 2. The interaction effect of different substrate and fertilizer composition on the stomatal resistance (a) and internal CO_2 (b). Co: (Complete fertilizer), Ja: (Johnson nutrient solution), WVj: (Johnson nutrient solution and wood vinegar), WVc: (Micronutrient and Macronutrient and wood vinegar), WVma: (Macronutrient and wood vinegar), WVmi: (Micronutrient and wood vinegar).

شکل ۲- برهمکنش بسترهای کشت و محلول‌های کودی بر مقاومت روزنه‌ای (الف) و دی‌اکسید کربن داخل روزنه (ب)، Co: (کود کامل)، .Ja: (جانسون)،WVj : (محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب)، WVc: (عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به‌همراه سرکه

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

: (عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب).WVmi: (عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب) و WVmaچوب)،

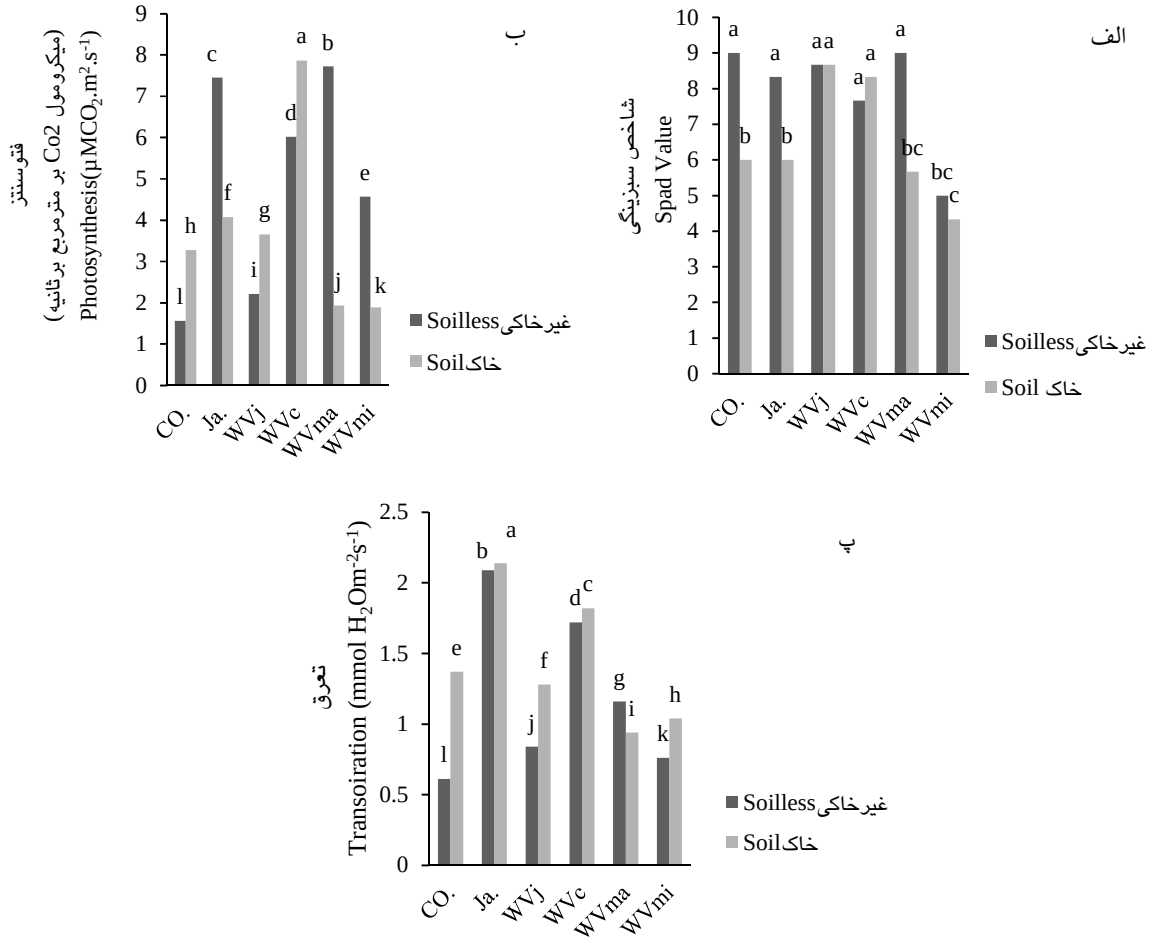

Fig. 3. The interaction effect of different substrate and fertilizer composition on SPAD value (a), photosynthesis (b) and transpiration (c). Co: (Complete fertilizer), Ja: (Johnson nutrient solution), WVj: (Johnson nutrient solution and wood vinegar), WVc: (Micronutrient and Macronutrient and wood vinegar), WVma: (Macronutrient and wood vinegar), WVmi: (Micronutrient and wood vinegar).

شکل ۳- برهمکنش بسترهای کشت و محلول‌های کودی بر شاخص سبزینگی (الف)، شاخص فتوسنتز (ب) و تعرق (پ)Co: (کود کامل)، .Ja: (جانسون)، WVj : (محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب)، WVc: (عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب)، WVma: (عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب) و WVmi: (عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

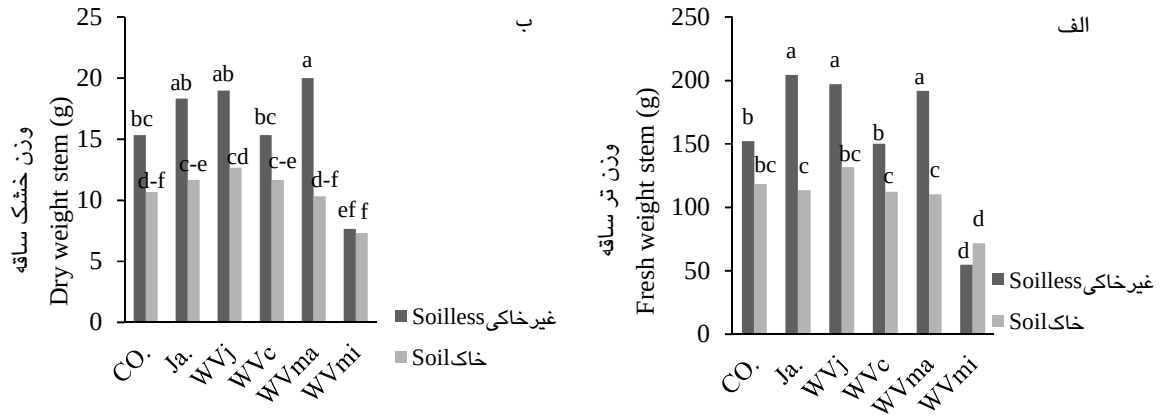

Fig. 4. The interaction effect of different substrate and fertilizer composition on fresh weight (a) and dry weight of shoot (b). Co: (Complete fertilizer), Ja: (Johnson nutrient solution), WVj: (Johnson nutrient solution and wood vinegar), WVc: (Micronutrient and Macronutrient and wood vinegar), WVma: (Macronutrient and wood vinegar), WVmi: (Micronutrient and wood vinegar).).

شکل ۴- برهمکنش بسترهای کشت و محلول‌های کودی بر وزن تر ساقه (الف) و وزن خشک ساقه (ب).Co: (کود کامل)، .Ja: (جانسون)، WVj: (محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب)، WVc: (عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب)، WVma: (عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب) و WVmi: (عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب).

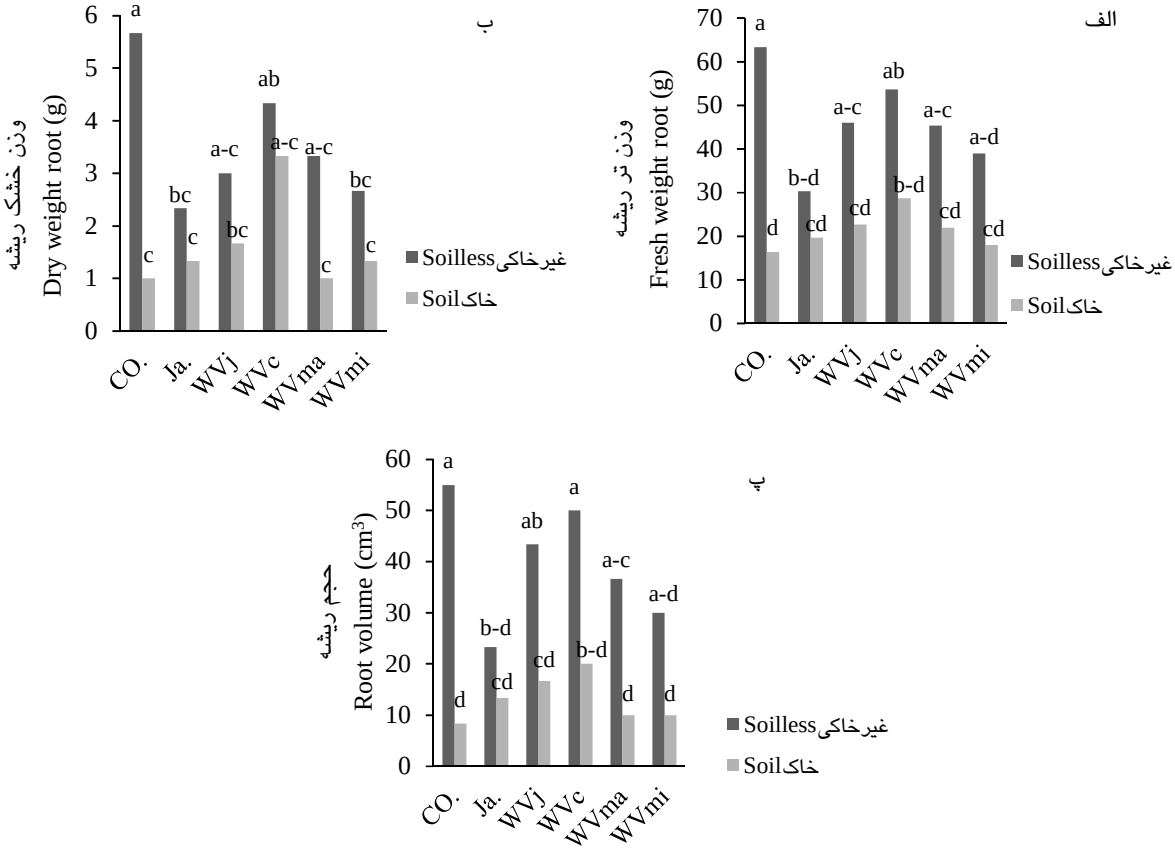

Fig. 5. The interaction effect of different substrate and fertilizer composition on fresh weight root (a), dry weight of root (b) and root volume (c). Co: (Complete fertilizer), Ja: (Johnson nutrient solution), WVj: (Johnson nutrient

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

solution and wood vinegar), WVc: (Micronutrient and Macronutrient and wood vinegar), WVma: (Macronutrient and wood vinegar), WVmi: (Micronutrient and wood vinegar).

شکل ۵- برهمکنش بسترهای کشت و محلول‌های کودی بر وزن تر ریشه (الف)، وزن خشک‌ریشه (ب) و حجم ریشه (پ).Co : (کود کامل)، .Ja: (جانسون)،WVj : (محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب)، WVc: (عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب)، WVma: (عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب) و WVmi: (عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب).

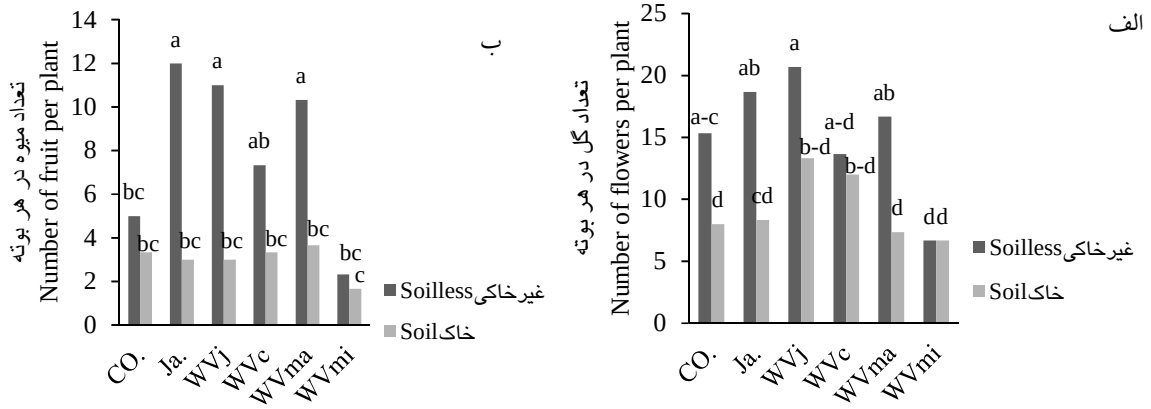

Fig. 6. The interaction effect of different substrate and fertilizer composition on number of flowers (a) and number of fruit (b) per plant. Co: (Complete fertilizer), Ja: (Johnson nutrient solution), WVj: (Johnson nutrient solution and wood vinegar), WVc: (Micronutrient and Macronutrient and wood vinegar), WVma: (Macronutrient and wood vinegar), WVmi: (Micronutrient and wood vinegar).

شکل ۶- برهمکنش بسترهای کشت و محلول‌های کودی بر تعداد گل در هر بوته (الف) و تعداد میوه در هر بوته (ب).Co: (کود کامل)، .Ja: (جانسون)، WVj : (محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب)، WVc: (عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب)، WVma: (عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب) و WVmi: (عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب).

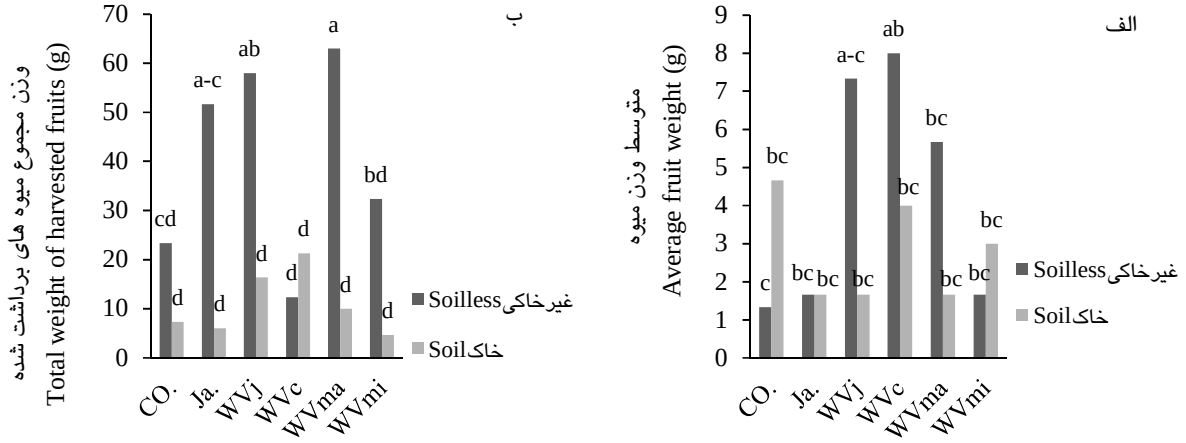

Fig. 7. T The interaction effect of different substrate and fertilizer composition on average fruit weight (a) and total weight of harvested fruits (b). Co: (Complete fertilizer), Ja: (Johnson nutrient solution), WVj: (Johnson nutrient solution and wood vinegar), WVc: (Micronutrient and Macronutrient and wood vinegar), WVma: (Macronutrient and wood vinegar), WVmi: (Micronutrient and wood vinegar).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

شکل ۷- برهمکنش بسترهای کشت و محلول‌های کودی بر متوسط وزن میوه (الف) و وزن مجموع میوه‌های برداشت‌شده (ب).Co : (کود کامل)، .Ja: (جانسون)، WVj : (محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب)، WVc: (عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب)، WVma: (عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب) و WVmi: (عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب).

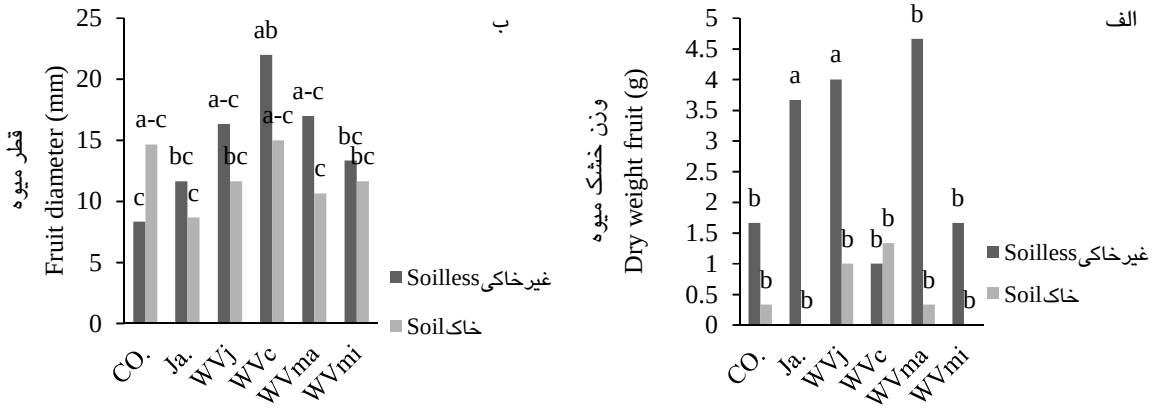

Fig. 8. The interaction effect of different substrate and fertilizer composition on dry weight (a) and diameter (b) of fruit. Co: (Complete fertilizer), Ja: (Johnson nutrient solution), WVj: (Johnson nutrient solution and wood vinegar), WVc: (Micronutrient and Macronutrient and wood vinegar), WVma: (Macronutrient and wood vinegar), WVmi: (Micronutrient and wood vinegar).

شکل ۸- برهمکنش بسترهای کشت و محلول‌های کودی بر وزن خشک میوه (الف) و میانگین قطر میوه (ب)..Co : (کود کامل)، .Ja: (جانسون)، WVj: (محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب)، WVc: (عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب)، WVma: (عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب) و WVmi: (عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب).

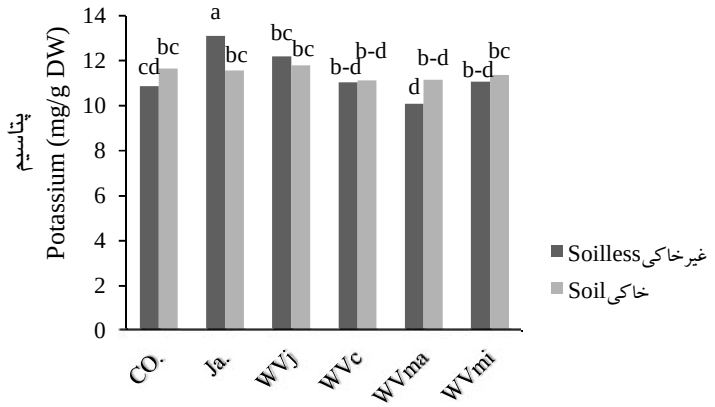

Fig. 9. The interaction effect of different substrate and fertilizer composition on Potassium concentration. Co: (Complete fertilizer), Ja: (Johnson nutrient solution), WVj: (Johnson nutrient solution and wood vinegar), WVc: (Micronutrient and Macronutrient and wood vinegar), WVma: (Macronutrient and wood vinegar), WVmi: (Micronutrient and wood vinegar).

شکل ۹- برهمکنش بسترهای کشت و محلول‌های کودی بر مقدار پتاسیم Co: (کود کامل)، Ja: (جانسون)، WVj: (محلول غذایی جانسون به‌همراه سرکه چوب)، WVc: (عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب)، WVma: (عنصرهای غذایی پرمصرف به‌همراه سرکه چوب) و WVmi: (عنصرهای غذایی کم‌مصرف به‌همراه سرکه چوب).

بحث

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

سرکه چوب دارای ماده‌هایی همچون متانول و فورفورال است که می‌تواند به‌عنوان تسریع‌کننده رشد یا افزایش‌دهنده رشد در گیاه محسوب گردد. از طرفی باوجود ماده‌های دیگر همانند فنول و کریوزول محققان بیان نمودند که سرکه چوب می‌تواند به‌صورت مهارکننده رشد نیز عمل نماید و سبب کاهش رشد گردند (۱۹). این نتیجه هم سو با نتیجه‌های به‌دست‌آمده در این آزمایش انجام‌گرفته و فاکتورهای مختلف اندازه‌گیری شده است. به نظر می‌رسد با افزایش تیمار سرکه چوب تعادل ترکیب‌های گیاهی همچون تنظیم‌کننده‌های رشد تغییر نموده و بر مقدار رشد گیاه تأثیر می‌گذارد که با افزایش طول ساقه، مقدار وزن تر و آن وزن خشک افزایش می‌یابد. پژوهش‌ها حاکی از آن است که استفاده از سرکه چوب سبب افزایش مقدار وزن تر گیاه و میوه به نسبت شاهد می‌گردد (۱۱). تاکنون بررسی‌های کافی در مورد سازوکار این ماده انجام نشده است. در پژوهشی، Mungkunkamchao و همکاران (۱۱) اعلام کردند که با کاربرد سرکه چوب، عملکرد در گوجه‌فرنگی افزایش پیدا نمود و هم‌چنین وزن کل بوته خشک، تعداد میوه، وزن میوه‌های تازه، وزن خشک میوه‌ها و هم‌چنین عنصرهای موجود در گیاه به‌طور قابل توجهی افزایش یافت. هم‌چنین در تحقیقات انجام‌شده در مورد استفاده از سرکه چوب مشخص گردید که ماده مذکور سبب افزایش رشد در گیاهان می‌گردد. سرکه چوب در توسعه دانهال ذرت (۴)، تربچه، حبوبات (۹) و گوجه‌فرنگی (۱۳) اثر به‌سزایی را به‌همراه دارد و پژوهشگرانی همچون Kulkarni و همکارانش (۱۰) این موضوع را در محصول گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای تائید نموده‌اند. در بررسی دیگر که روی نیشکر بهاره انجام شد دریافتند که تولید ماده خشک، رشد ریشه، عملکرد، تعداد ساقه، طول ساقه، قطر ساقه و قند محلول در ساقه با کاربرد آمیخته‌ای از سرکه چوب و زغال افزایش یافت. سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، مقدار نفوذ ریشه نیز برتری محسوسی را نسبت به شاهد نشان داده است (۷). در پژوهش به‌عمل‌آمده مشخص شد درصد محتوای آب نسبی بافت در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در هر دو گیاه بالاترین مقدار را دارا می‌باشد، با اندازه‌گیری نشت یونی در تیمارهای مختلف نتیجه‌ها نشان داد که در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر گیاه خود را برای سازوکار مقابله با تنش نسبت به دیگر تیمارها بیشتر آماده نموده است. نتیجه‌های مشاهده‌های این پژوهش در مورد اثرهای ضد قارچی با پژوهش استفاده از سرکه چوب در خزانه درختان جنگلی هم‌سو می‌باشد. سرکه چوب را در خزانه درختان جنگلی همچون ساج *Shorea leprosula*، *Swietenia mahagoni* به‌صورت تیمارهای مختلف در یک دوره ۲ ماهه به فاصله دو هفته اسپری گردید و این عمل سبب رشد بهتر گیاهان شد. نتیجه‌ها نشان داد که اسپری سرکه چوب بر گیاهان به‌ویژه ساج در تیمار ۱٪ تا ۲ ٪ سبب افزایش و بهبود رشد گردید و هم‌چنین صد در صد گیاهچه‌ها به نهال تبدیل شد درحالی‌که ۱۰٪ از گیاهان شاهد از بین رفتند. با توجه به طول و تعداد برگ گیاه *Swietenia* sp. پاسخ رشد بهتری را در مقایسه با گیاهانی که محلول‌پاشی نشده بودند، نشان داد. استفاده از سرکه چوب در کشاورزی توسط کشاورزان بومی آسیای شرقی در کشت‌هایی همانند برنج، خیار، لوبیا، گوجه‌فرنگی و دیگر سبزی‌ها نشان داد سرکه چوب می‌تواند به‌عنوان یک حشره‌کش یا دورکننده حشره‌ها نیز کاربرد داشته باشد (۱۲). یکی از اثرهای مثبت سرکه چوب را می‌توان در افزایش رشد گیاهان دید که این ویژگی را در عمل به ترکیب‌های متانول و فرفورال موجود در آن نسبت می‌دهند (۱۲). در پژوهش‌های دیگر هم پژوهشگران اثرهای مثبت سرکه چوب بر رشد گیاهان را مشاهده کرده‌اند (۱۴). سرکه چوب شامل ۱۵ عنصر از عنصرهای پرمصرف و کم‌مصرف شامل کلسیم، کادمیم، کروم، مس، آهن، پتاسیم، منگنز، آلومینیوم، سدیم، روی، آرسنیک، مولیبدن، فسفر، سرب و بور می‌باشند (۲۰) که بیشتر این عنصرها در فعالیت‌های حیاتی گیاه و افزایش فتوسنتز تأثیر به‌سزایی دارند. از سوی دیگر، ترکیب‌های تحریک‌کننده باعث تحریک رشد گیاه می‌شوند و نتیجه‌های پژوهش حاضر نیز نشان می‌دهد که WVj باعث بیشترین وزن تر و خشک شاخساره، طول بوته و گره شده است. نتیجه‌ها نشان می‌دهد که طول بوته و گره، تعداد گره و قطر ساقه در WVmi کاهش داشت. سرکه چوب افزون بر داشتن ماده‌های مغذی حاوی بیش از ۲۰۰ ترکیب می‌باشد که گمان می‌رود ترکیب‌های فنولی در سرکه چوب سبب سمیت در گیاه و کاهش رشد می‌گردد. به همین دلیل کاربرد سرکه چوب در غلظت‌های بالا برای گیاه سمی است و سبب کندی رشد گیاه می‌گردد (۳). در پژوهشی Yamato و همکاران (۱۸) به این نتیجه رسیدند که حجم، سطح و طول ریشه در خیار و ریحان با افزایش تیمار سرکه چوب افزایش یافته است و کاربرد خاکی سرکه چوب سبب افزایش ریزجانداران خاک شده و باعث گسترش

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

ریشه گیاه می‌گردد اما در غلظت‌های بالا به‌دلیل وجود ماده‌های سمی تأثیر عکس دارد. زنجبیل سفید[1] از جمله گیاهانی است که با سرکه چوب تیمار شد و پاسخ‌های رشدی مثبتی را از خود نشان داد به‌طوری‌که ارتفاع، طول برگ و تعداد جوانه ساقه در مقایسه با شاهد افزایش داشت (۳). به‌کارگیری سرکه چوب و زغال در گیاه نیشکر تابستانه باعث افزایش طول و تعداد ساقه، مقدار ماده خشک، مقدار قند و گسترش ریشه شد (۱۶). در پژوهشی، Mungkunkamchao و همکاران (۱۱) اعلام کردند با کاربرد سرکه چوب تعداد میوه، وزن خشک میوه و وزن میوه‌های تازه نسبت به شاهد افزایش یافت. فتوسنتز تعیین‌کننده اصلی رشد و عملکرد گیاهان است. افزایش مقاومت روزنه‌ای سبب کاهش فتوسنتز می‌گردد و در نتیجه بر عملکرد تأثیر می‌گذارد. پایین بودن سرعت فتوسنتز را می‌توان به افزایش مقاومت روزنه‌ای از راه بسته بودن روزنه‌ها برای کاهش اتلاف آب از راه تعرق نسبت داد. کاهش فتوسنتز نتیجه هدایت روزنه‌ای کمتر، حذف مرحله‌های سازوکار ویژه در جذب کربن، ممانعت ظرفیت فتوسنتزی، تشکیل نشدن کامل و مناسب کلروپلاست، ناپایداری کمپلکس‌های پروتئینی، رنگدانه‌ای و به هم ریختن ساختمان سبزینه و تغییر در تعداد و ترکیب کاروتنوئید می‌باشد.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد در بیشتر ویژگی‌های مربوط به میوه مانند تعداد میوه، قطر میوه و وزن خشک میوه WVj و WVma اثر مشابهی داشته است. با توجه به هزینه کمتر و استفاده از کودهای شیمیایی در WVj وWVma این دو ترکیب برای گوجه‌فرنگی قابل پیشنهاد است. با توجه به نتیجه‌های به‌دست آمده در بستر غیرخاکی نسبت به خاکی به نظر می‌رسد اثرهای مطلوب این بستر سبک در گسترش ریشه‌ها باعث بهبود همه ویژگی‌های وزن خشک و تر ریشه، وزن تر و خشک ساقه، طول بوته و گره، حجم ریشه و قطر ساقه، وزن خشک میوه، متوسط وزن میوه، وزن کل، تعداد میوه و تعداد گل نسبت به خاک شده است. بنابراین استفاده از این دو فرمولاسیون در کشت بدون خاک نسبت به خاکی بیشتر پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مسئولین و کارکنان محترم شرکت معین زیست آریا به دلیل فراهم آوردن ماده سرکه چوب لازم برای انجام این پژوهش، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع References

۱. احمدی، ع. و د. آ. بیکر. ۱۳۷۹. عوامل روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای محدودکننده فتوسنتز در گندم در شرایط تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۱(۴):۸۱۳-۸۲۵.

۲. اخوان، س.، م. شعبانپور و م. اصفهانی. ۱۳۹۱. اثر تراکم خاک و بافت خاک بر رشد ریشه و اندام هوایی گندم. مجله آب‌وخاک، ۲۶(۳):۷۳۵-۷۲۷.

۳. عبدالهی پور، ب. ۱۳۹۴. تاثیر سرکه چوب کاج بر خصوصیات جوانه‌زنی، رشد رویشی و زایشی خیار و ریحان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۷۸ ص.

4. Daly, M. and D. Stewart. 1999. Influence of "Effective MicroOrganisms" (EM) on vegetable production and carbon mineralization a preliminary investigation. J. Sustain. Agr. 14: 15-25.
5. Fisher, R., D. Rees, K. Sayre, Z. Lu, A. Candon and A. Saavedra. 1998. Wheat yield progress associated withhigher stomata conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. Crop Sci. 38:1467-1475.
6. Hwang, Y.Y. Matsushita, K. Sugamoto and T. Matsui. 2005. Antimicrob effect of the wood vinegar from Crytomenia japonica sapwood on plant pathogenic microorganisms. J. Microbial Biotechnol. 15(5): 1106-1109.
7. Ishimine, Y. and E. Tsuzuki. 1994. Effects of the mixture of charcoal with pyroligneous acid on cane and sugar yield of spring and ratoon crops of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). Jpn. J. Trop. Agr. 38: 281-285.
8. Kadota, M.T. Hirano, K. Imizu and Y. Niimi. 2002. Pyroligneous acid improves in vitro rooting of Japanese pear cultivars. HortScience, 37: 194-195.

۱- *Zingiber officinale*

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

9. Kamla, N.V. Limpinuntana, S. Ruaysoongnern and R.W. Bell. 2008. Role of fermented bio-extracts produced by farmers on growth, yield and nutrient contents in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in northeast Thailand. Biol. Agr. Hort. 25:353-368.
10. Kulkarni, M.G., G.D. Ascough and J. Van Staden. 2007. Effects of foliar applications of smoke-water and a smoke-isolated butenolide on seedling growth of okra and tomato. HortScience, 42: 179-182.
11. Mungkunkamchao, T., T. Kesmala, S. Pimratch, B. Toomsan and D. Jothityangkoon. 2013. Wood vinegar and fermented bioextracts: Natural products to enhance growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Sci. Hort. 154: 66-72.
12. Nurhayati, T., H. Roliadi and N. Bermawie. 2005. Production of Mangium (*Acacia mangium*) Wood vinegar and its utilization. J. For. Res. 2(1): 13 – 25.
13. Sangakkara, U. and T. Higa. 1994. Effect of EM on the growth and yield of selected food crops in Sri Lanka. Proceedings of the 2nd International Conference on Kyusei Nature Farming. USDA. Washington. DC. USA. pp. 118-124.
14. Shirakawa, N., T. Ichikawa, R. Koyama, H. Taniguchi, S. Honma and S. Terada. 1995**.** Effect of pyroligneous acid on the growth of Rice. Agr. Hort. 70: 806-808.
15. Tiilikkala, K., L. Fagernas and J. Tiilikkala. 2010. History and use of wood pyrolysis liquids as biocide and plant protection product. Open Agric. J. 4: 111-118.
16. Uddin, S., Y. Murayama,Y. Ishimine and E.H. Tsuzuki. 1995. Effect of the mixture of charcoal with pyroligneous acid on dry matter production and root growth of summer planted sugarcane. Jpn. J. Crop. Sci. 64: 747-753.
17. Verona, C. and F. Calcagno. 1991. Study of stomatal parameters for selection of drought resistant varieties in *Triticum durum*. Euphytica, 57: 275-283.
18. Yamato, M., Y. Okimori, I.F., Wibowo, S. Anshori and M. Ogawa. 2006. Effect of the application of charred bark of Acacia mangium on the yield of mize, Cowpea and peanut and soil chemical properties in south sumatra indonesia. Soil Sci. Plant Nutr. 52: 489-495.
19. Yatagai, M. and G. Unrinin. 1989. Germination and growth regulation effects of wood vinegar components and their homologs on plant seeds - acids and neutrals. Mokuzai. Gakkaish. 35: 564–571.
20. Zulkarami, B., M. Ashrafuzzaman, M.O. Husni and M.R. Ismail. 2011. Effect of pyroligneous acid on growth, yield and quality improvement of rockmelon in soilless culture. Aust. J. Crop Sci. 5(12): 1508-1514.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 20 (2): 211 - 226 (2019)

Effect of Organic Fortified Wood Vinegar on Greenhouse Tomato Growth in Two Soil and Soilless Media

M. Haghighi*[1] and M. Sourani

The present study was conducted at Isfahan University of Technology greenhouses on tomato (*Solanum lycopersicum* cv. Chef) as a factorial experiment in completely randomized design with six treatments and four replications including: complete fertilizer 20:20:20, Johnson's solution, Johnson's solution with wood vinegar, Johnson's micronutrients and macronutrients with wood vinegar, macronutrients nutrients with wood vinegar, and micronutrients with wood-vinegar, in two soilless (Cocopeat-Perlite 1 to 1 ratio) and soil. Results showed that stomatal resistance and transpiration in Johnson's solution increased the highest amount and photosynthesis of Johnson's macro and micronutrient elements along with wood vinegar. Greenness index was the highest in Johnson's solution with wood vinegar and Johnson's macro and micro nutrient elements with wood vinegar. Plant height in whole manure, Johnson's nutrient solution, Johnson's nutrient solution with wood vinegar and micronutrient elements Johnson did not change significantly in cocopit medium and in macronutrient elements with wood-based vinegar and micronutrient elements Wood vinegar decreased and was lower in all treatments in soil. Root volume and root weight in complete fertilizer treatment, Johnson's nutrient solution with wood vinegar, Johnson's nutrient and low nutrient content with wood vinegar, and nutrient intake with wood vinegar in cocopeat medium and root dry weight in complete fertilizer treatment Johnson's with wood vinegar, macro and micronutrients consumption of Johnson's wood vinegar, and high consumption of wood vinegar with wood vinegar were the highest in the cocopeat medium. The highest yield was obtained in the treatment of Johnson's nutrient solution, Johnson's solution with wood vinegar, and nutrient intake with wood vinegar in the soilles culture and the lowest in all soil medium.

Keywords: Photosynthetic changes, Organic fertilizer, Organic culture, Johnson solution.

1. Associate Professor and former MSc. student, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, respectively.
* Corresponding author, Email: (mhaghighi@cc.iut.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.2.2.1]