مقاله پژوهشی

پاسخ برخی ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی نشاء خیار در بسترهای مختلف کشت به محلول‌پاشی سرکه چوب

صدیقه افشاری‌پور[۱]، عبدالمجید میرزاعلیان دستجردی[۱*]، اعظم سیدی[۲]

[۱] گروه علوم باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

[۲] گروه علوم باغبانی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۱۲/۲۴)

چکیده

در این پژوهش، تأثیر محلول‌پاشی سرکه چوب بر ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی نشاء خیار در بسترهای مختلف کشت به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در بهار ۱۴۰۱ در گلخانه پژوهشی دانشگاه جیرفت مورد بررسی قرار گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل دو نوع بستر کشت (کوکوپیت (۷۵٪) + پیت‌ماس (۲۵٪) و پالم‌پیت (۷۵٪) + ورمی‌کمپوست (۲۵٪)) و پنج ترکیب سرکه چوب (شاهد، سرکه چوب بلوط ۰/۵ و یک درصد و سرکه چوب پسته ۰/۵ و یک درصد) بود. نتایج نشان داد که بیشترین وزن تر و خشک ریشه و شاخساره، طول ریشه، رنگیزه‌های فتوسنتزی و اکسین متعلق به نشاءهای رشد کرده در بستر کشت پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست بود. محلول‌پاشی سرکه چوب پسته ۰/۵ و یک درصد به‌ترتیب در بسترهای کوکوپیت + پیت‌ماس و بستر پالم‌پیت + ورمی-کمپوست منجر به بیشترین وزن تر ریشه شد. استفاده از سرکه چوب پسته ۰/۵ درصد در بستر کوکوپیت و پیت‌ماس در مقایسه با شاهد موجب افزایش وزن خشک شاخساره (۱۳/۸ درصد) و نسبت وزن خشک شاخساره به ریشه (۲۸/۴ درصد) گردید. کاربرد سرکه چوب بلوط یک درصد در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست باعث افزایش طول ریشه (۵۱/۹ درصد)، کلروفیل b (۳ درصد)، هورمون اکسین (۲۴/۷ درصد) و فنل کل (۲۱/۷ درصد) نسبت به شاهد شد. در نهایت براساس نتایج این پژوهش محلول‌پاشی با سرکه چوب بلوط یک درصد در بستر کشت پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست برای تولید نشاء خیار توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: پالم‌پیت، اکسین، محیط‌کشت، ورمی‌کمپوست

مقدمه

خیار با نام علمی *Cucumis sativus* L. متعلق به خانواده Cucurbitaceae است و از سبزی‌های مهم اقتصادی جهان است (Feng *et al*., 2020). ایران بعد از چین، ترکیه و روسیه چهارمین کشور تولیدکننده خیار است. همچنین در ایران، بعد از گوجه‌فرنگی، خیار بیشترین محصول تولیدشده در گلخانه است (Khafajeh *et al*., 2020). تا چند سال گذشته، کشت بذر خیار به‌صورت مستقیم در خاک گلخانه بوده است اما اخیراً با افزایش قیمت نهاده‌ها و بذر، کشت نشایی خیار اهمیت زیادی پیدا کرده است.

کاشت نشاء به‌جای بذر منجر به کاهش عملیات داشت و مصرف نهاده‌ها از جمله آب و سوخت، استفاده بهینه از زمین،

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: mirzaalian@hormozgan.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]

امکان استفاده از فصل رشد بیشتر، افزایش بازدهی تولید، زودرسی محصول و بازگشت سریع‌تر سرمایه تولیدکننده می‌شود (جوانمردی، ۱۳۸۸). گیاهان جوان در مرحله اولیه رشد نسبت به عوامل مختلف محیطی حساس هستند، بنابراین یکی از عوامل کلیدی برای رشد نهال‌های سالم، انتخاب بستر مناسب است. محیط رشد نشاء بر پارامترهای کیفی و رشدی نشاء و همچنین عملکرد کل گیاه تأثیر می‌گذارد (Jankauskiene *et al*., 2019). بسترها از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی بسیار متفاوت هستند (Fermino and Kampf, 2012)، به همین دلیل، انتخاب ترکیب مناسب بستر کشت برای رشد گیاهان بسیار ضروری است (Mondragon-valero *et al*., 2017). پیت یکی از پرکاربردترین و در عین حال بهترین بسترهای طبیعی است که برای پرورش سبزی‌ها، گیاهان زینتی، قارچ و در نهالستان‌ها استفاده می‌شود (Van Gerrewey *et al*., 2020). ظرفیت بالای تبادل کاتیونی پیت‌ماس موجب جذب مواد مغذی گیاه می‌شود (Carlile *et al*., 2015). به‌دلیل نگرانی‌های مربوط به تولید پیت، فشارهای دولتی و اجتماعی برای کاهش یا حذف تدریجی پیت به‌عنوان یک بستر کشت وجود دارد (Carlile and Coules, 2013). پژوهشگران به دنبال جایگزین‌هایی برای محیط‌کشت گیاهی هستند تا با حفظ خواص رشد بهینه گیاه، کاربرد پیت را به حداقل برسانند (Van Gerrewey *et al*., 2020). کوکوپیت یکی از اجزای تشکیل‌دهنده محیط‌کشت است که در کشورهای گرمسیری به‌وفور یافت می‌شود (Abad *et al*., 2002; Awang *et al*., 2009, 2010). از آن‌جایی‌که کوکوپیت از گیاه نارگیل تولید می‌شود، صنعت تولید آن محدود به مناطق خاصی است و واردات و به‌کارگیری آن در بستر هیدروپونیک برای کشورهای دیگر پرهزینه است (Dhen *et al*., 2018)، ولی جز اصلی بستر کشت در مناطق استوایی است (Abad *et al*., 2002; Awang *et al*., 2009). ورمی‌کمپوست نوعی کود ارگانیک کشاورزی است که از تبدیل مواد آلی به مواد شبه‌هوموس توسط نوعی کرم خاکی تولید می‌شود و موجب افزایش رشد گیاه می‌گردد (Ozyazici and Turan, 2021). از مزیت‌های ورمی‌کمپوست می‌توان به محتوای مواد غذایی آن از جمله وجود عناصر فسفر، نیتروژن و پتاسیم نسبت به سایر کودهای آلی اشاره کرد (Parastesh *et al*., 2019).

سالیانه از هر نخل حدود ۲۵-۱۵ برگ (پیر، شکسته یا آسیب‌دیده) جدا می‌شود که هر برگ بین ۳-۲ کیلوگرم وزن دارد و با توجه به تعداد زیاد درخت خرما حجم زیادی ضایعات تولید می‌شود (Mohammadi Ghehsareh and Shirani, 2014). تولید کمپوست از ضایعات نخل می‌تواند یک روش اقتصادی و دوست‌دار محیط‌زیست باشد (Benabderrahim *et al*., 2018). به‌نظر می‌رسد که تبدیل ضایعات خرما به یک ماده کاربردی در صنعت باغبانی می‌تواند یک روش جدید و نوآورانه باشد که به‌عنوان کود آلی یا بستر کشت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Dhen *et al*., 2018). کمپوست ضایعات نخل نسبت به کوکوپیت قابلیت نگه‌داری آب بیشتری داشته و می‌تواند آب را ۸/۵ برابر وزن خشک خود جذب کند (Chandrasekaran and Bahkali, 2013; Shirani, 2013; Benabderrahim *et al*., 2018; Dhen *et al*., 2018). نتایج گزارشات قبلی نشان داد که کمپوست مناسب تولیدشده از مواد نخل خرما و توانایی آن در بهبود خواص فیزیکوشیمیایی بستر می‌تواند به‌عنوان بستر جایگزین برای پیت‌ماس وارداتی استفاده شود (Raja *et al*., 2021).

سرکه چوب که از آن به‌عنوان اسید چوب و یا اسید پیرولیگنوس یاد می‌شود، مایعی قهوه‌ای رنگ، کدر یا شفاف است که از فرآیند پرولیز به‌دست می‌آید. این ماده می‌تواند به‌عنوان کود و اصلاح‌کننده خاک استفاده شود، که موجب بالابردن سطح مواد مغذی خاک می‌شود (Nibalvos and Tan Nibalvos, 2021). این ترکیب آلی دارای اسیدهای آلی، کتون‌ها، آلدئیدها، الکل‌ها، بنزن و مشتقات آن، فنل‌ها و مشتقات آن، آلکیل فنیل اترها، مشتقات کربوهیدراتی و ترکیبات نیتروژن‌دار است (Qin *et al*., 2010; Ma *et al*., 2013; Zhu *et al*., 2021). به‌طور گسترده به‌عنوان یک دافع حشرات، بهبوددهنده خاک و کود برگی استفاده می‌شود، همچنین سرعت جوانه‌زنی بذر، رشد ریشه، ساقه، برگ، گل و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]

میوه را تسریع می‌کند (Wang *et al.*, 2019). استفاده از سرکه چوب به‌دلیل داشتن ترکیبات استری باعث افزایش محتوای کلروفیل و تحریک واکنش فتوسنتزی می‌گردد. همچنین وجود ترکیبات متانول و فورفورال موجود در سرکه چوب موجب افزایش رشد گیاه می‌شود (توپا و افهامی‌سیسی، ۱۳۹۷). استفاده از سرکه چوب می‌تواند رشد گیاه را از طریق بهبود اسیدیته خاک و جذب عناصر نیتروژن و فسفر از خاک به گیاه افزایش دهد (Lei *et al.*, 2018). کاربرد سرکه چوب بر رشد گیاه و جوانه‌زنی بذر تأثیر بسزایی دارد و رشد سریع ریشه و برگ را در مدت زمان کوتاهی امکان‌پذیر می‌کند (De Guzman and Dadural, 2021; De Guzman and Cababaro, 2021). بنابراین این پژوهش به‌منظور بررسی محلول‌پاشی سطوح مختلف سرکه چوب (بلوط و پسته) بر رشد رویشی نشاء خیار گلخانه‌ای رقم الماس ۶۴۷ در بسترهای مختلف کشت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در بهار سال ۱۴۰۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه جیرفت انجام شد. فاکتورهای پژوهش شامل دو نوع بستر کشت (کوکوپیت (۷۵٪) + پیت‌ماس (۲۵٪) و پالم‌پیت (۷۵٪) + ورمی‌کمپوست (۲۵٪)) و پنج ترکیب سرکه چوب (شاهد، سرکه چوب بلوط ۰/۵ و یک درصد و سرکه چوب پسته ۰/۵ و یک درصد) بود. بسترهای کشت شامل کوکوپیت از برند فاین سریلانکا، پیت‌ماس از برند کلاسمن آلمان، پالم‌پیت و ورمی‌کمپوست نیز از برند بهسازان کمپوست تهیه شدند. نمونه‌ای از بسترهای مورد استفاده جهت اندازه‌گیری هدایت الکتریکی، pH و عناصر غذایی به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است.

برای تولید نشاء خیار، از بذرهای خیار گلخانه‌ای (رقم الماس ۶۴۷) استفاده شد. ابتدا بذرها در داخل دستمال کاغذی به‌مدت ۲۴ ساعت در آب ۲۵ درجه سانتی‌گراد خیسانده و سپس در گلدان‌های (با ارتفاع ۸ و قطر ۷ سانتی‌متر) پرشده با بسترهای مورد نظر، کشت شدند. آبیاری به‌صورت روزانه با مقدار یکسان برای همه گیاهان انجام شد. پس از کامل‌شدن اولین برگ حقیقی، دو بار در هفته محلول‌پاشی با سرکه چوب انجام شد. بعد از گذشت ۲۵ روز (مرحله سه برگ حقیقی) نشاءها از نظر برخی از ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری ویژگی‌های رشدی: وزن تر اندام هوایی و ریشه برحسب گرم با ترازوی دیجیتالی (±۰/۰۰۱) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک شاخساره و ریشه، ابتدا به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس وزن خشک آن اندازه‌گیری گردید. طول ساقه با استفاده از نرم‌افزار Digimizer اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های بیوشیمیایی: برای اندازه‌گیری ویژگی‌های بیوشیمیایی، از برگ سوم کاملاً توسعه‌یافته گیاه استفاده شد.

محتوای رطوبت نسبی برگ (RWC): برای این منظور، ابتدا وزن تر برگ (FW) اندازه‌گیری شد. سپس هر نمونه در لوله آزمایش حاوی آب‌مقطر به‌مدت ۲۴ ساعت در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) قرار داده و بعد از جداشدن از آب، جهت ثبت وزن اشباع (TW)، برگ دوباره وزن شد. در ادامه با قراردادن نمونه به‌مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، وزن خشک برگ (DW) اندازه‌گیری شد. برای محاسبه مقدار محتوای رطوبت نسبی از رابطه (۱) استفاده شد (Barrs, 1968):

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

رابطه(۱):

رنگیزه‌های فتوسنتزی: میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی براساس روش (Lichtenthaler and Buschmann, 2001) ارزیابی شدند. ابتدا مقدار ۰/۰۲ گرم از برگ فریزشده با ۲ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ در هاون چینی سائیده و سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه با دور ۶۰۰۰ سانتریفیوژ شدند. درنهایت با دستگاه اسپکتروفتومتر (UV/VIS, Perkin Elmer, USA) جذب نمونه‌ها در طول‌موج‌های ۴۷۵، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر خوانده

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]

جدول ۱- خواص شیمیایی بسترهای کشت مورد استفاده در پژوهش

بستر کشت	EC (mS/cm)	pH	نیتروژن	پتاسیم	فسفر	منگنز	مس	آهن	روی
			(٪)			(ppm)			
ورمی‌کمپوست	۲/۵	۷/۳	۰/۸۷	۰/۸۵	۰/۹۸	۰/۱۰۹	۳۰/۳	۲/۰۰۴	۱۰/۳۲
پالم‌پیت	۲/۶۶	۶/۷۸	۰/۱۲	۰/۸۶	۰/۳۹	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۳۳	۰/۰۲۹
کوکوپیت	۱/۱۰	۶/۹۲	۰/۱۰	۰/۴۴	۰/۲۶	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۳۱	۰/۰۲۰
پیت‌ماس	۰/۷۵	۶/۷۳	۰/۱۱	۱/۲۶	۰/۸۶	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۳۰	۰/۰۶۶

شدند و برای تعیین میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی از روابط (۲)، (۳)، (۴) و (۵) استفاده شدند.

رابطه (۲)

$$Chla = (12.25A_{663} - 2.79A_{645}) \times V/W \times 1000$$

رابطه (۳)

$$Chlb = (21.21A_{645} - 5.1A_{663}) \times V/W \times 1000$$

رابطه (۴)

$$ChlT = Chla + Chlb$$

رابطه (۵)

$$Car = \left(\frac{(1000A_{475} - 1.8Chla - 85.02Chlb)}{198}\right) \times V/W \times 1000$$

فنل کل: محتوای فنل کل با روش Meyers و همکاران (۲۰۰۳) اندازه‌گیری شد. برای این منظور ابتدا ۰/۵ گرم از بافت برگ در ۳ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد سائیده شد. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. بر این اساس، ۹۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم (دو درصد) با ۷۰۰ میکرولیتر از عصاره متانولی مخلوط شد. پس از سه دقیقه، ۱۸۰ میکرولیتر فولین (۵۰ درصد) به آن اضافه شد. درنهایت جذب نمونه پس از ۳۰ دقیقه نگه‌داری در تاریکی در دمای اتاق، با دستگاه میکروپلیت ریدر (Epoch Biotech, USA) در طول‌موج ۷۵۰ نانومتر خوانده شد. از غلظت‌های مختلف گالیک اسید برای به‌دست آوردن منحنی استاندارد استفاده شد و محتوای فنل کل برحسب میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه با استفاده از معادله به‌دست آمده از منحنی (رابطه ۶) بیان گردید.

رابطه (۶)

$y = 0.0006x + 0.025$ R^2=0.9542

که در این رابطه y معادل جذب نمونه و x معادل گالیک اسید است.

فلاونوئید کل: برای اندازه‌گیری مقدار محتوای فلاونوئید کل از روش فلوریمتری استفاده شد (Chang *et al.*, 2002). برای این منظور ابتدا بافت برگ توزین و در اتانول خالص سائیده شد. سپس نمونه‌ها به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور سانتریفیوژ شدند. به عصاره متانولی، کلرید آلومینیوم (۱۰ درصد)، استات پتاسیم (یک مولار) و آب‌مقطر اضافه شد و به‌مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس جذب نمونه‌ها توسط دستگاه میکروپلیت ریدر (Epoch, Biotech, USA) در طول‌موج ۴۱۵ نانومتر خوانده شد. از غلظت‌های مختلف کوئرسیتین برای رسم منحنی استاندارد استفاده شد. محتوای فلاونوئید کل برحسب میلی‌گرم کوئرسیتین در ۱۰۰ گرم وزن تازه با استفاده از معادله به‌دست آمده از منحنی (رابطه ۷) بیان گردید.

رابطه (۷)

$y = 0.0047x + 0.0821$ R^2=0.9623

که در این رابطه y معادل جذب نمونه و x معادل کوئرسیتین است.

اکسین: برای اندازه‌گیری مقدار اکسین، ابتدا بافت برگ در اتانول ۸۰ درصد سائیده شد (Lwin *et al.*, 2012). سپس نمونه‌ها به‌مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۷۷ درجه سانتی‌گراد درون بن‌ماری قرار گرفتند و در ادامه به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور، سانتریفیوژ شدند. پس از افزودن معرف سالکوفسکی به عصاره اتانولی، نمونه‌ها دوباره به‌مدت ۱۵ دقیقه در بن‌ماری در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر محیط‌کشت، سرکه چوب و اثر برهمکنش آنها بر ویژگی‌های رشدی نشاء خیار

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر شاخساره	وزن خشک شاخساره	ورن تر ریشه	وزن خشک ریشه	نسبت وزن تر شاخساره/ ریشه	نسبت وزن خشک شاخساره/ ریشه	طول ریشه
بستر کشت	۱	۱۴۸/۱**	۵/۲۲**	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۰۴**	۲۱/۵**	۱۵/۶**	۳۹/۰۸**
سرکه چوب	۴	۰/۴۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۲**	۰/۰۰۰۷**	۰/۲**	۰/۸۳**	۱۱/۳۸**
بستر کشت× سرکه چوب	۴	۰/۴۶^{ns}	۰/۰۰۶*	۰/۱*	۰/۰۰۰۹**	۰/۲**	۰/۸۲**	۵/۴۵**
ضریب تغییر	-	۵/۳۳	۵/۲۲	۶//۹۷	۷/۸۰	۴/۶۹	۷/۳۳	۸/۴۷

^{ns}، ** و * به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

درنهایت میزان جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۵۳۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UV/VIS, Perkin Elmer, USA) خوانده شد. برای رسم منحنی استاندارد از ایندول استیک اسید استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های رشدی، وزن تر و خشک شاخساره: براساس جدول ۲ تجزیه واریانس داده‌ها اثر برهمکنش بستر کشت و سرکه چوب و اثر ساده سرکه چوب برای وزن تر شاخساره معنی‌دار نشد ولی اثر بستر کشت برای این ویژگی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. همچنین نتایج نشان داد که اثر برهمکنش بستر کشت و سرکه چوب برای وزن خشک شاخساره در سطح پنج درصد معنی‌دار شد.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد (جدول ۳) که بیشترین وزن تر شاخساره (۱۱/۲۴ گرم) مربوط به نشاءهای رشدکرده در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست بدون محلول‌پاشی سرکه چوب بود. بیشترین وزن خشک شاخساره (۰/۹۸ گرم) مربوط به نشاءهای رشدکرده در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست بدون محلول‌پاشی سرکه چوب و کمترین وزن خشک شاخساره (۰/۵۸ گرم) مربوط به نشاءهای رشدکرده در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس بدون محلول‌پاشی سرکه چوب بود. وزن خشک شاخساره نشاءهای رشدیافته در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست، در مقایسه با نشاءهای رشدیافته در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس بدون محلول‌پاشی سرکه چوب، به‌میزان ۶۹ درصد بیشتر بود. نتایج ما با نتایج Ghehsare Mohammadi و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد که نشان دادند وزن تر و خشک شاخساره خیار در بستر کشت پالم‌پیت بیشتر از پرلیت است. همچنین گزارش‌های مختلفی وجود دارد که افزودن کمپوست ضایعات کشاورزی به‌طور قابل توجهی رشد ریشه را بهبود می‌بخشد (Wilson *et al*., 2001; Khan *et al*., 2006; Rosenani *et al*., 2016). پژوهش‌های دیگری نیز نشان داده‌اند که غلظت‌های بسیار کم سرکه چوب (۰/۰۰۲ و ۰/۰۲ درصد) موجب بهبود رشد شاخساره و نهال می‌شود که این امر با افزایش دسترسی به مواد مغذی به‌دلیل آزادشدن آهسته ترکیبات اسید فعال و فنل مرتبط است (Luo *et al*., 2019).

وزن تر و خشک ریشه: نتایج تجزیه واریانس نشان که اثر برهمکنش سرکه چوب و بستر کشت بر وزن تر و خشک ریشه به‌ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). سرکه چوب پسته ۰/۵ و یک درصد به‌ترتیب در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس و بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست بیشترین تأثیر را بر وزن تر ریشه داشت. محلول‌پاشی سرکه چوب پسته یک درصد در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست نسبت به تیمار شاهد در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس، سبب افزایش ۳۰ درصد مقدار وزن تر نشاء خیار گردید. بیشترین (۰/۱۹ گرم) و کمترین (۰/۱۲ گرم) وزن خشک ریشه به‌ترتیب به گیاهان پرورش‌یافته در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر محیط‌کشت و سرکه چوب بر ویژگی‌های رشدی نشاء خیار

بستر کشت	سرکه چوب	وزن تر شاخساره (گرم)	وزن خشک شاخساره (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	نسبت وزن تر شاخساره/ ریشه	نسبت وزن خشک شاخساره/ ریشه	طول ریشه (سانتی‌متر)
کوکوپیت+ پیت‌ماس	شاهد	۵/۸۱^{c}	۰/۵۸^{d}	۰/۱۴$^{b-e}$	۲/۲۰^{c}	۲/۶۵^{c}	۴/۰۵^{f}	۱۰/۴۳$^{b-d}$
	بلوط ۰/۵٪	۶/۳۱^{c}	۰/۶۴^{cd}	۰/۱۵$^{b-d}$	۲/۴۱^{bc}	۲/۶۲^{c}	۴/۳۵^{ef}	۱۰/۰۶$^{b-d}$
	بلوط ۱٪	۵/۸۴^{c}	۰/۵۹^{cd}	۰/۱۲^{e}	۲/۴۷$^{a-c}$	۲/۳۶^{cd}	۴/۸۰$^{c-e}$	۱۵/۸۴^{a}
	پسته ۰/۵٪	۶/۴۲^{c}	۰/۶۶^{c}	۰/۱۳^{de}	۲/۸۴^{a}	۲/۲۵^{d}	۵/۲۰^{c}	۱۱/۹۸^{b}
	پسته ۱ ٪	۶/۵۶^{c}	۰/۶۱^{cd}	۰/۱۳^{de}	۲/۷۶^{ab}	۲/۳۷^{cd}	۴/۵۱$^{d-f}$	۱۱/۳۴^{bc}
پالم‌پیت+ ورمی کمپوست	شاهد	۱۱/۲۴^{a}	۰/۹۸^{a}	۰/۱۵^{bc}	۲/۵۱$^{a-c}$	۴/۵۱^{a}	۶/۵۹^{a}	۹/۴۸^{cd}
	بلوط ۰/۵٪	۱۰/۵۷^{ab}	۰/۹۵^{ab}	۰/۱۶^{bc}	۲/۷۵^{ab}	۳/۸۶^{b}	۶/۰۸^{ab}	۸/۸۶^{d}
	بلوط ۱٪	۱۰/۰۸^{b}	۰/۹۳^{ab}	۰/۱۶^{b}	۲/۳۹^{bc}	۴/۲۴^{a}	۵/۸۵^{b}	۱۰/۲۳$^{b-d}$
	پسته ۰/۵٪	۱۰/۵۳^{ab}	۰/۸۹^{b}	۰/۱۴$^{c-e}$	۲/۴۵$^{a-c}$	۴/۳۲^{a}	۶/۵۰^{ab}	۹/۹۳$^{b-d}$
	پسته ۱٪	۱۰/۷۳^{ab}	۰/۹۵^{ab}	۰/۱۹^{a}	۲/۸۵^{a}	۳/۷۹^{b}	۵/۱۱^{cd}	۹/۷۴$^{b-d}$

حروف متفاوت در هر ستون، نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

محلول‌پاشی سرکه چوب یک درصد و نشاءهای رشدکرده در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس و محلول‌پاشی‌شده با سرکه چوب بلوط یک درصد بود (جدول ۳). نتایج پژوهشی روی خیار نشان داد که وزن تر و خشک شاخساره خیار در بستر کشت پالم‌پیت بیشتر از پرلیت است (Mohammadi Ghehsareh *et al.*, 2013). نتایج ما با نتایج Shirani و Mohammadi Ghehsar (۲۰۱۴) مطابقت دارد که وزن خشک ریشه گیاه گوجه‌فرنگی رشد کرده در بستر پالم‌پیت بیشتر از بستر پرلیت بود. سرکه چوب می‌تواند رشد گیاهان را از طریق افزایش مقدار کلروفیل و سرعت فتوسنتز و همچنین بهبود قدرت ریشه تحریک کند (Bass *et al.*, 2016).

نسبت وزن تر و خشک شاخساره / ریشه: بیشترین نسبت وزن تر شاخساره / ریشه (۴/۵۱ برابر) متعلق به نشاءهای رشد کرده در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست بدون محلول‌پاشی سرکه چوب بود که دو برابر بیشتر از نشاءهای رشدکرده در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس با محلول‌پاشی سرکه چوب پسته ۰/۵ درصد بودند. کمترین نسبت وزن خشک شاخساره / ریشه مربوط به نشاءهای رشدکرده در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس بدون سرکه چوب به ثبت رسید (۴/۰۵ برابر) و محلول‌پاشی سرکه چوب پسته ۰/۵ درصد سبب افزایش ۶۰ درصدی این شاخص در نشاءهای رشدکرده در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست گردید. به‌طورکلی بیشترین مقدار صفات رشدی بجز طول ریشه در نشاءهای رشدکرده در بستر کشت پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با بستر کشت کوکوپیت + پیت‌ماس داشتند. تفاوت در رشد هوایی گیاهچه را می‌توان به اندازه ذرات بستر کشت نسبت داد. با توجه به این واقعیت که فرآیند کمپوست منجر به کاهش اندازه ذرات و افزایش ظرفیت نگه‌داری آب می‌گردد که این کاهش اندازه ذرات برای بستر کشت مطلوب است (Mohammadi Ghehsareh *et al.*, 2011). برخی از محققان گزارش کردند که افزایش رشد گیاه با کاربرد ورمی‌کمپوست به‌دلیل اسید هیومیک (Atiyeh *et al.*, 2002; Arancon *et al.*, 2004)، تنظیم‌کننده‌های رشد و میکروب‌های همزیست (Ali *et al.*, 2007) موجود در آن است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]

طول ریشه: براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر برهمکنش بستر کشت و سرکه چوب برای طول ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. نشاءهای رشدکرده در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس دارای ریشه بلندتری نسبت به نشاءهای رشدیافته در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست بودند. بیشترین طول ریشه (۱۵/۸۴ سانتی‌متر) مربوط به نشاءهای محلول‌پاشی‌شده با سرکه چوب بلوط یک درصد در بستر کشت کوکوپیت + پیت‌ماس بود که ۷۹ درصد طول ریشه بیشتری نسبت به نشاءهای رشدکرده در بستر بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست محلول‌پاشی با سرکه چوب بلوط ۰/۵ درصد داشتند. گزارش شده است که بستر کشت پالم‌پیت با توجه به چگالی کم و تخلخل بالا، می‌تواند موجب انتقال بهتر آب و مواد غذایی برای گیاه و در نتیجه رشد بهتر شود (Dhen *et al*., 2018). غلظت-های پایین سرکه چوب باعث افزایش رشد ریشه می‌گردد و غلظت‌های بالا از رشد ریشه‌ها جلوگیری می‌کند که احتمالاً ناشی از مقدار بالاتر اسیدها و فنل‌ها است که منجر به افزایش آبسیزیک اسید درونی گیاه و سرانجام ممانعت از رشد ریشه اصلی می‌گردد (Lu *et al*., 2019). اسید پیرولیگنوس موجود در سرکه چوب می‌تواند به‌صورت کاتالیزور در رشد سلول‌های گیاهی و فعال‌شدن آنزیم‌هایی که فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مختلف را در گیاهان به‌عهده دارند (مانند فتوسنتز و جذب مواد مغذی) عمل نماید (Grewal *et al*., 2018).

رنگیزه‌های فتوسنتزی: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۴)، اثر برهمکنش بستر کشت و سرکه چوب برای رنگیزه‌های فتوسنتزی معنی‌دار بود. بیشترین مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در نشاءهای رشدکرده در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با بستر کشت کوکوپیت + پیت‌ماس داشتند. رنگیزه‌های فتوسنتزی از ویژگی‌های مهم گیاهان هستند و کاهش آنها موجب کاهش رشد گیاه خواهد شد. بیشترین مقدار کلروفیل *a* (۱/۲۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) مربوط به نشاءهای رشدکرده در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست بدون محلول‌پاشی سرکه چوب که ۲/۷ برابر نسبت به نشاءهای رشدکرده در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس محلول‌پاشی با سرکه چوب پسته ۰/۵ درصد بودند. کمترین مقدار کلروفیل *b* (۰/۱۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) مربوط به نشاءهای محلول‌پاشی‌شده با سرکه چوب پسته یک درصد در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس و بیشترین کلروفیل *b* (۰/۳۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) مربوط به نشاءهای محلول‌پاشی‌شده با سرکه چوب بلوط یک درصد در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست بود. کمترین مقدار کلروفیل کل (۰/۶۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) مربوط به نشاءهای محلول‌پاشی‌شده با سرکه چوب پسته ۰/۵ درصد در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس که ۲/۷ برابر نسبت به نشاءهای بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست کمتر بودند. بیشترین مقدار کاروتنوئید (۰/۴۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) مربوط به نشاءهای رشدکرده در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست محلول‌پاشی با سرکه چوب بلوط ۰/۵ درصد بود که ۲/۱ برابر نسبت به نشاءهای رشدکرده در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس محلول‌پاشی با سرکه چوب پسته ۰/۵ درصد بیشتر بودند (جدول ۵). همان‌طور که در جدول (۱) نشان داده شده است، خواص شیمیایی بسترهای مورداستفاده بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست دارای نیتروژن بیشتری نسبت به سایر بسترها است و نیتروژن در ساختار کلروفیل نقش دارد. صالحی ساردویی و همکاران (۱۳۹۸) گزارش دادند که بیشترین شاخص کلروفیل در بستر کشت پیت نخل و کمترین آن در بستر کوکوچیپس مشاهده شد که دلیل کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی و در نتیجه رشد در بستر کوکوچیپس، ناشی از کم بودن تخلخل و ظرفیت نگه‌داری آب و نیز کم‌بودن عناصری مانند فسفر، آهن، بر و منگنز است. به‌طورکلی پیشنهاد شده که استفاده از اسید پیرولیگنوس روی برگ موجب افزایش مقدار کلروفیل و درنتیجه افزایش فتوسنتز، سنتز قندها و اسیدهای آمینه می‌شود (Grewal *et al*., 2018). به‌طورکلی نتایج نشان داد محلول‌پاشی سرکه چوب موجب کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی شد که با نتایج محققان پیشین که تیمار با سرکه چوب فرآیندهای فیزیولوژیکی کلیدی را تعدیل می‌کنند که از

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر محیط‌کشت، سرکه چوب و اثر برهمکنش آنها بر رنگیزه‌های فتوسنتزی نشاء خیار

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل *a*	کلروفیل *b*	کلروفیل کل	کاروتنوئید
بستر کشت	۱	۲/۸۸**	۰/۱۹**	۴/۵۶**	۰/۲**
سرکه چوب	۴	۰/۰۵**	۰/۰۰۴**	۰/۰۸**	۰/۰۰۶**
بستر کشت× سرکه چوب	۴	۰/۰۲**	۰/۰۰۱*	۰/۰۳**	۰/۰۰۲*
ضریب تغییر	–	۶/۱۱	۸/۴۴	۵/۸۸	۶/۹۳

ns، ** و * به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر محیط‌کشت و سرکه چوب بر رنگیزه‌های فتوسنتزی نشاء خیار

تیمارها		کلروفیل *a*	کلروفیل *b*	کلروفیل کل	کاروتنوئید
بستر کشت	سرکه چوب	(mg g^{-1} FW)			
کوکوپیت+پیت ماس	شاهد	۰/۵۵^{d}	۰/۱۴^{d}	۰/۷۰^{d}	۰/۲۳^{de}
	بلوط ۰/۵ ٪	۰/۵۸^{c}	۰/۱۷^{d}	۰/۷۴^{d}	۰/۲۴^{de}
	بلوط ۱ ٪	۰/۵۵^{d}	۰/۱۷^{d}	۰/۷۱^{d}	۰/۲۶^{d}
	پسته ۰/۵ ٪	۰/۴۸^{d}	۰/۱۴^{d}	۰/۶۱^{d}	۰/۲۱^{e}
	پسته ۱ ٪	۰/۵۲^{d}	۰/۱۳^{d}	۰/۶۵^{d}	۰/۲۲^{de}
پالم‌پیت + ورمی کمپوست	شاهد	۱/۲۸^{a}	۰/۳۳^{a}	۱/۶۲^{a}	۰/۴۲^{ab}
	بلوط ۰/۵ ٪	۱/۲۳^{a}	۰/۳۴^{a}	۱/۵۷^{a}	۰/۴۴^{a}
	بلوط ۱ ٪	۱/۲۲^{ab}	۰/۳۴^{a}	۱/۵۵^{a}	۰/۴۰^{ab}
	پسته ۰/۵ ٪	۰/۹۲^{c}	۰/۲۵^{c}	۱/۱۶^{c}	۰/۳۲^{c}
	پسته ۱ ٪	۱/۱۲^{b}	۰/۲۹^{b}	۱/۴۱^{b}	۰/۳۸^{b}

حروف متفاوت در هر ستون، نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر محیط‌کشت، سرکه چوب و اثر برهمکنش آنها بر ویژگی‌های بیوشیمیایی نشاء خیار

منابع تغییر	درجه آزادی	محتوای رطوبت نسبی	اکسین	فنل کل	فلاونوئید کل
بستر کشت	۱	۳۳۷/۷۵**	۱۲۰۶/۱۲**	۴۱۶۳/۲۹**	۴۱/۲۵**
سرکه چوب	۴	۱۱/۹۰ns	۳۴/۲۴ns	۲۸/۷۴**	۰/۹**
بستر کشت× سرکه چوب	۴	۷/۷۰ns	۱۸/۹۶*	۱۶/۰۳*	۰/۸۴**
ضریب تغییر	–	۳/۹۲	۳/۲۸	۹/۴۱	۷/۶۹

ns، ** و * به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر محیط‌کشت و سرکه چوب بر ویژگی‌های بیوشیمیایی نشاء خیار

تیمارها		محتوای رطوبت نسبی (٪)	اکسین (ppm/g FW)	فنل کل (mg GAE/100g FW)	فلاونوئید کل (mg/100g FW)
بستر کشت	سرکه چوب				
کوکوپیت+ پیت‌ماس	شاهد	۷۶/۲۱^{bc}	۲۳/۶۹^{d}	۳۲/۰۷^{b}	۳/۷۰^{a}
	بلوط ۰/۵ ٪	۷۳/۱۶^{c}	۲۲/۰۰^{d}	۳۸/۸۱^{a}	۲/۸۸^{c}
	بلوط ۱ ٪	۷۲/۲۹^{c}	۲۳/۷۶^{d}	۳۸/۹۱^{a}	۳/۶۴^{a}
	پسته ۰/۵ ٪	۷۵/۶۴^{bc}	۲۲/۴۵^{d}	۳۳/۷۸^{b}	۳/۲۷^{b}
	پسته ۱ ٪	۷۷/۸۲$^{a-c}$	۲۱/۶۱^{d}	۳۲/۳۳^{b}	۲/۱۹^{d}
پالم‌پیت + ورمی کمپوست	شاهد	۸۳/۰۲^{a}	۳۳/۹۰^{bc}	۱۱/۱۷^{cd}	۰/۷۱^{f}
	بلوط ۰/۵ ٪	۸۲/۷۶^{a}	۳۱/۴۵^{c}	۱۱/۵۰^{cd}	۰/۵۶^{f}
	بلوط ۱ ٪	۸۰/۱۲^{ab}	۴۲/۲۶^{a}	۱۳/۵۹^{c}	۰/۴۵^{f}
	پسته۰/۵ ٪	۸۱/۴۰^{ab}	۳۵/۴۱^{b}	۸/۹۵^{d}	۱/۵۵^{e}
	پسته ۱ ٪	۸۱/۳۷^{ab}	۳۳/۹۱^{bc}	۱۲/۸۹^{cd}	۰/۶۹^{f}

حروف متفاوت در هر ستون، نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

تخریب کلروفیل جلوگیری شود (Theerakulpisut *et al.*, 2016) مغایر بود. Abdolahipour و Haghighi (۲۰۱۹) گزارش کردند که استفاده از سرکه چوب در غلظت‌های بالاتر از ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌شود.

محتوای رطوبت نسبی: اثر برهمکنش بستر کشت و سرکه چوب برای محتوای رطوبت نسبی معنی‌دار نبود (جدول ۶). بیشترین مقدار محتوای رطوبت نسبی (۸۳/۰۲ درصد) متعلق به نشاءهای رشدکرده در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست بدون محلول‌پاشی سرکه چوب که ۱۵ درصد محتوای رطوبت نسبی بیشتری نسبت به کمترین مقدار (۷۲/۲۹ درصد) که متعلق به نشاءهای رشدکرده در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس محلول‌پاشی با سرکه چوب بلوط یک درصد داشتند (جدول ۷). Benabderrahim و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند مقایسه تیمارهای شاهد و کمپوست پالم نشان داد که کاربرد کمپوست پالم موجب افزایش زیست‌توده یونجه با بالا نگه‌داشتن محتوای رطوبت نسبی می‌شود در نتیجه افزایش تولید می‌تواند به‌دلیل بهبود پارامترهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، تعادل آب، هدایت روزنه‌ای و بهبود تغذیه گیاه باشد. وزن زیست‌توده گیاه عامل مهمی است که به محتوای آب گیاه بستگی دارد (سمیعی و همکاران، ۱۳۸۴).

اکسین: اثر برهمکنش بستر کشت و سرکه چوب بر اکسین در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. بیشترین مقدار اکسین متعلق به نشاءهای تیمارشده با سرکه چوب بلوط یک درصد در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست بود که ۹۶ درصد نسبت به نشاءهای محلول‌پاشی‌شده با سرکه چوب پسته یک درصد در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس اکسین بیشتری داشتند. اکسین یک هورمون گیاهی است که از اسیدآمینه تریپتوفان سنتز می‌شود و نقش کلیدی در رشد گیاه دارد (Kasahara, 2016). اکسین یک تنظیم‌کننده ضروری رشدونمو است و علاوه بر بسیاری از رویدادها رشدی دیگر، نقش مهمی در تنظیم طول سلول، تقسیم سلولی و تمایز ایفا می‌کند (Chapman and Estelle, 2009; Zhao, 2010; Sharma *et al.*, 2015). همان‌طور که در جدول (۱) نشان داده شده است، خواص شیمیایی بسترهای مورد استفاده بستر ورمی‌کمپوست دارای عنصر روی بیشتری نسبت به سایر بسترها است و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]

همچنین عنصر روی برای سنتز تریپتوفان که پیش‌ماده هورمون اکسین است مورد نیاز است (زند و همکاران، ۱۳۹۳).

فنل‌ها و فلاونوئیدهای کل: اثر برهمکنش بستر کشت و سرکه چوب بر میزان فنل‌های کل و همچنین فلاونوئیدهای کل به‌ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌داری بود (جدول ۶). بیشترین مقدار ترکیبات فنلی در نشاءهای رشدکرده در بستر کوکوپیت + پیت‌ماس محلول‌پاشی‌شده با سرکه چوب بلوط یک درصد (۳۸/۹۱ میلی‌گرم گالیک اسید در هر ۱۰۰ گرم وزن تازه) و کمترین مقدار آن در نشاءهای رشدکرده در بستر کشت پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست محلول‌پاشی سرکه چوب پسته ۰/۵ درصد (۸/۹۵ میلی‌گرم گالیک اسید در هر ۱۰۰ گرم وزن تازه) مشاهده شد. نشاءهای محلول‌پاشی‌شده با سرکه چوب بلوط یک درصد حدود چهار برابر نسبت به نشاءهای رشدکرده در بستر کشت پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست محلول‌پاشی سرکه چوب پسته ۰/۵ درصد دارای ترکیبات فنلی بیشتری بودند. بیشترین مقدار فلاونوئیدها در نشاءهای رشدکرده در بستر کشت کوکوپیت + پیت‌ماس مشاهده شد. بیشترین مقدار فلاونوئید متعلق به نشاءهای رشدکرده در بستر کشت کوکوپیت + پیت‌ماس بدون تیمار سرکه چوب (۳/۷۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) بود که ۸/۲ برابر بیشتر نسبت به نشاءهای تیمارشده با سرکه چوب بلوط یک درصد در بستر پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست (۰/۴۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) بود (جدول ۷). ترکیبات فنلی عمدتاً در واکنش‌های دفاعی گیاه نقش دارند و این ترکیبات بیشتر به‌صورت متصل به قندها یافت می‌شوند همچنین ترکیبات فنلی دارای نقش‌های مفید متنوعی از جمله محرک رشد گیاه، افزایش‌دهنده عملکرد گیاه و محافظ در برابر تنش‌های محیطی است (Pratyusha, 2022). در شرایط تنش این ترکیبات اغلب در بافت‌های زیر اپیدرمی گیاه تجمع می‌یابند. سنتز و غلظت فنولیک‌های انباشته‌شده به بسیاری از عوامل داخلی و خارجی مانند فیزیولوژی گیاه، سن، مرحله رشد و آب و هوا بستگی دارد (Ozyigit *et al*., 2007; Pratyusha, 2022).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد سرکه چوب پسته ۰/۵ درصد در بستر کوکوپیت و پیت‌ماس در مقایسه با شاهد موجب افزایش وزن خشک شاخساره و نسبت وزن خشک شاخساره به ریشه گردید. بیشترین میزان طول ریشه، کلروفیل b، هورمون اکسین و فنل کل در نشاءهای محلول‌پاشی‌شده با سرکه چوب بلوط یک درصد در بستر کشت پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست مشاهده گردید. بنابراین استفاده از بستر کشت پالم‌پیت + ورمی‌کمپوست به‌همراه محلول‌پاشی سرکه چوب بلوط یک درصد را می‌توان برای نشاء خیار توصیه نمود.

منابع

توپا، افسانه، و افهامی سیسی، داوود (۱۳۹۷). سرکه چوب و کاربردهای آن در زمینه‌های مختلف. همایش ملی دانش و نوآوری در صنعت چوب و کاغذ با رویکرد زیست‌محیطی. طالقان، ایران.

جوانمردی، جمال (۱۳۸۸) مبانی علمی و عملی تولید نشای سبزی. جلد ۱. انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد.

زند، بهنام، سروش‌زاده، علی، قناتی، فائزه.، و مرادی، فواد (۱۳۹۳). تأثیر محلول‌پاشی عنصر روی و هورمون اکسین بر تغییرات هورمونی و رشد گیاه ذرت (*Zea mays* L.). *ریست‌شناسی گیاهی ایران*، ۶(۲۲)، ۶۳-۷۶. DOR: 20.1001.1.20088264.1393.6.22.7.4

سمیعی، لطف اله، خلیقی، احمد، کافی، محسن، سماوات، سعید، و ارغوانی، مسعود (۱۳۸۴). بررسی امکان بهره‌گیری از ضایعات سلولزی به‌عنوان جایگزین پیت‌ماس در بستر کشت گیاه برگ زینتی آگلونما (*Aglaonema commutatum* cv. Silver Queen). *مجله علوم کشاورزی ایران*، ۳۶(۲)، ۵۰۳-۵۱۰.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]

صالحی‌ساردویی، علی، فلاح‌ایمانی، افشار، و غلامشاهی، سمیه (۱۳۹۸). اثر ضایعات نخل خرما و اختلاط آن با ماسه و پرلایت بر شاخص‌های رشدی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.). *فصلنامه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی گیاهی*، ۱۴(۳)، ۹-۱۷.

Abad, M., Noguera, P., Puchades, R., Maquieira, A., & Noguera, V. (2002). Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dust for use as a peat substitute for containerized ornamental plants. *Bioresource Technology*, *82*(3), 241–245. https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00189-4.

Abdolahipour, B., & Haghighi, M. (2019). The effects of pine wood vinegar on the germination, growth and photosynthetic characteristics of cucumber. *Iran Agricultural Research*, *38*(2), 38-44. https://doi.org/10.22099/iar.2020.31134.1305.

Ali, M., Griffiths, A. J., Williams, K. P., & Jones, D. L. (2007). Evaluating the growth characteristics of lettuce in vermicompost and green waste compost. *European Journal of Soil Biology*, *43*, 316-319. https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2007.08.045.

Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C., & Metzger, J. D. (2004). Influences of vermicomposts on field strawberries and effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, *93*, 145-153. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.014.

Atiyeh, R. M., Arancon, N., Edwards, C. A., & Metzger, J. D. (2002). The influence of earthworm processed organic wastes into greenhouse container medium for production of marigolds. *Bioresource technology*, *81*, 103-108. https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00122-5.

Awang, Y., Shaharom, A. S., Mohamad, R. B., & Selamat, A. (2009). Chemical and physical characteristics of cocopeat-based media mixtures and their effects on the growth and development of *Celosia cristata*. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, *4*(1), 63-71. https://doi.org/10.3844/ajabssp.2009.63.71.

Awang, Y., Shazmi Shaharom, A. R., Mohamad, B., & Selamat, A. (2010). Growth dynamics of *Celosia cristata* grown in cocopeat, burnt rice hull, and kenaf core fiber mixtures. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, *5*(1), 70-76. https://doi.org/10.3844/ajabssp.2010.70.76.

Barrs, H. D. (1968). Determination of water deficits in plant tissues. *Water Deficits and Plant Growth*, *1*, 235-368.

Bass, A. M., Bird, M. I., Kay, G., & Muirhead, B. (2016). Soil properties, greenhouse gas emissions and crop yield under compost, biochar and co-composted biochar in two tropical agronomic systems. *Science Total Environmental*, *550*, 459-470. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.143.

Benabderrahim, M. A., Elfalleh, W., Belayadi, H., & Haddad, M. (2018). Effect of date palm waste compost on forage alfalfa growth, yield, seed yield and minerals uptake. *International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture*, *7*, 1-9. https://doi.org/10.1007/s40093-017-0182-6.

Carlile, B., & Coules, A. (2013). Towards sustainability in growing media. *Acta Horticulturae*, *1013*, 341-350. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1013.42.

Carlile, W. R., Cattivello, C., & Zaccheo, P. (2015). Organic growing media: Constituents and properties. *Vadose Zone Journal*, *14*, 1-13. https://doi.org/10.2136/vzj2014.09.0125.

Chandrasekaran, M., & Bahkali, A. H. (2013). Valorization of date palm (*Phoenix dactylifera*) fruit processing by-products and wastes using bioprocess technology—review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *20*, 105-120. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2012.12.004.

Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, *10* (3), 178-182. https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748.

Chapman, E. J., & Estelle, M. (2009). Mechanism of auxin-regulated gene expression in plants. *Annual Review of Genetics*, *43*, 265-285. https://doi.org/10.1146/annurev-genet-102108-134148.

De Guzman, R. S., & Cababaro, A. C. (2021). Utilization of wood vinegar as nutrient availability enhancer in eggplant (*Solanum melongena* L.). *International Journal of Multidisciplinary*: *Applied Business and Education Research*, *2*(6), 485-492. https://doi.org/10.11594/ijmaber.02.06.04.

De Guzman, R. S., & Dadural, M. I. Y. (2021). Seed germination and seedling growth of mango as affected by different concentrations of wood vinegar. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal* (*GIIRJ*), *9*(5), 49-60. https://doi.org/10.17605/OSF.IO/8MEVH.

Dhen, N., ben Abed, S., Zouba, A., Haouala, F., & AlMohandes, D. B. (2018). The challenge of using date branch waste as a peat substitute in container nursery production of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture*, *7*(4), 357-364. https://doi.org/10.1007/s40093-018-0221-y.

FAO. (2020). FAOSTAT Domains/Production /Crops. Available from: http// www.fao.org/ faostat/en/#data/QC.

Feng, S., Zhang, J., Um, Z., Wen, C., Wu, T., Li, Z., & Wang, H. (2020). Recent progress on the molecular breeding of *Cucumis sativus* L. in China. *Theoretical and Applied Genetics*, *133*, 1777-1790. https://doi.org/10.1007/s00122-019-03484-0.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]

Fermino, M. H., & Kampf, A. N. (2012). Densidade de substratos dependendo dos metodos de analise e niveis de umidade. *Horticultura Brasileira*, *30*(1), 75-79. https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000100013.

Grewal, A., Abbey, L., & Gunupuru, L. R. (2018). Production, prospects and potential application of pyroligneous acid in agriculture. *Journal Analytical and Applied Pyrolysis*, *135*, 152-159. https://doi.org/10.1016/j.jaap.2018.09.008.

Jankauskiene, J., Brazaitytė, A., Vastakaitė-Kairienė, V., & Zalatorius, V. (2019). Effects of peat and peat-zeolite substrates on quality, growth indices of cucumber seedlings and crop productivity. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, *18*, 161-170. https://doi.org/10.24326/asphc.2019.5.16.

Kasahara, H. (2016). Current aspects of auxin biosynthesis in plants. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 80*(1), 34-42. https://doi.org/10.1080/09168451.2015.1086259.

Khafajeh, H., Banakar, A., Minaei, S., & Delavar, M. (2020). Evaluation of aqua crop model of cucumber under greenhouse cultivation. *The Journal of Agricultural Science*, *158*(10), 845-854. https://doi.org/10.1017/S0021859621000472.

Khan, M. M., Khan, M. A., Mazhar, A., Muhammad, J., Ali, J. M. A., & Abbas, H. (2006). Evaluation of potting media for the production of rough lemon nursery stock. *Pakistan Journal of Botany*, *38*(3), 623-629.

Lei, M., Liu, B., & Wang, X. (2018). Effect of adding wood vinegar on cucumber (*Cucumis sativus* L) seed germination. *Earth and Environmental Science*, *128*(1), 012186. https://doi.org/10.1088/1755-1315/128/1/012186.

Lichtenthaler, H. K., & Buschmann, C. (2001). Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, *3*, 821-828. https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0403s01.

Lu, X., Jiang, J., He, J., Sun, K., & Sun, Y. (2019). Pyrolysis of *Cunninghamia lanceolata* waste to produce wood vinegar and its effect on the seedsn germination and root growth of wheat. *Bioresources*, *14*(4), 8002-8017. https://doi.org/10.15376/biores.14.4.8002-8017.

Luo, X., Wang, Z., Meki, K., Wang, X., Liu, B., Zheng, H., You, X., & Li, F. (2019). Effect of co-application of wood vinegar and biochar on seed germination and seedling growth. *Journal of Soils and Sediments*, *19*, 3934-3944. https://doi.org/10.1007/s11368-019-02365-9.

Lwin, K. M., Myint, M. M., Tar, T., & Aung, W. Z. M. (2012). Isolation of plant hormone (indole-3-acetic acid - iaa) producing rhizobacteria and study on their effects on maize seedling. *Engineering Journal*, *16*(5), 137-144. https://doi.org/10.4186/ej.2012.16.5.137.

Ma, C., Song, K., Yu, J., Yang, L., Zhao, C., Wang, W., Zu, G., & Zu, Y. (2013). Pyrolysis process and antioxidant activity of pyroligneous acid from *Rosmarinus officinalis* leaves. *Journal Analytica and Applied Pyrolysis*, *104*, 38-47. https://doi.org/10.1016/j.jaap.2013.09.011.

Meyers, K. J., Watkins, C. B., Pritts, M. P., & Liu, R. H. (2003). Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. *Journal of Agriccultural and Food Chemistry*, *51*, 6887-6892. https://doi.org/10.1021/jf034506n.

Mohammadi Ghehsareh, A., & Shirani, M. (2014). Evaluation of chemical properties of date-palm waste as culture media and its effect on number and yield of tomato. *Annual Research and Review in Biology*, *5*(1), 18-24. https://doi.org/10.9734/ARRB/2015/5968.

Mohammadi Ghehsareh, A., Borji, H., & Jafarpour, M. (2011). Effect of some culture substrates (date-palm peat, coco peat and perlite) on some growing indices and nutrient elements uptake in greenhouse tomato. *African Journal of Microbiology Research*, *5*, 1437-1442. https://doi.org/10.5897/AJMR10.786.

Mohammadi Ghehsareh, A., Hematian, M., & Kalbasi, M. (2013). Comparison of date-palm wastes and perlite as culture substrates on growing indices in greenhouse cucumber. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, *2*(17), 1-5. https://doi.org/10.1186/2251-7715-1-5.

Mondragon-Valero, Lopez-Cortes, A. I., Salazar, D. M., & Fernandez de Cordova, P. (2017). Physical mechanisms produced in the development of nursery almond trees (*Prunus dulcis* Miller) as a response to the plant adaptation to different substrates. *Rhizosphere*, *3*(1), 44-49. https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2016.12.002.

Nibalvos, A. V., & Tan Nibalvos, C. H. (2021). Growth effect of the different ratios of wood vinegar on *Brassica juncea*. *American Journal of Agricultural Science, Engineering, and Technology*, *5*(2), 339-350. https://doi.org/10.54536/ajaset.v5i2.111.

Ozyazici, G., & Turan, N. (2021). Effect of vermicompost application on mineral nutrient composition of grains of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.). *Sustainability*, *13*(11), 6004. https://doi.org/10.3390/su13116004.

Ozyigit, I. I., Kahraman, M. V., & Ercan, O. (2007). Relation between explant age, total phenols and regeneration response in tissue cultured cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *African Journal of Biotechnology*, *6*(1), 003-008. https://doi.org/10.5897/AJB07.393.

Parastesh, F., Alikhani, H. A., & Etesami, H. (2019). Vermicompost enriched with phosphate-solubilizing bacteria provides plant with enough phosphorus in a sequential cropping under calcareous soil conditions. *Journal of Cleaner Production*, *221*, 27-37. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.234.

Pratyusha, S. (2022). Phenolic compounds in the plant development and defense: An overview. *Plant Stress Physiology - Perspectives in Agriculture*, 101-131. https://doi.org/10.5772/intechopen.102873.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]

Qin, W., Ma, X., Zhao, Z., Zhang, S., & Liu, S. (2010). Antioxidant activities and chemical profiles of pyroligneous acids from walnut shell. *Journal Analytical and Applied Pyrolysis*, *88*, 149-154. https://doi.org/10.1016/j.jaap.2010.03.008.

Raja, A. M., Khalaf, N. H., & Alkubaisy, S. A. (2021). Utilization of date palm waste compost as substitute for peat moss. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science; Bristol*, *904*(1), 121-132. https://doi.org/10.1088/1755-1315/904/1/012041.

Rosenani, A. B., Rovica, R., Cheah, P. M., & Lim, C. T. (2016). Growth performance and nutrient uptake of oil palm seedling in prenursery stage as influenced by oil palm waste compost in growing media. *International Journal of Agronomy*, 1-8. https://doi.org/10.1155/2016/6930735.

Sharma, E., Sharma, R., Borah, P., Jain, M., & Khurana, J. P. (2015). Emerging roles of auxin in abiotic stress responses. *Elucidation of Abiotic Stress Signaling in Plants*, 6-11. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2211-6_11.

Shirani, M. (2013). Use of date-palm wastes as a substrate on tomato yield and number. *Biological Journal of Armenia*, *1*(65), 63-67.

Shirani, M., & Mohammadi-Ghehsareh, A. (2014). Effect of date-palm waste as culture medium on the growth of tomato. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, *7*(8), 29-32.

Theerakulpisut, P., Kanawapee, N., & Panwong, B. (2016). Seed priming alleviated salt stress effects on rice seedlings by improving Na^+/K^+ and maintaining membrane integrity. *International Journal of Plant Biology*, *7*(6402), 53-58. https://doi.org/10.4081/pb.2016.6402.

Van Gerrewey, T., Ameloot, N., Navarrete, O., Vandecruys, M., Perneel, M., Boon, N., & Geelen, D. (2020). Microbial activity in peat-reduced plant growing media: Identifying influential growing medium constituents and physicochemical properties using fractional factorial design of experiments. *Journal of Cleaner Production*, *256*, 120323. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120323.

Wang, Y., Qiu, L., Song, Q., Wang, S., Wang, Y., & Ge, Y. (2019). Root proteomics reveals the effects of wood vinegar on wheat growth and subsequent tolerance to drought stress. *International Journal of Molecular Sciences*, *20*(4), 943. https://doi.org/10.3390/ijms20040943.

Wilson, S. B., Stoffella, P. J., & Graetz, D. A. (2001). Compostamended media for growth and development of Mexican heather. *Compost Science and Utilization*, *9*(1), 60-64. https://doi.org/10.1080/1065657X.2001.10702017.

Zhao, Y. (2010). Auxin biosynthesis and its role in plant development. *Annual Review of Plant Biology*, *61*, 49-64. https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042809-112308.

Zhu, K., Gu, S., Liu, J., Luo, T., Khan, Z., Zhang, K., & Hu, L. (2021). Wood vinegar as a complex growth regulator promotes the growth, yield, and quality of rapeseed. *Agronomy*, *11*, 501-510. https://doi.org/10.3390/ agronomy11030510.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]

The response of some growth and biochemical traits of cucumber seedlings in different culture mediums to wood vinegar foliar spraying

Sediqeh Afsharipour[1], Abdolmajid Mirzaalian Dastjerdi[1]*, Azam Seyedi[2]

[1] Department of Horicultural sciences, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
[2] Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran
(Received: 28/01/2023, Accepted: 15/03/2023)

Abstract

In this research, the effect of foliar spraying of wood vinegar on the growth and biochemical traits of cucumber seedlings in different culture mediums in a factorial experiment in a completely randomized design with three replications was investigated. This experiment was carried out in the spring of 2022 in a research greenhouse at the University of Jiroft. The test factors include two types of culture media (75% cocopeat + 25% peat moss and 75% palm peat + 25% vermicompost) and 5 combinations of wood vinegar (control, oak wood vinegar 0.5 and 1% and wood vinegar Pistachio 0.5 and 1%). The results showed that seedlings grown on palmpeat + vermicompost had maximum values for the fresh and dry weight of roots and shoots, root length, photosynthetic pigments, and auxin. Spraying pistachio wood vinegar at 0.5% and 1% on cocopeat + peat moss and palmpeat + vermicompost substrates, respectively, led to the highest value of root weight. Using 1% pistachio wood vinegar on cocopeat + peat moss substrate increased the root fresh weight (29.1%), the shoot dry weight (13.8%), and the ratio of shoot dry weight to root dry weight (28.4%) compared to the control. Using 1% oak wood vinegar on palmpeat + vermicompost substrate increased the root length (51.9%), chlorophyll b (13.8%), auxin (24.7%), and the total phenol (21.7%) compared to the control. Ultimately, this research suggested that using 1% oak wood vinegar on palmpeat + vermicompost substrate can produce optimal results for the production of cucumber seedlings.

Keywords: Auxin, Culture media, Palm peat, Vermicompost

Corresponding author, Email: mirzaalian@hormozgan.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-01-14]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.25.9]