

تأثیر سرکه چوب کاج بر جوانه زنی و ویژگی های رشدی و فیزیولوژیک، و جذب عناصر در ریحان

بهزاد عبدالمهی پور^۱ و مریم حقیقی^{*۱}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۲۵)

چکیده

مواد آلی به دلیل عوارض جانبی کمتر نسبت به مواد شیمیایی، برای استفاده در کاربردهای مختلف، از جمله تولیدات صنعتی و کشاورزی، روز به روز بیشتر مورد توجه قرار می گیرند. پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۳ طی دو آزمایش جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی به منظور بررسی تأثیر سرکه چوب کاج بر ویژگی های رشدی و فیزیولوژیک گیاه ریحان با ۶ تیمار (صفر، ۱۲۵۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۳۳۳ و ۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر)، با چهار تکرار، طراحی و اجرا شد. آزمایش اول به صورت آزمایشگاهی روی بذرهای ریحان به صورت پرایمینگ و آزمایش دوم به صورت گلدانی در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. کاربرد سرکه چوب کاج روی بذر در تیمار ۱۲۵۰ میلی گرم بر لیتر موجب افزایش درصد جوانه زنی و در تیمار ۲۵۰۰ میلی گرم بر لیتر موجب تسریع در فرایند جوانه زنی شد. در آزمایش دوم، بیشترین حجم و طول ریشه در تیمار ۳۳۳۳ و بیشترین مقدار سطح ریشه در تیمار ۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر در ریحان اندازه گیری شد. غلظت عنصر نیتروژن در تیمار ۳۳۳۳، غلظت عنصر پتاسیم در تیمار ۵۰۰۰ و غلظت کلسیم و آهن در تیمار ۱۲۵۰ میلی گرم بر لیتر نسبت به تیمارهای دیگر در بالاترین سطح قرار داشت. میزان فلورسانس کلروفیل، شاخص سبزیگی (SPAD)، نشأت یونی و کلروفیل a در تیمار ۳۳۳۳ میلی گرم بر لیتر بالاترین سطح را نشان دادند. با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایش دوم، شاخص های رشدی گیاه ریحان با کاربرد سرکه چوب کاج در تیمار ۳۳۳۳ میلی گرم بر لیتر بیشترین میزان افزایش را نشان دادند. بنابراین، می توان این غلظت از سرکه چوب کاج را پیشنهاد کرد.

کلمات کلیدی: ریحان، عملکرد، جذب عناصر، کلروفیل، نشأت یونی

مقدمه

استفاده نشود و همه مراحل تقویت زمین، کاشت، داشت و برداشت با استفاده از نهاده های طبیعی (همچون کود آلی، کمپوست ها، حشرات سودمند و ریزجانداران مفید) صورت پذیرد. کشاورزی ارگانیک دستگاهی تولیدی است که سلامت

در یک دیدگاه کلی، کشاورزی ارگانیک نوعی کشاورزی است که در تولید و فراوری محصولات آن از کودهای شیمیایی، سموم، هورمون ها و دگرگونی ها و دست کاری های ژنتیکی

۱. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*مستول مکاتبات، پست الکترونیکی: mhaghghi@cc.iut.ac.ir

است که به نسبت ۱:۵۰ سرکه چوب در دامداری‌ها و گاوداری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (۸).

سرکه چوب از سرد شدن دود حاصل از سوختن چوب به دست می‌آید. بدین معنی که در زمان سوختن بقایای گیاهی، دود حاصله از طریق لوله‌ای جمع‌آوری شده و به بیرون انتقال می‌یابد و پس از سرد شدن به فاز مایع تبدیل می‌شود. فرایند تولید سرکه چوب یک فرایند گرماگیر است و در اوایل شروع این فرایند به انرژی خارجی نیاز است. اما پس از آغاز فرایند، همانند یک فرایند گرمازا رفتار می‌کند (۱۹).

سرکه چوب از مواد مختلفی تشکیل شده است که عبارت‌اند از: الکل (متانول، بوتانول و...)، اسیدها (استیک، فرمیک، والریک و پروپرونیک)، مواد خنثی (فرمالدئید، استون، فورفورال و والرولاکتون)، فنل‌ها (سیرینگول، کرسول، فنل) و مواد پایه (آمونیاک، متیل آمین، پیریدین) (۱ و ۲۸).

سرکه چوب با دارا بودن بیش از ۲۰۰ ماده مختلف تأثیر مطلوبی بر رشد گیاه داشته و همچنین با ایجاد سمیت در علف‌های هرز و ایجاد فضای نامطلوب حشرات مهاجم و قارچ‌ها سبب حفظ گیاهان از خسارت‌های این‌چنینی می‌شود (۱۷ و ۲۳). بر اساس گزارش هیساشی و همکاران (۱۸)، افزودن سرکه چوب باعث افزایش بهره‌وری و وزن محصول در قارچ صدفی به میزان ۲۱-۴۲ درصد شده است. اثرات افزایشی سرکه چوب بر رشد گوجه‌فرنگی، برنج و سبزی‌های مختلف نیز به اثبات رسیده است (۲۹ و ۳۴). این ماده باعث کنترل بیماری‌های قارچی و نماتد در گوجه‌فرنگی، پوسیدگی ریشه در خیار، کاهش ریزش گل و افزایش محصول در فلفل (۶)، افزایش عملکرد در قارچ صدفی (۳۷) و کنترل حشرات در سیب‌زمینی و سبزی‌ها (۵) شده است.

گیاه ریحان در طول رویش به هوای گرم و تابش نور کافی نیاز دارد. دمای مطلوب برای جوانه‌زنی آن بذر ۱۸ تا ۲۱ درجه سلسیوس است. جوانه‌زنی ۸-۱۴ روز به طول می‌انجامد. به‌منظور افزایش سرعت در جوانه‌زنی در گلخانه، دما تا ۲۱-۲۹ درجه سلسیوس بالا برده می‌شود تا بذرها پس از ۵ روز جوانه بزنند.

خاک، اکوسیستم‌ها و انسان را پایدار می‌سازد و بر فرایند بوم‌شناسانه (اکولوژی)، تنوع زیستی و چرخه‌های سازگار با شرایط محلی تکیه دارد (۱ و ۴).

مزارع ارگانیک زمانی که در معرض تنش خشکی، گرما، بارندگی‌های زیاد یا هوای سرد خارج از فصل قرار می‌گیرند، عملکرد بیشتری نسبت به محصولات رایج دارند. همچنین، محصولات ارگانیک مقاومت بیشتری به آفات و بیماری‌ها دارند (۱ و ۴).

از مهم‌ترین محصولات تولید شده به‌صورت ارگانیک می‌توان به انجیر، خرما، پسته، بادام، گردو، انار، انگور، مرکبات، شیرین‌بیان و زعفران اشاره کرد (۳). هرچند در سال‌های اخیر اقداماتی برای حمایت و تولید محصولات ارگانیک صورت گرفته ولی سرعت پیشرفت آنها در کشور ایران چشمگیر نبوده و علی‌رغم پتانسیل‌های بالقوه موجود در کشور، رشد چندانی در سطح زیر کشت، عملکرد، تولید و حتی مصرف این محصولات به چشم نمی‌خورد (۱۵).

امروزه، سالانه حدود ۶۰۰۰-۷۰۰۰ متر مکعب سرکه چوب در جهان تولید و مصرف می‌شود. سرکه چوب، ماده حاصل از سرد شدن دوده آتش، به‌عنوان ماده‌ای کاملاً آلی می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای بخشی از مواد شیمیایی مورد استفاده در صنعت کشاورزی معرفی شود. سرکه چوب از فرایند سوختن بقایای گیاهان و یا حیوانات به‌دست می‌آید. در تولید سرکه چوب، بسیاری از مواد خام همانند زغال‌سنگ، چوب، پسماندهای محصولات جنگلی و پسماندهای محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۸).

سرکه چوب به‌عنوان یک ماده آلی، علاوه بر کاربردهای مبارزه با قارچ‌ها و حشرات، در افزایش عملکرد گیاهان نیز نقش به‌سزایی دارد. از کاربردهای سرکه چوب می‌توان به بهبود کیفیت خاک، دفع آفات، کنترل‌کننده‌های رشد گیاهی، تسریع توسعه ریشه، ساقه، غده، برگ، گل و میوه و استفاده برای افزایش مقدار میوه‌های تولید شده در باغ اشاره کرد (۸). از بین بردن بوی بد محیطی یکی دیگر از موارد استفاده از سرکه چوب

جدول ۱. غلظت (میلی‌گرم بر لیتر) تعدادی از عناصر غذایی در سرکه چوب کاج

نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منیزیم	آهن	کلسیم
۹۵۳/۲	۰	۲/۳	۳/۱۸	۲/۸۳	۴۳/۱

عمق ریشه ریحان حدود ۱۶-۱۰ سانتی‌متر و دارای سیستم ریشه ای سطحی است. در بررسی اثر سرکه چوب بر جوانه‌زنی و رشد گیاه شاهی و گل داودی در غلظت‌های ۱۰۰، ۱۰۰۰، ۱۰۰۴، ۱×۱۰۵ بار رقیق شده، مشخص شد که سرکه چوب بامبو بر جوانه‌زنی و رشد ریشه‌چه و محور زیر لپه اثر مثبت دارد و باعث افزایش سرعت رشد در رقت مناسب می‌شود (۱۷).

این پژوهش، به منظور بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف سرکه چوب بر ویژگی‌های رشد و جوانه‌زنی گیاه ریحان به عنوان یک سبزی برگ‌ی با سیستم ریشه‌ای سطحی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ طی دو آزمایش جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی به منظور بررسی تأثیر سرکه چوب بر جوانه‌زنی بذر ریحان (*Ocimum basilicum*) رقم سبز توده همدانی و ویژگی‌های فیزیولوژیک ریحان با ۶ تیمار و ۴ تکرار طراحی و اجرا شد. ماده سرکه چوب کاج از شرکت معین زیست آریا تهیه شد که در جدول (۱) غلظت تعدادی از عناصر غذایی آن نشان داده شده است.

آزمایش اول روی بذرهای ریحان به صورت پرایمینگ در آزمایشگاه و آزمایش دوم به صورت گلدانی در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، با کنترل روزانه دما، میزان رطوبت ۳۰ تا ۵۰ درصد و ۶۰۰۰ لوکس روشنایی با لامپ به صورت ۱۴ ساعت روشنایی، ۱۰ ساعت خاموشی، در بهار سال ۱۳۹۳ اجرا شد. آزمون جوانه‌زنی درون پتری‌دیش‌های ۱۰ سانتی‌متری و با ۵۰ بذر در داخل هر پتری‌دیش انجام پذیرفت. در هر پتری‌دیش مقدار ۴ سی‌سی محلول سرکه چوب اضافه شد و در زمان نیاز با آب مقطر آبیاری شد. در مرحله

جوانه‌زنی، با اندازه‌گیری شاخص‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای ۱۲۵۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۳۳۳ و ۵۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سرکه‌ی چوب (به ترتیب برابر با ۸۰۰، ۵۰۰، ۴۰۰ و ۳۰۰ بار رقیق شده محلول پایه تولید شده توسط کارخانه) انجام شد (۹).

در آزمایش دوم، بذرهای ریحان به صورت مستقیم در گلدان‌های ۴ لیتری کشت شدند و پس از دو هفته دانهال‌ها تنک شدند، به گونه‌ای که در هر گلدان ۱۰ بوته باقی ماند. رشد رویشی ریحان با تیمارهای مشابه مرحله جوانه‌زنی انجام شد. برای اعمال تیمارها در مرحله‌ی رشد رویشی از زمان ۴ برگ‌ی تا پایان دوره به صورت محلول‌پاشی به فاصله هر ۷ روز (مجموعاً چهار بار محلول‌پاشی) روی گیاهان کشت شده انجام شد (۲). صفات مورد مطالعه بر مبنای میانگین بوته‌های ریحان در هر واحد آزمایشی که به طور تصادفی انتخاب می‌شدند، اندازه‌گیری شدند.

در آزمایش اول، شاخص‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی و در آزمایش دوم شاخص‌های مورفولوژیک و رشدی شامل وزن تر و خشک گیاه، طول ساقه، حجم ریشه، طول ریشه، سطح ریشه، محتوای نسبی آب بافت، نشت یونی، سطح برگ و میزان جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، کلسیم و آهن توسط گیاه، کلروفیل‌های a و b و فلورسانس کلروفیل اندازه‌گیری شدند.

پس از گذشت سه هفته از اعمال تیمارها، میزان فلورسانس کلروفیل توسط دستگاه فلورسانس کلروفیل (مدل OS-30 ساخت کشور انگلستان) در دو حالت تاریکی و روشنایی و با انتخاب جوان‌ترین برگ توسعه‌یافته و در مرحله رویشی گیاه در ساعات اولیه صبح اندازه‌گیری شده و به صورت (F_v/F_m) بیان شد (۱۱). شاخص کلروفیل برگ گیاه توسط دستگاه کلروفیل‌سنج (مدل CL-01 ساخت

جوانه‌زنی در تیمار ۲۵۰۰ میلی گرم بر لیتر سرکه چوب مشاهده شد و افزایش ۱۹ درصدی نسبت به شاهد به همراه داشت (شکل ۱-الف). سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۲۵۰۰ میلی گرم بر لیتر نسبت به شاهد اثر معنی داری نداشت و در سایر تیمارها تفاوت معنی داری نشان داد. در تیمار ۱۲۵۰ میلی گرم بر لیتر، بیشترین میزان سرعت جوانه‌زنی مشاهده شد که نسبت به شاهد ۳۰٪ افزایش یافت (شکل ۱-ب).

بر اساس نتایج به دست آمده در شکل‌های (۲-الف) و (۲-ب)، تفاوت معنی داری در میزان وزن تر و خشک گیاه مشاهده نشد.

طول ساقه در تیمارهای ۳۳۳۳ و ۲۵۰۰ میلی گرم بر لیتر سرکه چوب بیشترین میزان را نشان داد و کمترین میزان آن در تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر مشاهده شد (شکل ۳-الف).

حجم ریشه در تیمارهای ۲۵۰۰ و ۳۳۳۳ میلی گرم بر لیتر سرکه چوب بیشترین بود و نسبت به شاهد ۲۵٪ افزایش نشان داد (شکل ۳-ب).

طول ریشه در تیمار ۳۳۳۳ میلی گرم بر لیتر سرکه چوب نسبت به شاهد ۳۴٪ افزایش معنی داری را نشان داد که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی دار است (شکل ۴-الف). سطح ریشه با افزایش غلظت تیمارها نسبت به شاهد ۸۷٪ افزایش معنی دار را نشان داد و در تیمار ۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر بیشترین میزان سطح ریشه مشاهده شد که با کلیه تیمارها تفاوت معنی داری داشت (شکل ۴-ب).

محتوای نسبی آب برگ با افزایش غلظت تیمارها کاهش یافت و این کاهش ۷ درصدی در تیمارهای ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر سرکه چوب معنی دار شد (شکل ۵-الف). تیمار ۳۳۳۳ میلی گرم بر لیتر سرکه چوب بیشترین میزان نشت یونی را نشان داد که تفاوت معنی داری با تیمارهای ۱۲۵۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر داشت (شکل ۵-ب).

شاخص سبزی‌نگی در کلیه تیمارها تفاوت معنی داری را نسبت به شاهد نشان داد و در تیمار ۳۳۳۳ میلی گرم بر لیتر سرکه چوب بیشترین میزان (۳۹٪) نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۶-الف). سطح برگ در تیمارهای ۱۲۵۰ و ۵۰۰۰

کشور انگلستان) در سه برگ از برگ‌های توسعه یافته هر تکرار اندازه‌گیری شده و سپس میانگین آنها به عنوان معیاری از شاخص کلروفیل هر تکرار مدنظر قرار گرفت. سپس، گیاهان جمع‌آوری شده و شاخص‌های رویشی همانند وزن تر ساقه و ریشه، وزن خشک ساقه و ریشه و حجم ریشه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان عناصر منیزیم، کلسیم، آهن و نیتروژن، ابتدا عصاره به شیوه خاکستر خشک تهیه شده و میزان عناصر موجود در بافت توسط دستگاه جذب اتمی (مدل Perkin Elmer AA3030) قرائت شد (۱۶). پتاسیم محلول به وسیله دستگاه فلیم فتومتر (مدل PFP7) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری فسفر به روش کالیمتری (رنگ آبی با اسید اسکوریک) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۸۸۰ نانومتر صورت پذیرفت (۱۳). کلروفیل برگ‌ها به روش لیختنستالر (۲۶) توسط حلال استون ۸۰٪ استخراج شد:

$$\text{Chl a} = 11/24(A_{661/6}) - 2/04(A_{644/8}) \quad [1]$$

$$\text{Chl b} = 20/13(A_{644/8}) - 4/19(A_{661/6}) \quad [2]$$

که در آنها Chl a غلظت کلروفیل a، Chl b غلظت کلروفیل b و A جذب نور در طول موج‌های ۶۶۱/۶ و ۶۴۴/۸ نانومتر است. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به هر صفت به کمک نرم‌افزار سیستم پردازش آماری SAS و نرم‌افزار Statistix نسخه ۴ انجام شد. برای انجام محاسبات و رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی سرکه چوب بر میزان سرعت جوانه‌زنی، طول و سطح ریشه، محتوای نسبی آب برگ، سطح برگ، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و کلسیم، شاخص سبزی‌نگی و کلروفیل a در سطح احتمال ۱٪ و بر درصد جوانه‌زنی، طول ساقه، حجم ریشه، نشت یونی، غلظت آهن و کلروفیل b در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد و بر وزن تر و خشک گیاه اثر معنی داری نداشت (جدول‌های ۲ و ۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد

جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) فاکتورهای اندازه‌گیری شده در ریحان

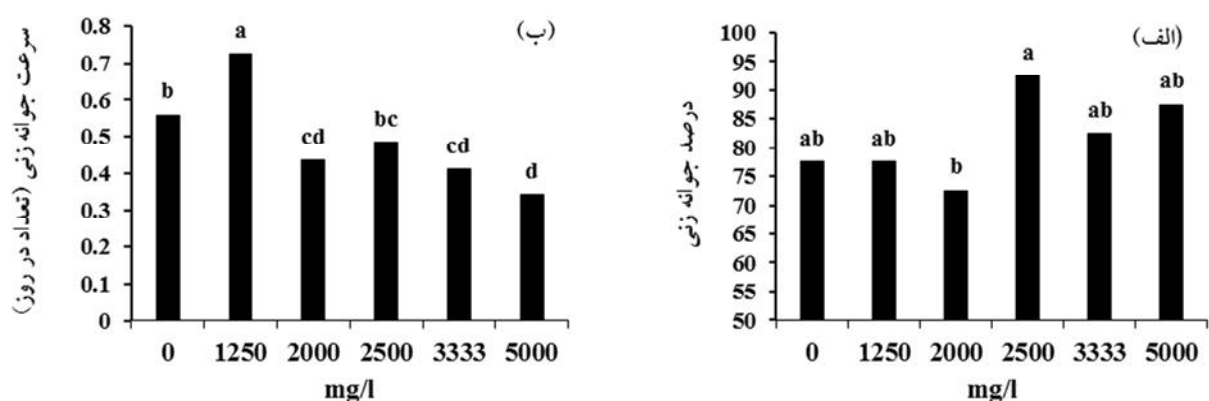
سطح برگ	نشت یونی	محتوای نسبی آب برگ	سطح ریشه	طول ریشه	حجم ریشه	طول ساقه	وزن گیاه خشک	وزن تر گیاه	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	درجه آزادی	منابع تغییرات
۱/۹۳**	۹۰۸/۴۴*	۰/۰۰۹۸**	۶۰۷۴/۹۵**	۲۹/۱۲**	۰/۲*	۵/۸۷*	۰/۰۰۰۸ ^{NS}	۰/۰۳۰۳ ^{NS}	۰/۰۷۳**	۲۱۶/۶۷*	۵	سرکه چوب
۰/۳۲	۲۵۸/۱۲	۰/۰۰۲۴	۱۹/۸۴	۱/۸	۰/۱۱	۰/۷۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۳۲	۰/۰۰۰۶	۱۱۳/۸۹	۱۸	خطا
۱۳/۱۲	۳۶/۹۵	۲/۸۰	۳/۱۲	۸/۰۵	۲۸/۸۷	۴/۰۶	۱۷/۶۰	۱۹/۱۶	۱۵/۲۶	۱۳/۰۷		ضرب تغییرات

NS و * اثر معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اثر معنی‌دار

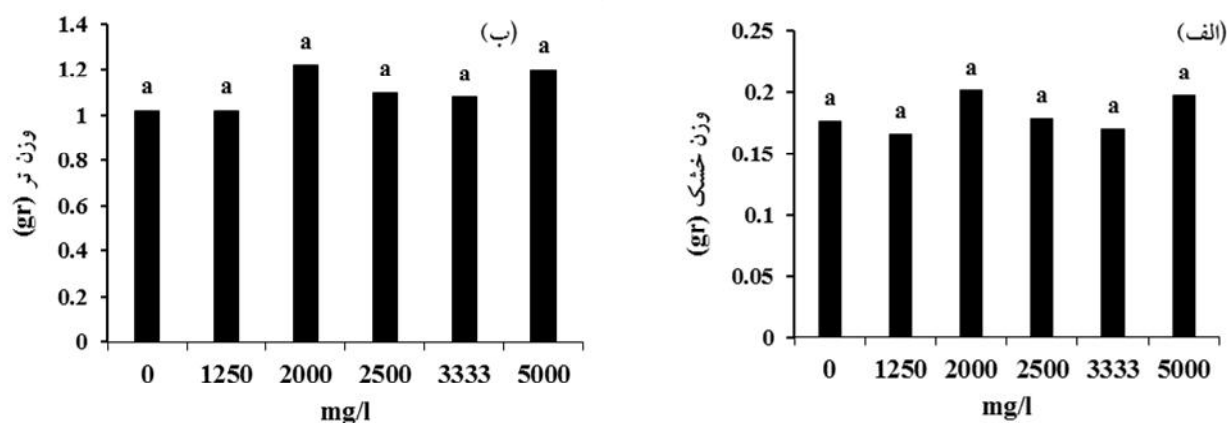
جدول ۳. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) فاکتورهای اندازه‌گیری شده در ریحان

فلورسانس	کلروفیل b	کلروفیل a	شاخص کلروفیل	غلظت آهن	غلظت کلسیم	غلظت منیزیم	غلظت پتاسیم	غلظت فسفر	غلظت نیترژن	درجه آزادی	منابع تغییرات
۰/۰۰۰۱*	۰/۰۱۶۳*	۰/۰۴۰۳**	۳/۸۸۲**	۸۴۸/۱۷*	۰/۵۱**	۰/۰۷**	۰/۵۵**	۰/۰۳**	۱/۰۸**	۵	سرکه چوب
۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۴۲	۰/۰۱۳۴	۰/۳۵۳	۵۱۹۰/۵۴	۰/۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۱۲	۱۸	خطا
	۲/۳۱	۸/۲۱	۱۰/۰۳	۲۵/۰۹	۸/۲۷	۱۱/۰۹	۴/۰۳	۱۵/۸۲	۶/۵۲		ضرب تغییرات
** و * اثر معنی دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪											

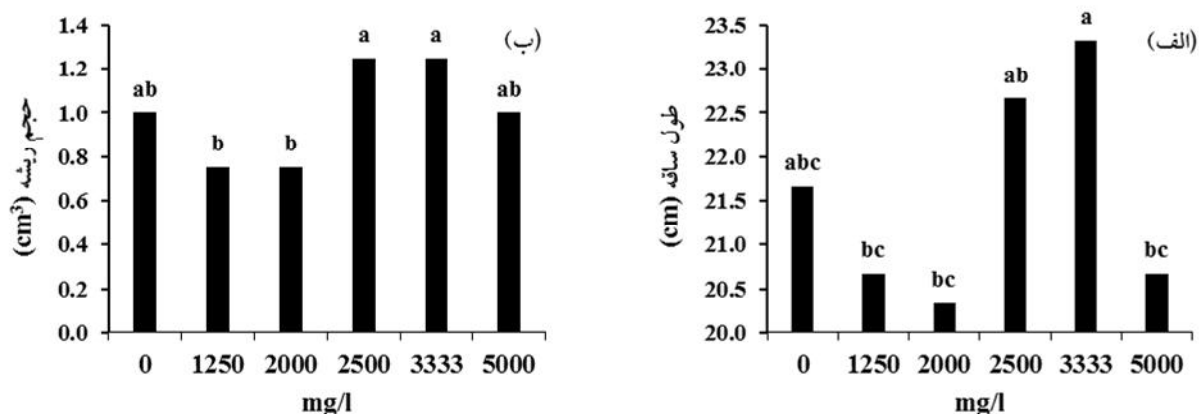
** و * اثر معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪



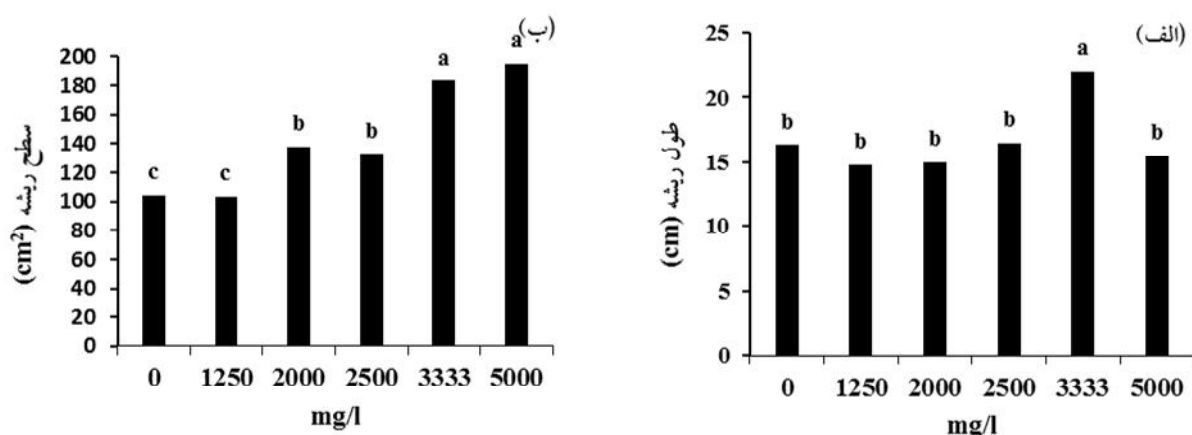
شکل ۱. مقایسه میانگین تأثیر سرکه چوب بر الف) درصد جوانه زنی و ب) سرعت جوانه زنی؛ ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD نیستند.



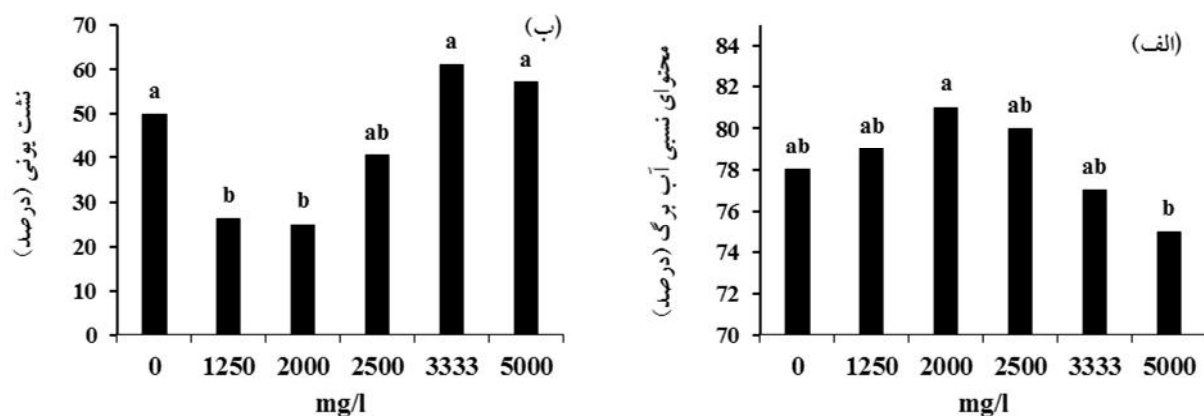
شکل ۲. مقایسه میانگین تأثیر سرکه چوب بر الف) وزن تر و ب) وزن خشک گیاه؛ ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD نیستند.



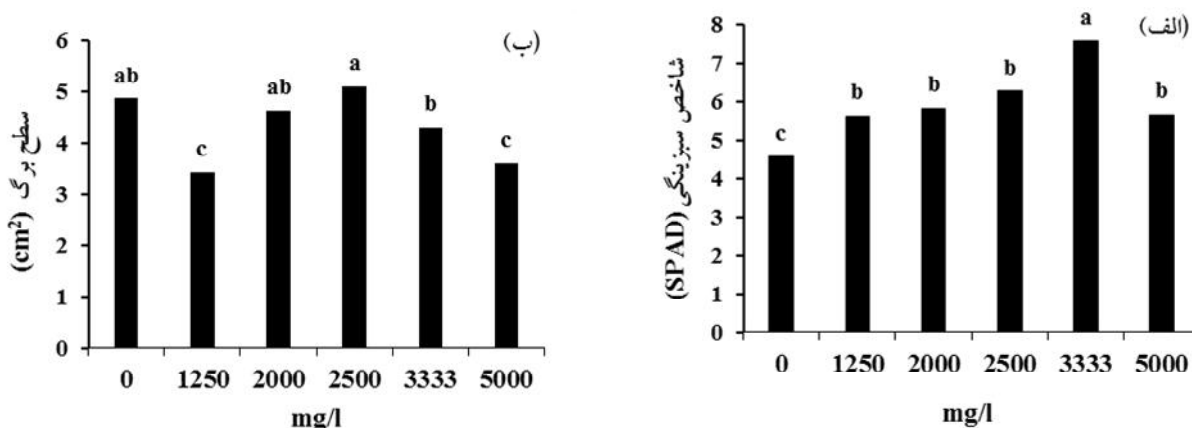
شکل ۳. مقایسه میانگین تأثیر سرکه چوب بر الف) طول ساقه و ب) حجم ریشه؛ ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD نیستند.



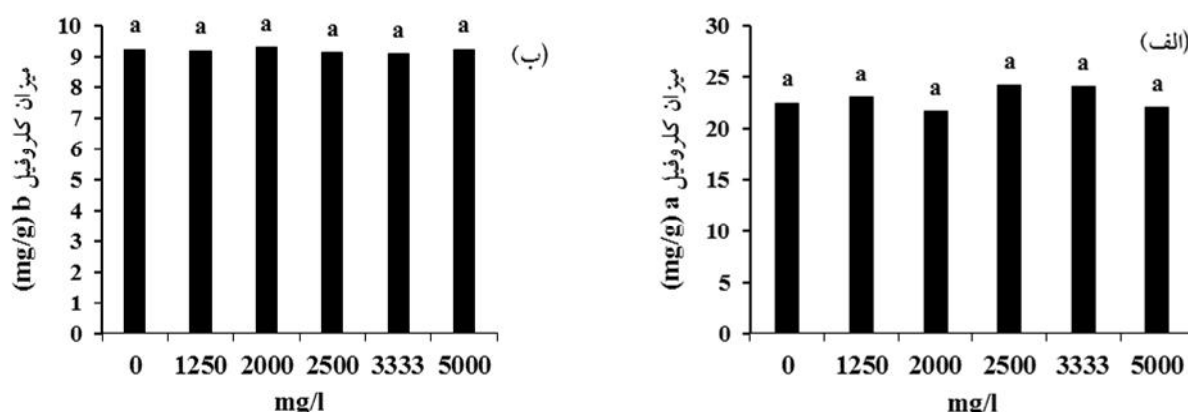
شکل ۴. مقایسه میانگین تأثیر سرکه چوب بر (الف) طول ریشه و (ب) سطح ریشه؛ ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD نیستند.



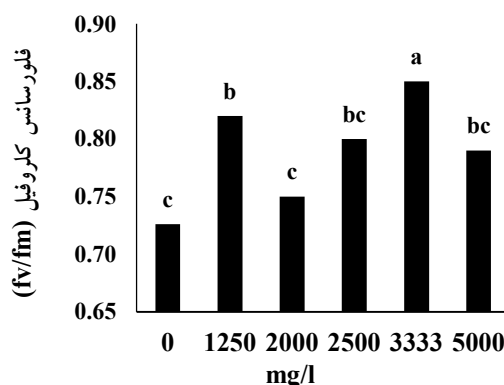
شکل ۵. مقایسه میانگین تأثیر سرکه چوب بر (الف) محتوای نسبی آب برگ و (ب) نشت یونی؛ ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD نیستند.



شکل ۶. مقایسه میانگین تأثیر سرکه چوب بر (الف) شاخص سبزیگی و (ب) سطح برگ؛ ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD نیستند.



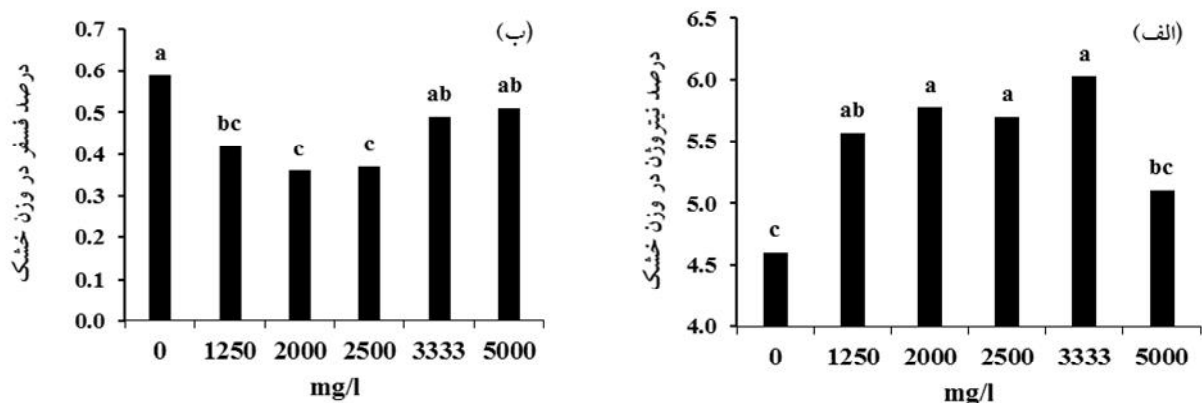
شکل ۷. مقایسه میانگین تأثیر سرکه چوب بر الف) کلروفیل a و ب) کلروفیل b؛ ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD نیستند.



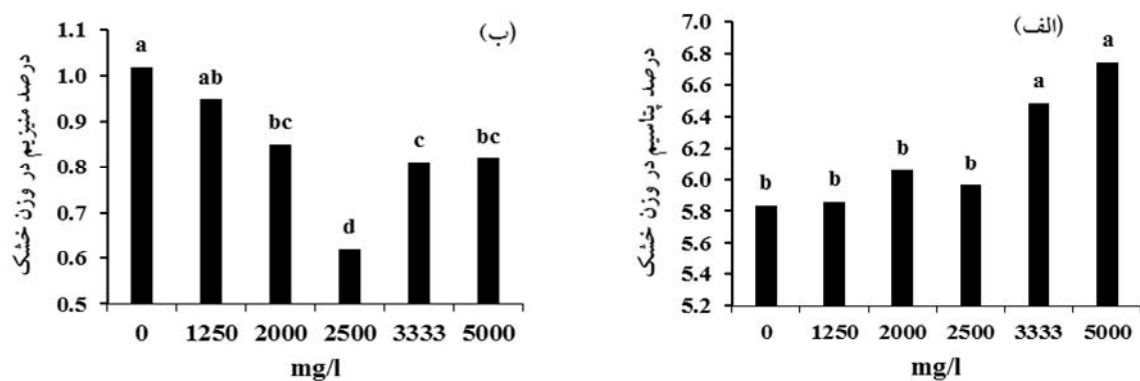
شکل ۸. مقایسه میانگین تأثیر سرکه چوب بر کلروفیل فلورسانس؛ ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD نیستند.

درصد فسفر در تیمارهای ۱۲۵۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داد (شکل ۹-ب). درصد پتاسیم در تیمارهای ۳۳۳۳ و ۵۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سرکه چوب نسبت به شاهد به ترتیب ۱۳ و ۱۰ درصد افزایش یافت و نسبت به سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد (شکل ۱۰-الف). درصد منیزیم در تیمار ۱۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ولی سایر تیمارها نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نشان دادند (شکل ۱۰-ب). درصد کلسیم در تیمارهای ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ میلی‌لیتر بر لیتر سرکه چوب نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری داشت (شکل ۱۱-الف).

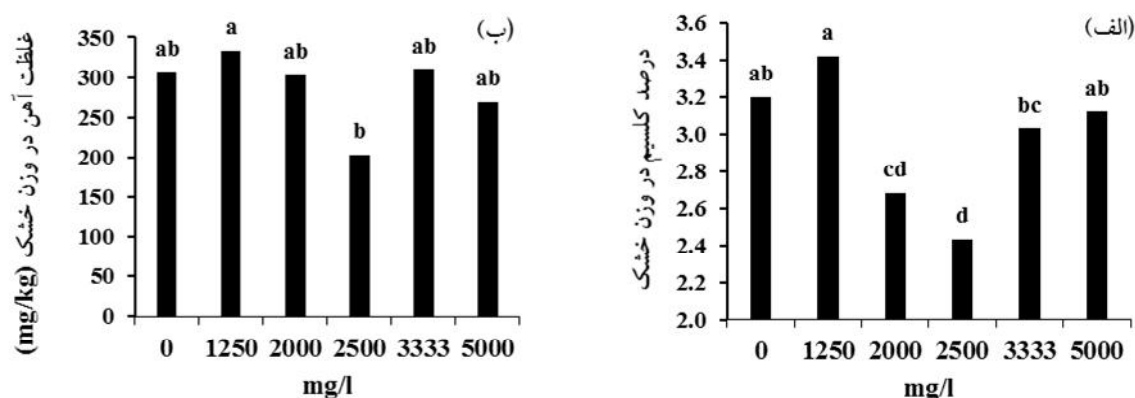
میلی‌گرم بر لیتر نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد و بیشترین میزان سطح برگ متعلق به تیمار ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سرکه چوب بود (شکل ۶-ب). اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای اعمال شده در میزان کلروفیل a و b مشاهده نشد (شکل‌های ۷-الف و ۷-ب). میزان فلورسانس کلروفیل در تیمار ۳۳۳۳ میلی‌گرم بر لیتر سرکه چوب بیشترین میزان را نشان داد و نسبت به شاهد ۱۵٪ افزایش یافت (شکل ۸). میزان نیتروژن در تیمار ۳۳۳۳ میلی‌گرم بر لیتر سرکه چوب نسبت به شاهد ۲۳٪ افزایش معنی‌داری نشان داد (شکل ۹-الف).



شکل ۹. مقایسه میانگین تأثیر سرکه چوب بر (الف) درصد نیتروژن و (ب) فسفر در وزن خشک اندام هوایی؛ ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD نیستند.



شکل ۱۰. مقایسه میانگین تأثیر سرکه چوب بر درصد پتاسیم و منیزیم در وزن خشک اندام هوایی؛ ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD نیستند.



شکل ۱۱. مقایسه میانگین تأثیر سرکه چوب بر (الف) درصد کلسیم و (ب) غلظت آهن در وزن خشک اندام هوایی؛ ستون‌هایی که در یک حرف مشترک هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD نیستند.

غلظت آهن در هیچ‌کدام از تیمارها نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۱۱-ب).

بحث

در تعدادی از نتایج گزارش شده توسط پژوهشگران نشان داده شده است که آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع سبب افزایش مقدار و سرعت جوانه‌زنی می‌شود. از بین رفتن پوشش بذری و تغییرات شیمیایی بذری در اثر دود و سایر مواد حاصل از آتش‌سوزی از مکانیسم‌های مهم افزایش مقدار و سرعت جوانه‌زنی است (۷، ۸، ۱۰ و ۱۱). استفاده از تیمارهای مختلف سرکه چوب (ماده به‌دست آمده از میعان دوده آتش) به‌گونه‌ای باعث ایجاد شرایط آتش‌سوزی بدون گرما شده است تا تأثیر واکنش‌های شیمیایی آتش‌سوزی را بر گیاهان و بذرها شبیه‌سازی کند. از این‌رو، در بذره‌های ریحان، با افزایش غلظت سرکه چوب، درصد جوانه‌زنی افزایش پیدا کرد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، گمان می‌رود که اسیدهای موجود در سرکه چوب، به‌ویژه اسید استیک، نقش به‌سزایی را به‌عنوان یک حلال مناسب به‌منظور نرم کردن پوسته بذرها ایفا می‌کنند. اولین تأثیر مثبت سرکه چوب را می‌توان در افزایش رشد گیاهان دید که این ویژگی را معمولاً به ترکیبات متانول و فرفورال موجود در آن نسبت می‌دهند (۳۲) از طرفی، با وجود مواد دیگر، همانند فنل و کریوزول، بیان کردند که سرکه چوب می‌تواند به‌صورت مهارکننده رشد نیز عمل نماید و سبب کاهش رشد شود (۳۶). یاشیموتو (۳۷) در بررسی‌های خود در مورد چگونگی عملکرد سرکه چوب، نشان داد که مواد موجود در این ترکیب مانند هورمون عمل کرده و در غلظت کم، تأثیر مثبتی بر خاک می‌گذارند. پژوهش کادوتا (۲۱) در سال ۲۰۰۲ نشان داد که افزودن سرکه چوب به درخت گلابی ژاپنی باعث افزایش معنی‌دار میزان ریشه‌دهی گیاه نسبت به شاهد شده است. یاشیموتو (۳۷) نیز یکی دیگر از اثرات مثبت و عملکردهای سرکه چوب را تحریک ریشه‌دهی بیشتر و طویل شدن ریشه گیاه بیان کرد.

به‌نظر می‌رسد که با افزایش تیمار سرکه چوب، تعادل ترکیبات گیاهی همچون تنظیم‌کننده‌های رشد تغییر نموده و بر میزان رشد گیاه تأثیر می‌گذارد، که با افزایش طول ساقه، میزان وزن تر و به‌تبع آن وزن خشک افزایش می‌یابد. پژوهش‌ها حاکی از آن است که استفاده از سرکه چوب سبب افزایش میزان وزن تر گیاه و میوه نسبت به شاهد می‌شود (۲۹). تاکنون پژوهش‌های کافی در خصوص مکانیسم این ماده انجام نشده است. مانگ کانکام‌چائو و همکاران (۲۹) اعلام کردند که با کاربرد سرکه چوب، عملکرد در گوجه‌فرنگی افزایش پیدا کرد و همچنین وزن کل بوته خشک و همچنین عناصر موجود در گیاه به‌طور قابل توجهی افزایش یافت. سرکه چوب در توسعه دانه‌ال ذرت (۱۱)، تربچه و حبوبات (۱۰) و گوجه‌فرنگی (۳۱) اثر به‌سزایی را به همراه دارد و پژوهشگرانی همچون کالکاری و همکاران (۲۴) این موضوع را در محصول گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای تأیید کرده‌اند. مطابق با نتیجه به‌دست آمده، حجم، سطح و طول ریشه در ریحان با افزایش تیمار سرکه چوب افزایش یافته است. استفاده از سرکه چوب به‌صورت کاربرد خاکی سبب افزایش جمعیت ریزجانداران مفید خاک شده و با توجه به عمل انجام شده، ریشه گیاه نیز توسعه می‌یابد (۳۵). در مطالعه ایشی‌مین و همکاران (۲۰) که روی نیشکر بهاره انجام شد، دریافتند که تولید ماده خشک، رشد ریشه، تعداد ساقه، طول ساقه، قطر ساقه و قند محلول در ساقه با کاربرد مخلوطی از سرکه چوب و زغال افزایش یافت. طول ساقه در تیمار ۳۳۳۳ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سرکه چوب بیشترین میزان را نشان داد. طول ریشه در تیمار ۳۳۳۳ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به شاهد ۳۴٪ افزایش معنی‌دار را نشان داد (شکل‌های ۳ و ۴-الف). نتایج به‌دست آمده توسط یاماتو و همکاران (۳۵) و بارت (۹) بیان می‌کنند که سرکه چوب موجب رشد و توسعه ریشه آکاسیا می‌شود که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد. سرکه چوب را می‌توان هم به شکل اسپری برگ‌ری و یا محلول به‌صورت کاربرد خاکی استفاده کرد که هیچ تفاوت معنی‌داری در استفاده با دو روش ذکر شده وجود ندارد، پس، اثرگذاری سرکه چوب به‌واسطه تحریک فعالیت گیاهی است که سبب افزایش و

استفاده از سرکه چوب در کشاورزی توسط کشاورزان بومی آسیای شرقی در کشت‌هایی مانند برنج، خیار، لوبیا، گوجه فرنگی و سایر سبزی‌ها نشان داده که می‌تواند به‌عنوان یک حشره‌کش یا دورکننده حشرات نیز کاربرد داشته باشد (۳۰).

نتیجه‌گیری

استفاده از سرکه چوب برای افزایش رشد گیاهان، تولید بیشتر در کشاورزی دارای پتانسیل بالایی است. به‌گونه‌ای که می‌توان رشد گیاه را با استفاده از سرکه چوب تا حدود ۷۰-۸۰ درصد افزایش داد. نتایج حاصل از آزمایش جوانه‌زنی نشان داد که در غلظت‌های بیشتر سرکه چوب، درصد جوانه‌زنی بذرهای ریحان افزایش یافت. در آزمایش دوم، شاخص‌های رشدی شامل حجم، طول و سطح ریشه، طول ساقه، میزان سبزی‌نگی و کلروفیل برگ و همچنین درصد عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در غلظت ۳۳۳۳ میلی‌گرم بر لیتر سرکه چوب بیشترین میزان را نشان دادند. بنابراین، سرکه چوب در افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی بذرهای ریحان مؤثر بوده و می‌تواند در افزایش شاخص‌های رشدی گیاه نیز مورد استفاده قرار گیرد. از آنجایی که در اکثر شاخص‌های رشدی، فیزیولوژیک و جذب عناصر، کاربرد سرکه چوب در تیمار ۳۳۳۳ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین میزان افزایش را نشان داد، بنابراین می‌توان این غلظت از سرکه چوب را پیشنهاد کرد. اگرچه در این بررسی کاربرد سرکه چوب بر جوانه‌زنی و افزایش شاخص‌های رشدی ریحان مؤثر بود، ولی لازم است پژوهش‌های تکمیلی در خصوص انواع سرکه چوب و کاربرد آنها در سطوح وسیع انجام گیرد.

توسعه ریشه می‌شود (۳۲). نتایج پژوهش‌ها نشان داده که اسپری برگی و کاربرد خاکی سرکه چوب اثرات مشابه را در حجم و عمق ریشه در پی داشته است (۳۸). با کاربرد سرکه چوب، سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ نیز برتری محسوسی را نسبت به شاهد نشان داده است (۲۰). شاخص سبزی‌نگی در کلیه تیمارها تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد و در تیمار ۳۳۳۳ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین میزان (۳۹٪) نسبت به شاهد افزایش یافت. ترکیبات استری موجود در سرکه چوب باعث افزایش کلروفیل می‌شود که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. ترکیبات استری همچنین به تشکیل قند و اسیدآمینو کمک می‌کنند تا نتایج آن مزه بهتر در تولید و مقاومت بیشتر علیه آفات و بیماری‌ها باشد (۱۹).

سرکه چوب حاوی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف شامل پتاسیم، آهن، منگنز، فسفر، آلومینیوم، مس، کلسیم، روی، سدیم و سری است (۳۹). اکثر این عناصر در فعالیت‌های حیاتی گیاه و افزایش فتوسنتز نقش دارند. گیاهان در بین همه ریزمغذی‌ها بیشترین نیاز را به آهن دارند. آهن برای سنتز کلروفیل مورد نیاز است (۳۳). وجود همزمان اسید استیک با کاتیون‌های کلسیم و آهن با تشکیل کمپلکس از رسوب آهن در خاک جلوگیری می‌شود (۳۳). به‌طوری که با کاربرد سرکه چوب، مقدار pH، نیتروژن کل و فسفر قابل دسترس، ظرفیت تبادل کاتیونی، مقدار کاتیون‌های تبادلی و اشباع افزایش می‌یابد که سبب بهبود ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های غیر حاصلخیز مناطق گرمسیری می‌شود. انتظار می‌رود استفاده از سرکه چوب در کشاورزی سبب تشکیل یک منبع کربن در خاک شده و از این طریق باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود (۳۵).

منابع مورد استفاده

۱. بایوردی، م.، ج. ملکوتی، ح. امیرخانی و م. نفیسی. ۱۳۷۹. تولید و مصرف کودهای شیمیایی برای کشاورزی پایدار. خدمات فناوری آموزشی، کرج.
۲. حسن پناه، د. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف سرکه چوب بر تولید مینی‌تیوبر سیب‌زمینی رقم آگريا در شرایط گلخانه‌ای. علوم به‌زراعی گیاهی ۲(۴): ۶۷-۷۵.

۳. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. ۱۳۹۰. بررسی وضعیت کشاورزی ارگانیک در ایران. گزارش دفتر مطالعات زیربنایی.
۴. ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. انتشارات آموزش کشاورزی، تهران.
5. Anonymous. 2007. Potato project 2007. Focus on form. Retrieved 2009, from <http://www.puffergas.com/terra/potato-2007.html>
6. Anonymous. 2009. Wood vinegar. Focus on form. Retrieved 2009, from <http://cukayu.blogspot.com>.
7. Baxter, B., J. Granger and J. Van Staden. 1995. Plant-derived smoke and seed germination: Is all smoke good smoke? That is the burning question. South Afr. J. Bot. 61: 275-277.
8. Brown, N., J. Van Staden, M. Daws and T. Johnson. 2003. Patterns in the seed germination response to smoke in plants from the Cape Floristic Region, South Africa. South Afr. J. Bot. 69: 514-525.
9. Burnette, R. 2010. An introduction to wood vinegar. ECHO Asia Regional Office, Accessed February 13, 2013, <http://c.yumcdn.com/sites/www.echocommunity.org>.
10. Commander, L., D. Merritt, D. Rokich, G. Flematti and K. Dixon. 2008. Seed germination of *Solanum spp.* (Solanaceae) for use in rehabilitation and commercial industries. Aust. J. Bot. 56: 333-341.
11. Daly, M.J. and D.P.C. Stewart. 1999. Influence of "effective microorganisms" (EM) on vegetable production and carbon mineralization- a preliminary investigation. J. Sustain. Agric. 14: 15-25.
12. Dixon, K.W., S. Roche and J.S. Pate. 1995. The promotive effect of smoke derived from burnt native vegetation on seed germination of Western Australian plants. Oecologia 101: 185-192.
13. Eaton, A.D., L.S. Clesceri and A.E. Greenberg. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th Edition, American Public Health Association, Washington, D.C.
14. El-Tarabily, K.A., A.H. Nassar, G.E.S.J. Hardy and K. Sivasithamparam. 2003. Fish emulsion as a food base for rhizobacteria promoting growth of radish (*Raphanus sativus* L. var. Sativus) in a sandy soil. Plant Soil 252: 397-411.
15. FIBL/IFOAM. 2011. Organic Agriculture World Wide. Net on Website: [www.organic-world.net /fileadmin/documents/yearbook/2012/fibl-ifoam-survey-data-2009-global-data](http://www.organic-world.net/fileadmin/documents/yearbook/2012/fibl-ifoam-survey-data-2009-global-data).
16. Hamada, A.M. and A.E. EL-Enany. 1994. Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. Biol. Plant. 36: 75-81.
17. Helga, W., Y. Minou and N. Sorensen. 2007. The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2009. IFOAM. 15: 18-25.
18. Hisashi Y, W. Hisako, Y. Sadao, S. Takao, O. Mitsuho, M. Kazunori and M. Matsutoshi. 1995. Promoting effect of wood vinegar compounds on fruit-body formation of *Pleurotus ostreatus*. J. Mycosci. 36: 173-177.
19. Leong, S. 2011. The use of wood vinegar in reducing the dependence on agro-chemicals. Focus on form: Retrieved 2011, from <http://www.agrowingculture.org/2011/04/the-use-of-wood-vinegar-in-reducing-the-dependence-on-agro-chemicals>.
20. Imanparast, L., D. Hassanpanah and A. Gadimov. 2009. Evaluation of wood vinegar effect on wheat seeds for fungus disease control under in vitro condition. ANAS 7: 173-175.
21. 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.). IITA 38: 281-285.
22. Kadota, M., T. Hirano, K. Imizu and Y. Niimi, 2002. Pyroligneous acid improves in vitro rooting of Japanese pear cultivars. Hort. Sci. 37(1): 194-195.
23. 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. Agric. Hort. 25: 353-368.
24. Ku, C. and S. Mum. 2006. Characterization of pyrolysis tar derived from lignocellulosic biomass. Ind. Eng. Chem. Res. 12: 853-861.
25. 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. Hort. Sci. 42: 179-182.
26. Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids, the pigments of photosynthetic biomembranes. PP. 350-382. In: Douce, R. and L. Packer (Eds.), Methods in Enzymology, Academic Press Inc., New York.
27. Mahmoudi, H., O. Renn, V. Hoffmann, S. Van Passel and H. Azadi. 2014. Social risk screening using a socio-political ambiguity approach: The case of organic agriculture in Iran. J. Risk Res. 18(6): 747-770.
28. Mu, J., T. Uehara and T. Furuno. 2003. Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants. Wood Sci. 49: 262-270.
29. 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.

30. Nurhayati, T., H. Roliadi and N. Bermawie. 2005. Production of mangium (*Acacia mangium*) wood vinegar and its utilization. J. Forest Res. 2: 13-25.
31. 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. Washington, USA.
32. Tongdeethare, S. 2002. Wood vinegar the new organic compound for agriculture. Kehakaset 26: 96-101.
33. Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. 4th Edition, Sinauer Associates, Inc. Publishers, Massachusetts, 676 p.
34. Wei, Q.Y., G.Q. Liu, X.M. Wei, X.X.X. Ma, L. Dong and R.J. Dong. 2009. Influence of wood vinegar as leaves fertilizer on yield and quality of celery. J. China Agric. Univ. 14(1): 89-92.
35. Yamato, M., Y. Okimori, I.F. Wibowo, S. Anshori and M. Ogawa. 2006. Effects of the application of charred bark of *Acacia mangium* on the yield of maize, cowpea and peanut, and soil chemical properties in South Sumatra, Indonesia. SSPN 52: 489-495.
36. 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.
37. Yashimoto, T. 1994. Toward enhanced and sustainable agricultural productivity in the 2000's. Breeding Research and Biotechnology Proceedings of The 7th International Congress of the Society for the Advancement of Breeding Researches in Asia and Oceania (SABRAO), pp. 811-820.
38. Yoshimura, H., H. Washio, S. Yoshida, T. Seino, M. Otaka, K. Matsubara and M. Matsubara. 1995. Promoting effect of wood vinegar compounds on fruit-body formation of *Pleurotus ostreatus*. Mycosci. 36: 173-177.
39. Zulkarami B., Md. Ashrafuzzaman, M. Husni Omar and M. Razi 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.

Effect of Pine Wood Vinegar on Germination, Growth and Physiological Characteristics, and Uptake of Elements in Basil

B. Abdolahipour¹ and M. Haghighi^{1*}

(Received: 7 October 2017 ; Accepted : 16 November 2018)

Abstract

The use of organic materials is increasing in agriculture and industrial products due to their less side effects than chemical materials. In order to study the effect of pine wood vinegar (Pyroligneous acid) on growth and physiological traits of basil, two experiments were designed and conducted in 2014, based on a completely randomized design with 6 treatments (0, 1250, 2000, 2500, 3333 and 5000 mg/L) and 4 replications. The first experiment was conducted in the laboratory in order to study the wood vinegar priming on basil seeds and the second experiment was performed in the Research Greenhouse of College of Agriculture, Isfahan University of Technology. Application of 1250 mg/L wood vinegar increased germination percentage of the basil seeds and 2500 mg/L treatment speeded up the germination process. In the second experiment, maximum volume and length of roots were observed in the 3333 mg/L treatment and the highest root surface was measured in the 5000 mg/L treatment. Nitrogen concentration in the 3333 mg/L treatment, potassium concentration in the 5000 mg/L treatment, and calcium and iron concentrations in the 1250 mg/L treatment were at the highest level compared to other treatments. Chlorophyll fluorescence, SPAD, ion leakage and chlorophyll a content showed the highest levels in the 3333 mg/L treatment. Based on the results of the second experiment, most growth parameters of the basil were at the highest level by application of 3333 mg/L pine wood vinegar. Therefore, this concentration of pine wood vinegar can be recommended.

Keywords: Basil, Yield, Uptake of elements, Chlorophyll, Ion Leakage.

1. Dept. of Hort., College of Agric., Isfahan Univ. of Technol., Isfahan, Iran.

* Corresponding Author, Email: mhaghighi@cc.iut.ac.ir