Investigation of Allelopathic Effects of Pomegranate, Sour Orange Tree Wood Chips, and Palm Leaves on Lettuce Seed Germination

Pages 17-32

M. Heidari

Department of Horticultural Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

*Corresponding author**: mkheidari@yahoo.com**

Received date: 2023.04.10 **Accepted date: 2023.07.02**

Abstract

The use of tree pruning residues to produce wood mulch is an environmentally friendly method for reusing waste in agriculture and an effective solution to reduce water evaporation from the soil surface. The presence of biochemical substances in wood that have inhibitory effects on plant growth is one of the limitations of using wood chip mulch. Determining the inhibitory effect of different types of trees can improve the quality of wood mulch. In this study, the wood of sour orange and pomegranate trees, as well as the main petiole and leaflet of palm leaves were soaked in water for 24 and 48 hours. measurement of certain biochemical compounds and the evaluation of allelopathic effects on lettuce seed germination were conducted. The results showed significant differences in electrical conductivity (EC), pH, soluble solids as well as some biochemical compounds including total phenols, flavonoids, and tannin index between plant sample extracts in both sequential washing stages. In all three plant samples, the amount of biochemical compounds significantly decreased in the second stage compared to the first stage. The use of a lettuce seed germination test (as a bioassay method for evaluating allelopathic effects) showed that the extract prepared from washing samples of sour orange and pomegranate wood and palm leaves significantly reduced the seed germination percentage, germination index, root length, and stem length in lettuce compared to the control treatment (distilled water). These results indicate the importance of considering biochemical compounds with allelopathic effects in fruit tree wood and measuring the changes in these compounds in cases such as the preparation of wood chip mulch, compost, leaf mold and other products made from fruit tree wood residues.

Keywords: Growth, Organic matter, Phenolic compounds, Seed germination, Wood and Waste.

بررسی اثرات دگرآسیبی خرده چوب درختان انار، نارنج و برگ خرما بر جوانه زنی بذر کاهو

شماره صفحات
۳۲-۱۷

مختار حیدری

دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

* نویسنده مسئول: **mkheidari@yahoo.com**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۱۱

چکیده

استفاده از ضایعات هرس درختان برای تولید مالچ چوب، یکی از راه‌های سازگار با محیط‌زیست برای استفاده مجدد از ضایعات در کشاورزی، و یک راه حل مناسب برای کاهش تبخیر آب از سطح خاک می باشد. وجود مواد بیوشیمیایی در چوب که بر رشد گیاهان اثرات بازدارنده دارند، یکی از محدودیت‌های کاربرد مالچ خرده چوب می‌باشد. تعیین اثر بازدارندگی چوب انواع درختان می‌تواند در بهبود کیفیت مالچ چوب موثر باشد. در پژوهش حاضر چوب نارنج و انار و هم‌چنین دمبرگ اصلی و رگبرگ برگ خرما به‌مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت در آب خیسانده شده و اندازه‌گیری برخی ترکیبات بیوشیمیایی و ارزیابی اثر دگرآسیبی بر جوانه‌زنی بذر کاهو انجام شد. نتایج نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در هدایت الکتریکی (EC)، pH، مواد جامد معلق و هم‌چنین برخی ترکیبات بیوشیمیایی شامل فنول کل، فلاونوئیدها و شاخص تانن بین عصاره نمونه‌های گیاهی در هر دو مرحله شستشوی متوالی بود. در هر سه نمونه گیاهی، میزان ترکیبات بیوشیمیایی در مرحله دوم نسبت به مرحله اول کاهش معنی‌داری داشت. استفاده از آزمون جوانه‌زنی بذر کاهو (به‌عنوان روش زیست-سنجی برای ارزیابی اثر آللوپاتیکی) نشان داد عصاره تهیه شده از شستشوی نمونه‌های چوب نارنج و انار و برگ خرما درصد جوانه‌زنی بذر، شاخص جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در کاهو را به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد (آب مقطر) کاهش داد. این نتایج نشان‌دهنده اهمیت توجه به ترکیبات بیوشیمیایی دارای اثر دگر آسیبی در چوب درختان میوه و اندازه‌گیری تغییرات این ترکیبات در مواردی مانند تهیه مالچ خرده چوب، کمپوست و خاک‌برگ و سایر محصولاتی می‌باشد که از ضایعات چوب درختان میوه تهیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات فنولی، جوانه‌زنی بذر، چوب، رشد، ضایعات و مواد آلی.

مقدمه

مالچ[1] لایه‌ای از مواد آلی طبیعی یا سنتزی است که در سطح خاک به‌کار برده می‌شود تا بین سطح خاک و اتمسفر یک مانع ایجاد نماید. طبق تعریف، باقی گذاشتن بقایای محصول در سطح خاک پس از برداشت و یا استفاده از گیاه پوششی (مالچ زنده) نیز مالچ محسوب می‌شود. به عبارت دقیق‌تر، مالچ‌دهی فرآیندی است که در آن، لایه‌ای از مواد در سطح خاک پخش می‌شود و یا روی خاک پوشش ایجاد می‌کند، به نحوی که حداقل ۳۰ درصد سطح خاک را بپوشاند (Erenstein, 2003). کاربرد مالچ در کشاورزی حفاظتی و کشاورزی پایدار در بهبود عملکرد محصول، بهبود اکولوژی خاک و حفظ شرایط عمومی محیط‌زیست اهمیت دارد. مالچ در کنترل علف‌های هرز، کنترل تبخیر از سطح خاک و حفظ رطوبت و تعدیل دمای خاک نقش مهمی دارد و به صورت غیر مستقیم روی رشد گیاهان موثر است (Henschk & Politycka, 2016). کاهش بیماری‌های خاک‌زاد، جلوگیری از فرسایش خاک و بهبود فعالیت‌های بیولوژیکی در خاک، بهبود چشم انداز و منظر (van Donk *et al*., 2011)، هم چنین جلوگیری از روان‌آب سطحی و بازتاب دادن نور از سطح خاک (Kijchavengkul, 2008) برخی اثرات مثبت مالچ می‌باشند. این موارد در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک اهمیت بیش‌تری دارد. امروزه استفاده از مواد آلی طبیعی و متنوع همچون پوست درختان کاج، کلش گندم، ضایعات چوب، خاک اره، روزنامه، برگ درختان، ضایعات هرس و گیاهان فضای سبز که به‌عنوان مالچ برای گیاهان باغبانی کاربرد دارد، مورد توجه قرار گرفته است. در میان موارد ذکر شده، خرده چوب بادوام است و تهیه و کاربرد آن به‌عنوان مالچ به آسانی صورت می‌گیرد. ضایعات هرس درختان میوه و درختان و درختچه‌های زینتی را می‌توان برای تهیه مالچ چوب در باغبانی و فضای سبز مورد استفاده قرار داد. در رابطه با مالچ‌های آلی تولید شده از چوب دو تقسیم‌بندی وجود دارد (Fedele *et al*., 2007). گروه اول شامل خرده چوب[2] تهیه شده از بقایای درختان و درختچه‌ها است که شامل قطعات خرده شده چوب همراه با پوست درختان می‌باشد و طی چند سال اخیر کاربرد آن‌ها به‌صورت رنگ شده یا بدون رنگ به‌عنوان مالچ افزایش یافته است (Henschk & Politycka, 2016). گروه دوم خرده چوب تهیه شده از ضایعات چوب تولید شده در کارخانه‌های فرآوری چوب، ضایعات وسایل و تجهیزات چوبی مانند پالت‌های چوبی، بشکه‌ها و ظروف چوبی و سایر موارد متفرقه است (Herms *et al*., 2002).ترکیبات شیمیایی دارای خاصیت دگر آسیبی (آللوپاتی)، ترکیبات شیمیایی با منشا گیاهی هستند که توسط یک گونه گیاهی تولید یا رهاسازی شده و موجب ممانعت و یا تسریع رشد گیاهان مجاور می‌گردند (Ferguson & Rathinasabapathi, 2003). اگرچه گزارش‌هایی در مورد ترکیبات بیوشیمیایی چوب و پوست درختان مانند ممرز (*Carpinus betulus*) و انجیلی (*Parrotia persica*) (Veisi & Habibpourian, 2022) و یا ضایعات پوست درختانی همچون اکالیپتوس (Santiago *et al*., 2019) منتشر شده است و اثرات دگر آسیبی قسمت‌های مختلف گیاهان مانندگلبرگ

[1] . Mulch
[2] . Wood chips

گل محمدی (Mohamadkhani & Minoozadeh, 2018)، برگ (Paravar *et al*., 2020) مورد بررسی قرار گرفته است ولی در مورد اثرات دگر آسیبی چوب درختان گزارش‌های محدودی منتشر گردیده است. Rathinasabapathi *et al* (2005) اثر دگر آسیبی مالچ چوب درختان چریش (*Azadirachta indica*)، سدر قرمز (*Juniperus silicicola*)، ماگنولیا (*Magnolia grandiflora* L.)، بلوط مونتانا (*Quercus michauxii* Nutt.) و افرا (*Acer rubrum* L.) را گزارش دادند. *et al* Gariglio (2002) نیز با استفاده از آزمون جوانه‌زنی بذر، اثر آللوپاتیکی خاک اره چوب درخت بید (*Salix* sp.) که به‌عنوان بستر کاشت گیاهان گلخانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند را ارزیابی نمودند.با توجه به اهمیت استفاده از ضایعات هرس درختان و درختچه‌های زینتی به‌عنوان یکی از منابع تولید خرده چوب و عدم وجود اطلاعات در مورد ترکیبات بیوشیمیایی و هم چنین اثرات دگر آسیبی چوب‌های مورد استفاده در تهیه خرده چوب و مالچ در ایران، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثرات دگرآسیبی ضایعات هرس درختان میوه خرما، نارنج و انار اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های این پژوهش در گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (ملاثانی، ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز) اجرا شد. ضایعات هرس شاخه‌های درختان نارنج (*Citrus aurantium*)، انار (*Punica granatum*) و هم چنین برگ هرس شده درختان خرما (*Phoneix dactylifera*) رقم سعمران (استعمران) در محوطه دانشگاه مورد استفاده قرار گرفت. به‌دلیل تفاوت در بافت برگ و دمبرگ خرما و به‌منظور تفکیک اثرات دگرآسیبی، رگبرگ اصلی برگ خرما و برگچه‌های برگ خرما به‌صورت مجزا مورد استفاده قرار گرفتند. خرد کردن ضایعات هرس شاخه‌های انار، نارنج و برگچه‌ها و دمبرگ خرما با استفاده از دستگاه چوب خردکن (ساخت شرکت فن‌آفرینان، اهواز) انجام گردید. یک نمونه ده کیلوگرمی از هر گیاه تهیه شد و برای انجام آزمایش‌ها به آزمایشگاه میوه‌کاری گروه علوم و مهندسی باغبانی منتقل گردید.

ابتدا نمونه‌های خرده چوب، برگ خرما و خاک اره در دمای ۶۵ درجه سلیسیوس درون آون نگهداری شدند تا به وزن ثابت برسند (TMECC, 2002). در مرحله بعد، عصاره‌گیری از دمبرگ خرما و یا نمونه‌های خرده چوب انار و نارنج به‌روش پیشنهادی Rathinasabapathi *et al* (2005) انجام شد. به بشر شیشه‌ای حاوی ۵۰ گرم نمونه، مقدار ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر (نسبت ۱:۱۰ وزنی/حجمی) اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلیسیوس درون آون قرار گرفت. پس از گذشت ۲۴ ساعت، آب حاوی ترکیبات نشت یافته از نمونه‌ها ابتدا از فیلتر پارچه‌ای گذرانده شد. در مرحله بعد آب حاوی ترکیبات نشت یافته از گیاه و سپس از کاغذ صافی واتمن شماره یک عبور داده شد و تا زمان انجام آزمایش، درون یخچال با دمای ۴ درجه سلیسیوس نگهداری شد. برای تهیه عصاره از نمونه برگچه‌های خرما، بر اساس روش پیشنهادی Rathinasabapathi *et al* (2005) برای استخراج مواد بازدارنده از برگ، یک قسمت نمونه برگچه‌های خرما با ۱۵ قسمت آب مخلوط شد و سپس سایر مراحل مشابه عصاره‌گیری از خرده چوب انجام شد.

به‌منظور مشخص شدن اثر تیمار شستشو با آب بر تغییر ترکیبات بیوشیمیایی و اثرات دگرآسیبی نمونه‌ها، بلافاصله پس از پایان تهیه محلول شستشو در مرحله اول، بقایای نمونه‌های گیاهی مرحله اول برای تهیه محلول شستشوی مرحله دوم استفاده شد. مشابه مرحله اول، مراحل افزودن آب، قرار دادن در آون دمای۳۷ درجه سلیسیوس، فیلتر کردن عصاره شستشوی مرحله دوم انجام شد.

آزمون جوانه زنی

آزمون تعیین اثرات آللوپاتیکی عصاره تهیه شده از خرده چوب بر اساس روش پیشنهادی Rathinasabapathi *et al* (2005) با استفاده از بذر کاهو (*Lactuca sativa* L.) انجام شد. بذرهای کاهوی پیچ هیبرید (رقم فریز[3] پابلند) از یک تولیدکننده تجاری نشا در شهرستان دزفول (استان خوزستان) تهیه شد و تا زمان آزمایش درون یخچال در دمای ۴ درجه سلیسیوس نگهداری گردید. تعداد ۲۵ عدد بذر کاهو روی یک لایه کاغذصافی در پتری‌دیش به قطر ۹ سانتی متر قرار داده شد. چهار میلی لیتر از هر عصاره به پتری دیش اضافه شد و پتری‌دیش ها به مدت ۷۲ ساعت در تاریکی در دمای ۲۲ درجه سلیسیوس قرار گرفت. در تیمار شاهد به جای عصاره از آب استفاده شد. پس از ۷۲ ساعت، تعداد بذور جوانه زده شمارش و طول ریشه چه و طول ساقه چه اندازه گیری شد.

شاخص های جوانه زنی بذر بر اساس روابط ذیل محاسبه شد:

درصد جوانه زنی: درصد جوانه زنی بذر با تقسیم تعداد بذرهای جوانه زده بر تعداد کل بذرها تعیین شد.

شاخص جوانه زنی(G_i) : با توجه به اینکه شاخص جوانه زنی یک شاخص بسیار حساس به کیفیت مواد در محیط جوانه‌زنی بذر است، در این آزمایش برای ارزیابی میزان مواد بازدارنده در عصاره چوب و سایر نمونه‌ها از شاخص جوانه‌زنی استفاده شد. شاخص جوانه‌زنی ($\mathbf{G_i}$) با استفاده از ارتباط نسبت جوانه‌زنی در نمونه‌های عصاره (G) و رشد ریشه‌چه در تیمارها (L) نسبت به درصد جوانه زنی بذر (G_{H2O}) و رشد ریشه‌چه (L_{H2O}) در تیمار شاهد (آب مقطر) انجام شد (Gariglio *et al*, 2002):

$$\mathbf{G_i} = 100 \times (G/G_{H2O}) \times (L/L_{H2O})$$

اندازه گیری ترکیبات بیوشیمیایی عصاره

اندازه‌گیری هدایت الکتریکی عصاره‌ها با استفاده از دستگاه EC- سنج (مدل AZ-86503) و اندازه گیری pH با استفاده از دستگاه pH متر (مدلInolab-7110) انجام شد. مواد جامد معلق کل به روش وزنی و بر اساس روش پیشنهادی Paes *et al* (2013) اندازه گیری‌شد. در پتری دیش شیشه‌ای شسته شده با الکل، مقدار ۲۵ میلی لیتر عصاره حاصل از خیساندن نمونه‌ها در آب ریخته و به مدت ۴۸ در آون ۱۰۳ درجه سلیسیوس قرار گرفت تا کاملاً خشک شود. وزن مواد جامد معلق اندازه گیری

[3] - Freeze

شد و درصد وزنی مواد جامد معلق محاسبه شد:

۱۰۰×(وزن ۲۵ میلی لیتر عصاره / وزن رسوب خشک باقیمانده ۲۵ میلی لیتر عصاره)= نسبت وزنی مواد جامدمعلق (درصد)

برای اندازه‌گیری میزان ترکیبات واکنش‌دهنده با نور ماورابنفش در طول موج ۲۸۰ نانومتر که عنوان شاخص میزان تانن در نظر گرفته می‌شود، مقدار ۱۰۰ میکرولیتر عصاره با سمپلر برداشته شد و با استفاده از آب دوبار تقطیر به حجم ۹ میلی لیتر رسانیده شد (نسبت ۱:۹۰). سپس میزان جذب در طول موج ۲۸۰ نانومتر با استفاده از کووت کوارتز توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدلUV-2100 ، ساخت کشور آمریکا) اندازه گیری شد. میزان ترکیبات واکنش‌دهنده با نور ماورابنفش در طول موج ۲۸۰ نانومتر بر اساس واحد جذب[4] در طول موج ۲۸۰ نانومتر در میلی لیتر (AU_{280}/ml) ارائه گردید(Santiago *et al*., 2019):

میزان جذب در طول موج ۲۸۰ نانومتر × ضریب رقیق سازی = شاخص جذب در طول موج ۲۸۰ نانومتر (AU_{280}/ml)

میزان فنل کل با استفاده از روش پیشنهادی Waterhouse (2002) با استفاده از معرف فولین (۱۰ درصد) کربنات سدیم (۷/۵ درصد) و اندازه گیری میزان جذب نور در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر پس از ۹۰ دقیقه انجام شد. بر اساس منحنی استاندارد تهیه شده با گالیک اسید[5]، مقدار فنل به صورت میلی‌گرم بر گرم اسیدگالیک محاسبه گردید.

برای اندازه‌گیری کل فلاونوئیدها، به دو میلی‌لیتر عصاره، مقدار دو میلی‌لیتر کلرید آلومینیوم ۲/۵٪ اضافه شد و نمونه به مدت ۳۰ ثانیه ورتکس شد. پس از نگهداری به مدت ۱۵دقیقه در دمای آزمایشگاه، میزان جذب در طول موج ۴۳۰ نانومتر قرائت شد. (Islami *et al*., 2017). مقدار فلاونویید بر اساس منحنی استاندارد تهیه شده با استفاده از کوئرستین تعیین شد.

محاسبات آماری

طرح آماری آزمایش جوانه‌زنی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با تیمار مرحله عصاره‌گیری (دو مرحله عصاره گیری) و تیمار نمونه گیاهی (برگچه خرما، خرده چوب انار، نارنج، دمبرگ خرما) در چهار تکرار(هر تکرار ۲۵ بذر کاهو در یک پتری دیش) انجام شد. طرح آماری آزمایش اندازه‌گیری ترکیبات بیوشیمیایی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با تیمار نمونه گیاهی در چهار سطح (برگچه خرما و خرده چوب انار، نارنج، دمبرگ خرما) و مرحله تهیه عصاره (دو مرحله) در سه تکرار انجام شد. نرمال‌سازی داده‌ها بر اساس آزمون اسمیرنوف - کولموگروف با استفاده از نرم‌افزار (Ver. 16) MiniTab و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد اثر تیمارهای مرحله تهیه عصاره، نمونه گیاهی و برهم‌کنش آن‌ها بر طول ساقه‌چه

[4] . Absorbance Unit (AU)
[5] . Gallic acid

گیاه‌چه کاهو در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود. اثر تیمارهای نمونه گیاهی و برهم‌کنش اثرات نمونه گیاهی و مرحله تهیه عصاره بر طول ریشه‌چه و شاخص جوانه‌زنی در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود ولی اثر تیمار مرحله عصاره بر این شاخص‌ها معنی‌دار نبود. اثر تیمار نمونه گیاهی بر درصدجوانه‌زنی بذر در سطح احتمال ۰/۰۱ و برهم‌کنش اثرات نمونه گیاهی و مرحله تهیه عصاره در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار بود.

درصد جوانه زنی بذر

بررسی نتایج مقایسه میانگین نشان داد در هر دو مرحله اول و و دوم شستشوی خرده چوب، بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی بذر کاهو مربوط به تیمار شاهد (آب مقطر) بود (به ترتیب ۹۲/۶۴ و ۹۵/۱۴ درصد) که به طور معنی‌داری بیشتر از جوانه‌زنی بذر در سایر تیمارها بود ($p<0/05$). عصاره تهیه شده از خرده چوب انار و نارنج و یا رگبرگ اصلی و برگچه‌های خرما در هر دو مرحله باعث کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذر کاهو نسبت به تیمار شاهد شد. درصد جوانه‌زنی در عصاره تهیه شده از برگچه خرما در مرحله اول (۵۲ درصد) به طور معنی‌داری کم‌تر از سایر تیمارها بود. درصد جوانه‌زنی بذر کاهو در عصاره تهیه شده از برگچه‌ها و رگبرگ خرما در مرحله دوم (به‌ترتیب ۶۰ و ۷۲ درصد) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از مرحله اول بود (به‌ترتیب ۵۲ و ۶۴ درصد) ولی عصاره انار تهیه شده در مرحله دوم موجب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذر کاهو نسبت به مرحله اول شد (به‌ترتیب ۶۴ و ۷۶ درصد).

شاخص جوانه‌زنی

در تمام عصاره‌های تهیه شده در هر دو مرحله از خرده چوب انار و نارنج و یا برگ‌چه و رگبرگ خرما، شاخص جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار شاهد بود($p<0/05$). کم‌ترین شاخص جوانه‌زنی بذر کاهو در عصاره تهیه شده از برگچه‌های خرما در مرحله اول و دوم بود (به‌ترتیب ۸/۰۶ و ۷/۵۸ درصد) که با این شاخص در عصاره تهیه شده از خرده چوب انار در هر دو مرحله (به‌ترتیب ۱۰/۱۱ و ۱۰/۹۵ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کم‌تر از شاخص جوانه‌زنی در سایر تیمارها بود. شاخص جوانه‌زنی در تیمار عصاره خرده چوب نارنج در مرحله دوم به طور معنی‌داری بیش‌تر از مرحله اول بود (به‌ترتیب۲۹/۲۶ و ۲۰/۵۴ درصد). در رگبرگ خرما، پس از کاربرد عصاره تهیه شده در مرحله دوم، شاخص جوانه‌زنی به طور معنی‌داری کم‌تر از مرحله اول بود (به‌ترتیب۱۳ و ۱۹/۲۴ درصد).

طول ریشه چه

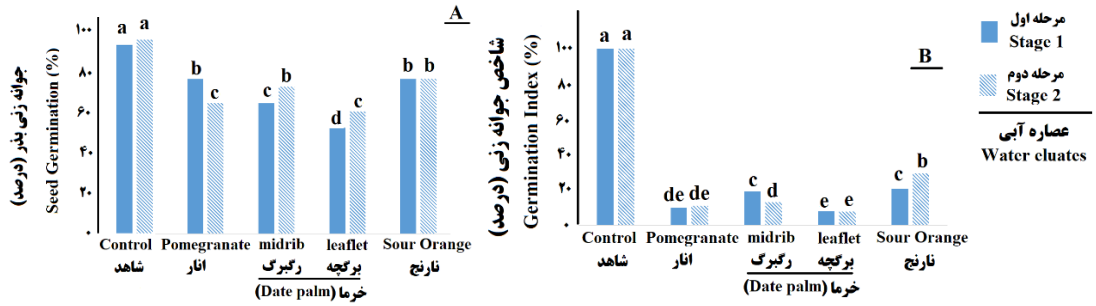
اثر عصاره تهیه شده از خرده چوب انار و نارنج و یا رگبرگ و برگچه خرما در هر دو مرحله موجب کاهش معنی دار طول ریشه‌چه کاهو شد ($p<0/05$) و در هر دو مرحله اول و دوم، بیش‌ترین طول ریشه چه گیاهچه‌های کاهو در تیمار شاهد آب مقطر بود (به ترتیب ۱۱۰/۳ و ۱۰۵/۱۱ میلی متر). طول ریشه چه کاهو در تیمار عصاره خرده چوب نارنج در مرحله دوم به طور معنی‌داری بیش‌تر از طول ریشه چه در مرحله اول بود (به ترتیب ۳۸/۳۳ و ۲۷/۶ میلی متر). طول ریشه‌چه در تیمار رگبرگ

خرما در عصاره تهیه شده در مرحله دوم (۱۸ میلی متر) به طور معنی‌داری کم‌تر از مرحله اول بود (۳۰/۶ میلی متر). کم‌ترین طول ریشه چه کاهو در عصاره تهیه شده از خرده چوب انار و برگچه خرما در هر دو مرحله و رگبرگ خرما در مرحله دوم بود که به طور معنی داری کم‌تر از طول ریشه‌چه در سایر تیمارها بودند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر مرحله تهیه عصاره و نمونه گیاهی بر شاخص های جوانه زنی بذر کاهو

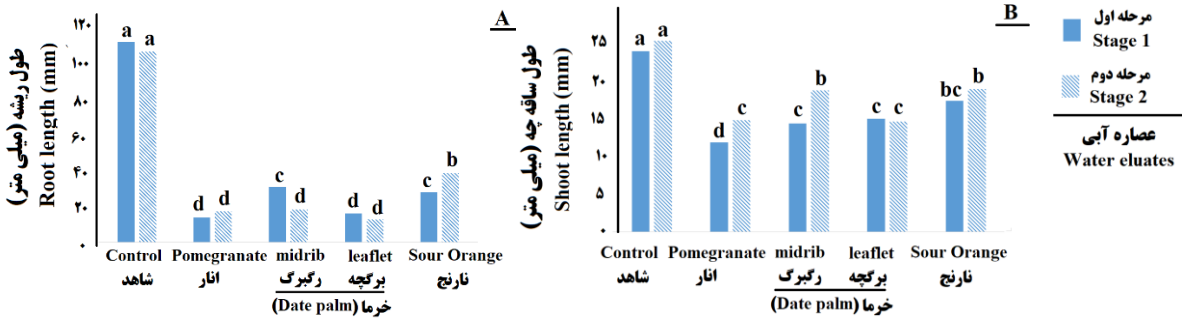
منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)			
		جوانه زنی بذر	طول ریشه چه	طول ساقه چه	شاخص جوانه زنی
مرحله تهیه عصاره	۱	۱۶/۹۰ ns	۱۷/۲۳ ns	۳۹/۵۲**	۳/۲۲ ns
نمونه گیاهی	۴	۱۵۳۶/۲۹**	۱۲۳۱۹/۶۱**	۱۵۹/۰۲**	۱۱۹۴۴/۲۵**
مرحله تهیه عصاره× نمونه گیاهی	۴	۱۳۴/۹۰*	۱۵۶/۴۳**	۶/۵۵**	۵۷/۰۹ **
خطا	۲۷	۸/۴۷	۸/۵۳	۰/۴۶	۴/۶۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۴/۰۰	۷/۵۰	۳/۸۲	۶/۷۴

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار می باشد.



شکل ۱- اثر مرحله تهیه عصاره آبی و نمونه گیاه بر درصد جوانه زنی (A) و شاخص جوانه زنی (B) بذر کاهو

***در هر شکل، میانگین های دارای حرف یا حروف مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.**



شکل ۱- اثر مرحله تهیه عصاره آبی و نمونه گیاه بر طول ریشه چه (A) و طول ساقه چه (B) گیاهچه کاهو

***در هر شکل، میانگین های دارای حرف یا حروف مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.**

ترکیبات بیوشیمیایی خرده چوب

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای مرحله تهیه عصاره و نمونه گیاهی و یا برهمکنش آنها بر هدایت الکتریکی، میزان مواد جامد معلق (جدول ۲) و یا فنل کل و کل فلاونوئیدها و شاخص تانن (جدول ۳) در عصاره های تهیه شده معنی دار بود. در مورد pH عصاره تنها برهمکنش اثر تیمارهای مرحله تهیه عصاره و نمونه گیاهی معنی دار بود.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر مرحله تهیه عصاره و نمونه گیاهی بر ترکیبات بیوشیمیایی خرده چوب درختان

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		هدایت الکتریکی (EC)	pH	مواد جامد معلق	فنل کل	کل فلاونوییدها	شاخص تانن
مرحله تهیه عصاره	۱	۲۱/۹۵ **	۰/۱۶ ns	۴/۶۹**	۴۹۴۵/۰۱ **	۴/۶۹**	۲۵۶۰/۱۸**
نمونه گیاهی	۴	۱۲/۱۹**	۲/۲۵ ns	۰/۲۱**	۳۴۶۵۴/۹۵ **	۰/۲۷**	۸۱۴/۱۰**
مرحله تهیه عصاره× نمونه گیاهی	۴	۶/۹۹*	۰/۲۱*	۰/۰۹**	۴۶۶۴/۰۹**	۴/۴۶**	۰/۰۶*
خطا	۲۷	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۴۶	۹/۶۲	۱/۲۷	۱/۰۰
ضریب تغییرات (٪)	-	۸/۷۰	۵/۲۶	۷/۸۴	۳/۱۴	۸/۴۳	۴۹۱۷/۲۰**

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار می باشد.

جدول ۳- اثر مرحله تهیه عصاره و نمونه گیاهی بر ترکیبات بیوشیمیایی خرده چوب درختان

	هدایت الکتریکی (ds/m)	pH	مواد جامد معلق (درصد)	فنل کل	کل فلاونوئیدها	شاخص تانن (AU_{280})
مرحله اول						
انار	۰/۹۲c	۴/۸۳bc	۱/۱۰b	۱۱۵/۷c	۲/۹۲a	۶۹/۴۴a
رگبرگ خرما	۶/۱۶a	۴/۰۲d	۱/۵a	۶۳/۰۰d	۰/۳۸e	۱۲/۹۶c
برگچه خرما	۲/۵۸ b	۵/۱۵b	۱/۱b	۲۳۴/۰۲a	۱/۷۷b	۶۳/۹۸a
نارنج	۰/۷۸cd	۵/۰۳b	۰/۸۰c	۳۹/۳e	۰/۲۶e	۱۰/۲۶c
مرحله دوم						
انار	۰/۴۷d	۴/۵۳bc	۰/۱۵d	۱۵۷/۳b	۱/۳۶c	۲۴/۷۱b
رگبرگ خرما	۱/۲۰ c	۴/۰۸cd	۰/۳cd	۳۰/۸۵e	۰/۸۹d	۴/۴۱d
برگچه خرما	۰/۶۵cd	۵/۶۹a	۰/۴۰cd	۱۳۹/۱۷c	۱/۷۶b	۱۱/۴۸c
نارنج	۰/۴۶d	۵/۳۷ab	۰/۱۱d	۹/۷۹f	۰/۴۵de	۱/۵۳ d

*در هر شاخص میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

شاخص تانن

بیشترین شاخص تانن در عصاره خرده چوب انار (۶۹/۴۴ واحد جذب در ۲۸۰ نانومتر) و برگچه خرما (۶۳/۹۸ واحد جذب در ۲۸۰ نانومتر) در مرحله اول بود که به طور معنی داری بیشتر از شاخص تانن در سایر تیمارها بودند($p<0/05$). در تمام نمونه‌ها، شاخص تانن در مرحله دوم به طور معنی داری کمتر از مرحله اول بود.

کل فلاونوییدها

بیشترین مقدار فلاونوییدهای کل در خرده چوب انار در مرحله اول بود (۲/۲ میلی گرم در گرم وزن خشک) که به طور معنی داری بیشتر از کل فلاونوییدها در سایر تیمارها بود. کل فلاونوییدها در خرده چوب انار در مرحله دوم کاهش معنی دار و در رگبرگ خرما افزایش معنی دار نسبت به مرحله اول نشان داد($p<0/05$).

فنل کل

بیشترین مقدار فنل کل متعلق به برگچه های خرما در مرحله اول بود (۲۳۴/۲ میلی گرم در گرم وزن خشک) که به طور معنی داری بیشتر از فنل کل در سایر تیمارها بود($p<0/05$). تهیه عصاره در مرحله دوم موجب افزایش معنی دار مواد فنل کل

در خرده چوب انار (۱۵۷/۳) و کاهش معنی دار فنل کل در خرده چوب نارنج، برگچه و رگبرگ خرما شد.

موادجامدمعلق

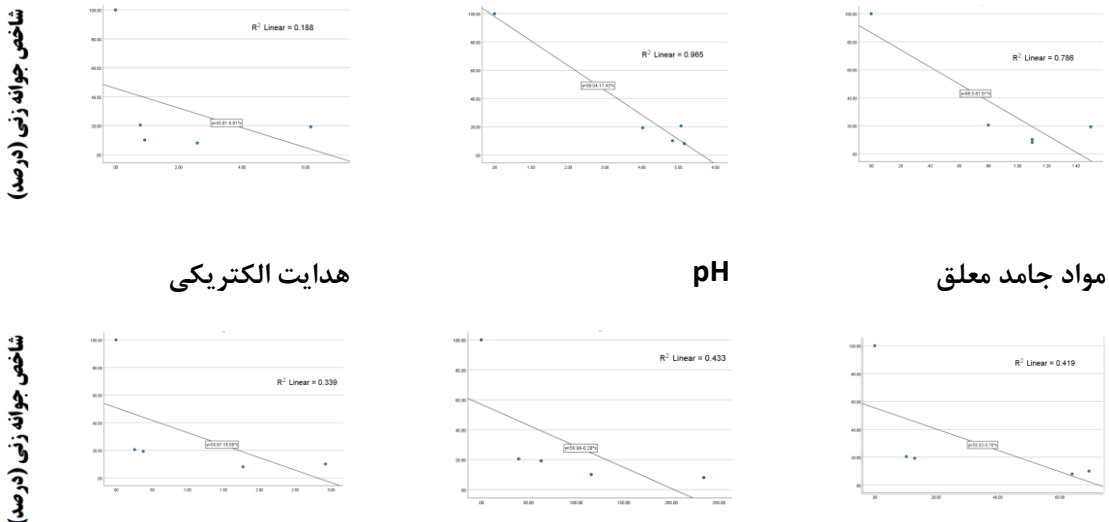
بیشترین مواد جامد معلق در خرده چوب تهیه شده از رگبرگ خرما در مرحله اول بود (۱/۵ درصد) که به طور معنی داری بیشتر از مواد جامد معلق در سایر تیمارها بود($p<۰/۰۵$). تهیه عصاره در مرحله دوم موجب کاهش معنی دار مواد جامد معلق در تمام نمونه ها شد.

هدایت الکتریکی

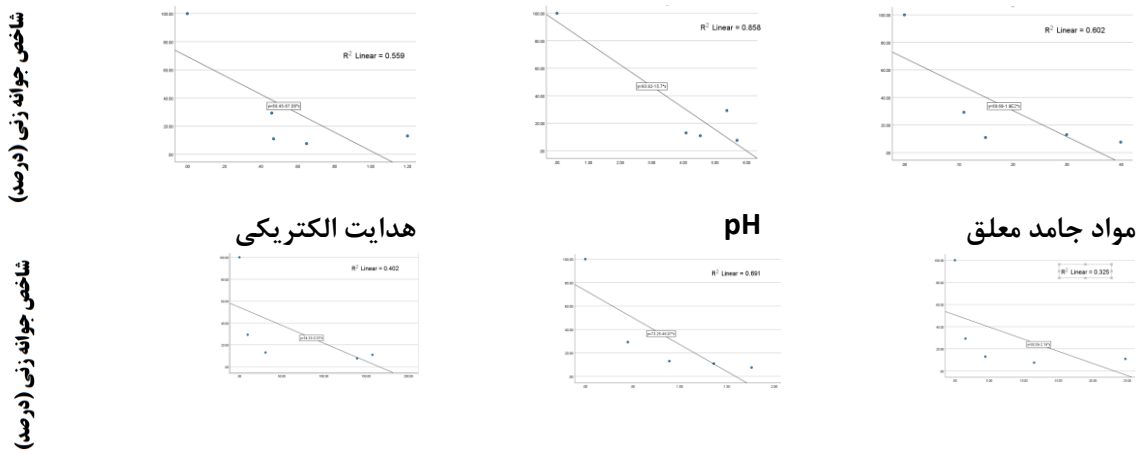
بررسی نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین هدایت الکتریکی در عصاره تهیه شده از رگبرگ خرما در مرحله اول بود (۶/۱۶ دسی زیمنس بر متر) که به طور معنی داری بیشتر از هدایت الکتریکی در عصاره سایر نمونه ها بود. پس از رگبرگ خرما، بیشترین هدایت الکتریکی در برگچه های خرما (۲/۵۸ دسی زیمنس بر متر) دیده شد. به جز نارنج که هدایت الکتریکی در عصاره تهیه شده در مرحله اول و دوم تفاوت معنی داری نداشتند، در سایر نمونه ها هدایت الکتریکی در مرحله دوم به طور معنی داری کمتر از مرحله اول بود.

pH عصاره

بیشترین pH در خرده چوب تهیه شده از رگبرگ خرما در مرحله دوم بود (۵/۶۹) که با pH در عصاره خرده چوب نارنج (۵/۳۷) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری بیشتر از هدایت الکتریکی در عصاره سایر نمونه ها بود ($p<۰/۰۵$). کمترین pH در عصاره رگبرگ خرما در هر دو مرحله اول (۴/۰۲) و دوم (۴/۰۸) بود.



نمودار ۲– رابطه همبستگی بین ترکیبات بیوشیمیایی خرده چوب در مرحله اول شستشو و شاخص جوانه زنی بذر کاهو در مرحله اول



نمودار ۳- رابطه همبستگی بین ترکیبات بیوشیمیایی خرده چوب و شاخص جوانه زنی بذر کاهو در مرحله دوم شستشو

بحث

در پژوهش حاضر کارایی استخراج ترکیبات بیوشیمیایی محلول در آب از خرده چوب سه درخت میوه رایج در مناطق نیمه گرمسیری کشور (شامل نارنج، انار و خرما) در زمان کوتاه (۲۴ و ۴۸ ساعت) مورد مقایسه قرار گرفت و اثرات آللوپاتیکی آنها با استفاده از آزمون زیست سنجی بذر کاهو ارزیابی شد. دلیل استفاده از آب برای ارزیابی میزان استخراج ترکیبات بیوشیمیایی دارای خاصیت آللوپاتیکی از چوب این درختان، توجه به موارد زیست محیطی و اقتصادی در آماده سازی خرده چوب این گونه ها برای کاربرد به عنوان مالچ و امکان بازیافت و استفاده مجدد از آب در فرآیند آماده سازی است. به علاوه در شرایط طبیعی، بارندگی یا باران در مدت زمان ۲۴ تا ۴۸ ساعت می تواند سطح خاک را تحت تاثیر قرار می دهد (راتینا و همکاران، ۲۰۰۵). با توجه به اینکه یکی از اهداف آزمایش حاضر معرفی مالچ چوب است، به نظر می رسد این مدت زمان برای تماس آب با خرده چوب در سطح خاک و رها سازی ترکیبات بیوشیمیایی از خرده چوب کافی است. Kannepalli *et al* (2016) نیز گزارش دادند که بارندگی و یا آب شدن برف تجمع یافته روی توده های خرده چوب می تواند موجب خروج مواد بیوشیمیایی از چوب شود. نتایج نشان داد میزان ترکیبات فنلی، فلاونوییدی و شاخص میزان تانن و مقدار مواد جامد معلق در نمونه های چوب گونه های نارنج، انار و خرما (دمبرگ و برگچه ها) و هم چنین در محلول شستشوی مرحله اول و مرحله دوم تفاوت معنی داری داشتند (جدول ۳). در مورد ترکیبات بیوشیمیایی چوب درختان میوه گزارش های زیادی منتشر نگردیده است ولی در مورد ترکیبات بیوشیمیایی چوب و پوست برخی درختان مانند ممرز و انجیلی (Veisi & Habibpourian, 2022) و درخت توت (Veisi *et al*., 2022) و تفاوت در میزان ترکیبات فنلی و فلاونوییدی گیاه *Clinacanthus nutans* در مناطق مختلف جغرافیایی (Ismaeil *et al*., 2017)، گزارش های موجود نشان دهنده اهمیت بررسی ترکیبات بیوشیمیایی چوب در گیاهان است که در مواردی مانند استفاده از چوب برای تولید مالچ و یا فرآورده های دیگر مانند کاغذ از چوب و یا استخراج ترکیباتی با کاربرد جانبی (مانند تانن ها) می توان از این اطلاعات استفاده نمود.

هم چنین نتایج ازمایش حاضر نشان داد در عصاره تهیه شده از شستشوی مرحله اول و مرحله دوم نمونه های چوب سه درخت نارنج، انار و خرما ، شاخص های جوانه زنی بذر کاهو شامل درصد جوانه زنی بذر (نمودار A -۱) و شاخص جوانه زنی بذر (نمودار B-۱) به طور معنی داری کاهش یافت. این نتایج نشان دهنده اهمیت اثرات بازدارنده ترکیبات بیوشیمیایی فعال در چوب درختان انار، نارنج و خرما است که پس از تماس با آب از بافت گیاهی خارج شده اند. در مورد ترکیبات بیوشیمیایی فعال در چوب این درختان گزارشی وجود ندارد و اثر بازدارندگی چوب آنها بر رشد سایر گیاهان مورد ارزیابی قرار نگرفته است ولی در مورد اثرات بازدارندگی رشد ترکیبات موجود در چوب سایر گونه های گیاهی مانند بید (Gariglio *et al.*,2002)، چریش، سدر قرمز، ماگنولیا، بلوط مونتانا و افرا (Rathinasabapathi *et al*., 2005) گزارش هایی منتشر شده است.

این نتایج نشان دهنده اهمیت بررسی ترکیبات بیوشیمیایی قسمت های مختلف درختان میوه برای تعیین اثرات آللوپاتیکی درختان میوه و مواردی است که از ضایعات میوه یا بخش های مختلف آنها تولید می شوند. هم چنین به دلیل وجود تنوع در گونه ها و ارقام مرکبات و هم چنین وجود تنوع ارقام انار و خرما در ایران، بررسی این ترکیبات در ژنوتیپ ها و ارقام مختلف نیز می تواند در مشخص نمودن اثرات آللوپاتیکی در چوب و سایر قسمت های درختان میوه مانند برگ که در تهیه مالچ، کمپوست و یا خاکبرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند، اهمیت داشته باشد. نتایج آزمایش حاضر نشان داد کاهش شاخص جوانه زنی بذر کاهو بیشتر از درصد جوانه زنی بذر بود (نمودارهای A -۱ و B-۱). با توجه به اینکه در محاسبه از دو شاخص درصد جوانه زنی و رشد ریشه چه استفاده شد، ارتباط این شاخص با ترکیبات شیمیایی و بیوشیمیایی چوب درختان انار، نارنج و خرما در مرحله اول (نمودار ۲) و مرحله دوم (نمودار ۳) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد در هر دو مرحله به ترتیب pH محلول شستشو و میزان مواد جامد معلق همبستگی بیشتری با شاخص جوانه زنی بذر داشتند و در مرحله دوم همبستگی ترکیبات فنلی یا شاخص جوانه زنی نسبت به مرحله اول افزایش یافت. این موضوع نشان داد احتمالا ترکیبات بیوشیمیایی دیگری در محلول تهیه شده از چوب درختان انار و نارنج و دمبرگ و برگ خرما وجود دارند که در آزمایش حاضر اندازه گیری نشده است ولی بر جوانه زنی بذر کاهو اثر بازدارنده داشته اند. این موضوع مجدداً اهمیت شناسایی ترکیبات بیوشیمیایی مختلف موجود در چوب درختان میوه و سایر درختان را نشان می دهد. چوب درختان دارای مقدار زیادی فنل می باشد (Haslam, 1986)، هم چنین وجود ترکیبات فنلی در محلول نشت یافته از توده های خرده چوب تهیه شده برای مالچ بر اثر بارندگی نیز گزارش شده است (Kannepalli *et al*., 2016)، و نتایج آزمایش حاضر نیز نشان دهنده وجود ترکیبات فنلی در چوب درختان انار و نارنج و برگ خرما بود، اهمیت توجه به اندازه گیری ترکیبات بیوشیمیایی در چوب درختان میوه و سایر گونه های گیاهی مشخص می شود.

نتیجه گیری کلی

در آزمایش حاضر اطلاعاتی در مورد شاخص های شیمیایی مانند pH، هدایت الکتریکی و مواد جامد معلق و هم چنین ترکیبات بیوشیمیایی محلول تهیه شده از شستشوی چوب درختان میوه نارنج، انار و هم چنین دمبرگ و برگچه خرما با آب

جمع آوری گردید. در محلول های تهیه شده در دو زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت شستشوی نمونه ها با آب، وجود اثر بازدارندگی بر اساس آزمون زیست سنجی بذر کاهو، نشان دهنده اهمیت اثر دگرآسیبی (آللوپاتیکی) ترکیبات موجود در چوب درختان میوه می باشد. مشخص شدن اثر دگر آسیبی ترکیبات موجود در چوب درختان میوه نارنج، انار و خرما علاوه بر اینکه می تواند در تهیه فرآورده های جانبی از ضایعات هرس درختان مانند خرده چوب مورد استفاده در مالچ و ارزیابی کیفیت آن مورد استفاده قرار گیرد، می تواند نشاندهنده اهمیت توجه به مدیریت ضایعات هرس و بقایای درختان میوه و اثرات دگرآسیبی آنها و توجه به کیفیت مواردی مانند مالچ، کمپوست و خاکبرگ تهیه شده با استفاده از ضایعات درختان میوه باشد. پیشنهاد می شود در تهیه مالچ خرده چوب و یا استفاده از خرده چوب برای بستر کاشت، میزان ترکیبات فنلی در هر چوب گونه های مختلف و میزان نشت مواد فنلی از آنها به آب پس از خیساندن چوب در آب اندازه گیری شود زیرا در تعیین اثرات آللوپاتیکی چوب هر گونه گیاهی می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

مقاله حاضر بخشی از نتایج طرح پژوهشی کاربردی مصوب سال ۱۳۹۷ با عنوان ((تولید مالچ خرده چوب در استان خوزستان)) می باشد. بدینوسیله از هیات رئیسه محترم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان و معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه به خاطر حمایت از اجرا و تامین هزینه های این طرح پژوهشی تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

Paravar, A., Maleki Farehani, S., Sadeghi, R., & Eisanejad, N. (2020). Effect of plants allelopathic on germination, biochemical and enzymic activity of weeds. *Iranian Journal of Seed Sciences and Research*, 7(1), 15-26.

Mohammadkhani, N., & Zademobarak, M. (2018). Evaluation of allelopathic effect of Rosa damascena Mill Boukan and Khansar accessions extract on seed germination of wheat Zarrin Cultivar. *Iranian Journal of Seed Sciences and Research*, 5(4), 87-97.

Vaysi, R., & Habib Porian, M. (2022). Identification and Comparison of Organic Chemical Components in Wood and Bark of Hornbeam and Ironwood Wood by GC-MS Methods. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 37(2), 150-165.

Vesey, R., Malekian, B. and Masawi Far, M. (2019). Identification and comparison of metal ions and organic compounds in mulberry wood and skin using flame atomic absorption techniques and gas chromatography and mass spectrometry methods. Iran Wood and Paper Science Research Journal. Volume 35, Number 3. Pages: 283-293.

Erenstein, O. (2003). Small holder conservation farming in the tropics and sub-tropics: a guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crops. J. Agri. Ecosystems and Environ.100 (1):17-37.

Fedele, I. E., Galbally, N., Porter, I. and Weeks, A. (2007). Biogenic VOC emissions from fresh leaf mulch and wood chips of *Grevillea robusta* (Australian Silky Oak). Atmospheric Environment 41:736–8746.

Ferguson, J. and Rathinasabapathi, B. (2004). Allelopathy: How plants suppress other plants, p. 1–3. Univ. Fla. Coop. Ext. Serv., HS944. http://edis.ifas.ufl.edu.

Gariglio, N. F., Buyatti, M. A., Pilatti, R. A., Gonzalez Rossia, D. E. and Acosta, M. R. (2002). Use of a germination bioassay to test compost maturity of willow (*salix* sp.) sawdust. New Zealand Journal of Crop and Horticulture Science. 30: 135-139.

Haslam, E. (1989). Plant polyphenols: Vegetable tannins revisited, p. 230. Cambridge Univ. Press, Cambrdige.

Henschk, M. and Politycka, B. (2016). Application of wood chips for soil mulching in the cultivation of ornamental grasses. Folia Horticulture, 28(2): 187-194.

Herms, D. A., Lloyd, J. E. and Stinner, B. R. (2002). Effect of organic mulches and fertilization on soil microbial activity nutrient availability and growth of river birch. In: Composting and Compost Utilization. F.C. Michel, R. Rynk, and H.A.J. Hoitink (eds), The JG Press Inc., Emmaus, PA

Ismail, N. Z., Arsad, H., Samian, M. R., and Hamdan, M. R. (2017). Determination of phenolic and flavonoid contents, antioxidant activities and GC-MS analysis of *Clinacanthus nutans* (Acanthaceae) in different locations. AGRIVITA Journal of Agricultural Science, 39(3): 335–344.

Kannepalli, S., Strom, P., F., Krogmann, U., Subroy, V, Gimenez, D. and Miskewitz, R. (2016). Characterization of wood mulch and leachate/runoff from three wood recycling facilities. Journal of Environmental Management 182: 421- 428.

Kijchavengkul, T., Auras R., Rubino M., Ngouajio M. & Fernandez, R.T. (2008). Assessment of aliphatic–aromatic copolyester biodegradable mulch films. Part II: Laboratory simulated conditions. *Chemosphere*, 71(9): 1607–1616.

Paes, J. B.; Diniz, C. E. F.; Lima, C. R.; Bastos, P. M.; Medeiros Neto, P. N. (2013). Condensed tannins of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* bark extracted with sodium hydroxide and sodium sulfite solutions. Revista Caatinga, 26 (3): 22-27.

Rathinasabapathi, B., Ferguson, J., and Gal, M. (2005). Evaluation of Allelopathic Potential of Wood Chips for Weed Suppression in Horticultural Production Systems. HortSci. 40 (3): 711-713.

Santiago, S. B., Gonçalves, F. G., Paes, J. B., Lelis, R. C. C., Vidaurre, G. B. and Marina Donária Chaves Arantes, M. D. Ch. (2019). Condensed tannins extracted from Eucalyptus bark waste. Floresta, 49.(1): 49-56.

TMECC (Test Methods for the Examination of Composts and Composting). (2002). In: Thompson, W., Leege, P., Millner, P., Watson, M.E. (Eds.). The US Composting Council, USGovernment Printing Office.

Van Donk, D., Lindgren, T., Schaaf, D. M., Petersen, J. L. and Tarkalson, D. D. (2011). Wood

chip mulch thickness effects on soil water, soil temperature, weed growth and landscape plant growth. Journal of Applied Horticulture, 13(2): 91-95.

Waterhouse, A.L., Determination of Total Phenolics, in Current Protocols in Food Analytical Chemistry, I1.1.1-I1.1.8, John Wiley and Sons, Inc, Hoboken, NJ.