گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۳)، ۹(۱): ۱۱۹-۱۳۴
مقاله پژوهشی

ارزیابی اثرهای دگرآسیبی خرده چوب برخی درختان و درختچه‌های زینتی در استان خوزستان

مختار حیدری

گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی
mkheidari@asnrukh.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱/۶، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱/۱۸، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱/۲۵

چکیده

تولید کمپوست، خاکپوش یا کودهای آلی روش‌های مناسب برای استفاده از بقایای هرس هستند که در کاهش مشکلات زیست‌محیطی ناشی از تجمع بقایای هرس مؤثر هستند. چوب، دارای اثرهای دگرآسیبی است. باتوجه‌به اینکه در مورد اثرات دگرآسیبی استفاده از چوب درختان و درختچه‌های زینتی بر رشد گیاهان، گزارش‌های محدودی منتشر گردیده است، در آزمایش حاضر، ترکیبات بیوشیمیایی و دگرآسیبی اثر خرده چوب هشت گونه درخت و درختچه زینتی بررسی شد. خرده چوب گل کاغذی (*Bougainvillea*)، برهان (*Albbizia lebbeck*)، سپستان (*Cordia myxa*)، کنوکارپوس (*Conocarpus erectus*)، ناترک (*Dodonea viscosa*)، خرزهره (*Nerium oleander*)، سوبابل (*Leucaena leucocephala*) و شیشه‌شور (*Callistemon citrinus*) به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت در آب خیسانده شد و عصاره آبی تهیه شد. بررسی ترکیبات بیوشیمیایی عصاره‌ها نشان داد میزان ترکیبات فنلی، شاخص تانن (A_{280})، فلاونوئیدها و کربوهیدرات‌های محلول غیرساختمانی و همچنین مواد جامد معلق کل و هدایت الکتریکی در عصاره آبی نمونه‌های خرده چوب تفاوت معنی‌داری داشتند ولی pH عصاره آبی نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشتند. مدت‌زمان قرارگیری خرده چوب در آب (۲۴ یا ۴۸ ساعت)، میزان هدایت الکتریکی و ترکیبات بیوشیمیایی در عصاره‌های آبی تغییر کرد. عصاره آبی سوبابل دارای بیشترین شاخص تانن (A_{280}/ ۱۰/۶۷ml) و کربوهیدرات‌های محلول (۱/۸۱ mg/g) بود و بیشترین میزان فنل کل در سوبابل و کنوکارپوس بود (به ترتیب ۱۰۷/۱ و ۱۱۴/۵۵ mg/g). بیشترین هدایت الکتریکی در عصاره آبی سپستان (۲/۸۷ ds/m) و بیشترین مواد جامد معلق کل (۱٪/۰۶) در شیشه‌شور بود. بیشترین میزان فلاونوئیدها در گل کاغذی، خرزهره، سوبابل و سپستان بود. اثر عصاره آبی تهیه‌شده از نمونه‌های خرده چوب موجب کاهش درصد تنژگی و شاخص تنژگی بذر کاهو و همچنین کاهش رشد طولی ریشه‌چه و ساقه چه کاهو شد که نشان‌دهنده وجود اثرات دگرآسیبی ترکیبات بیوشیمیایی موجود در چوب درختان و درختچه‌های زینتی بود. این نتایج می‌تواند در انتخاب این‌گونه‌ها برای طراحی کاشت فضای سبز در رابطه با اثرات دگرآسیبی بقایای این گیاهان بر چمن و گیاهان زینتی مجاور و یا مدیریت پسماند هرس و تهیه کمپوست یا خاکپوش از چوب درختان و درختچه‌های زینتی مورداستفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اثرهای بازدارنده، ترکیبات فنلی، رشد، زیست‌سنجی، تنژگی، پسماند هرس.

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

مقدمه

در سامانه های کشاورزی، تجزیه بقایای گیاهی پس ازبرداشت گیاه و یا تجزیه مواد آلی که به‌طور طبیعی در خاک رهاشده و یا توسط کشاورزان به خاک افزوده‌شده است، موجب رهاسازی ترکیبات بیوشیمیایی موجود در مواد آلی در خاک و ایجاد اثرات دگرآسیبی (آللوپاتی) می‌شود. دگرآسیبی یکی از موارد مرتبط با مواد آلی طبیعی تولیدشده توسط گیاهان هست و عامل توقف رشد سایر گیاهان براثر رهاسازی ترکیبات بازدارنده از بخش‌های مختلف یک گیاه زنده و یا قسمت‌های مرده بقایای گیاهی طی مرحله تجزیه هست. ترکیبات شیمیایی ایجادکننده دگرآسیبی به‌طور عمومی متابولیت‌های ثانویه هستند و بیشتر شامل ترکیبات ترپنی فرار و ترکیبات فنلی هستند. ترکیبات دارای خاصیت دگرآسیبی در هر قسمت از گیاه شامل بذرها، گل‌ها، میوه‌ها، دانه گرده، برگ‌ها، ساقه‌ها (چوب و پوست) و ریشه‌ها تولید می‌شوند (Bres & Politycka, 2016). میزان ترکیبات دگرآسیبی بسته به مرحله رشد اندام گیاهی متفاوت هست ولی مقدار آن‌ها معمولاً در گیاهان جوان بیشتر است (Haig, 2013). ترکیبات شیمیایی دارای اثرات دگرآسیبی به روش‌های مختلفی بر گیاهان دیگر تأثیر می‌گذارند. ممانعت از تنژگی بذر و کند کردن رشد گیاهان از طریق اختلال در تقسیم سلولی، اختلال در تنفس و سایر فعالیت‌های فیزیولوژیکی، تأثیر بر تغذیه گیاهی از طریق کاهش دریافت آب و عناصر غذایی برخی مکانیسم‌های تأثیر مواد آلی دارای اثرات دگرآسیبی هست (Seigler, 1999).

اثرهای دگرآسیبی گیاهان در برخی فعالیت‌های کشاورزی مانند فرآیند تهیه کمپوست از پسماند گیاهی (Zucconi *et al*., 1985; Gariglio *et al*., 2002; Gajdos,1997) و یا استفاده از بقایای گیاهی به‌عنوان خاکپوش (Henscheh & Politycka, 2016) و یا گیاهان پوششی برای کنترل علف‌های هرز (Bres & Politycka, 2016) اهمیت دارد و به‌عنوان یک شاخص در تعیین کیفیت بقایای گیاهی ارزیابی می‌شود. خاکپوش یک‌لایه از مواد آلی یا مصنوعی است که برای حفظ رطوبت خاک و تعادل درجه حرارت خاک و جلوگیری از رشد علف‌های هرز در سطح خاک استفاده می‌شود (Henscheh & Politycka, 2016). خاکپوش از بقایای محصولات کشاورزی و سایر بقایای گیاهی تهیه می‌شود. خرده چوب یکی از موادی است که به‌عنوان خاکپوش در فضای سبز، میوه‌کاری و به میزان کمتر در سبزی‌کاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مورد اثرات کاربرد انواع پسماند باغبانی به‌عنوان خاکپوش و اثرات رهاسازی مواد دگرآسیبی از چوب گزارش‌هایی منتشر گردیده است. بررسی اثر بازدارنده عصاره تهیه‌شده از قسمت‌های مختلف گیاه کاج، خاک‌اره و بقایای چمن فستوکا[۱] بر تنژگی بذر چند گل زینتی شامل تاج‌خروس[۲]، آلیسوم[۳]، آهار[۴]، کوکب کوهی[۵] و جعفری[۶] مشخص نمود عصاره تهیه‌شده از برگ کاج بیشترین اثر بازدارنده را بر جوانه بذر، طول، وزن‌تر و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهان زینتی فصلی داشت (Kezemi & Jozay, 2020). مقایسه اثر عصاره تهیه‌شده از چوب سدر ژاپنی[۷]، بلوط[۸]، گردوی منچوری[۹]، کاج قرمز ژاپنی[۱۰] بر رشد رویشی پیچ زینتی کادزو[۱۱] مشخص نمود عصاره خرده چوب بلوط و سدر ژاپنی دارای بیشترین اثرات بازدارنده بر رشد شاخساره پیچ زینتی کادزو بود (Manalo & Nakai, 2018).

۱- *Festuca* ۲- *Celosia argentea* ۳- *Alyssum maritimum* ۴- *Zinnia* sp. ۵- *Rudbeckia* sp. ۶- *Tagetes* sp.

۷- *Cryptomeria japonica* ۸- *Quercus serrata* ۹- *Juglans mandshurica* ۱۰- *Pinus densiflora* ۱۱- *Pueraria lobata*

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

اگرچه رهاسازی ترکیبات بیوشیمیایی توسط برخی گیاهان و یا اندام‌های آن‌ها موجب بروز اثرات دگرآسیبی و توقف رشد سایر گیاهان می‌شود ولی این ترکیبات می‌توانند کاربردهای مفیدی نیز داشته باشند. اثر ترکیبات دگرآسیبی بر توقف رشد علف‌های هرز در کشاورزی نیز اهمیت دارد (Kunz *et al*., 2016). کاشت گیاهان دارای اثرات دگرآسیبی به‌عنوان گیاه پوششی در تناوب‌های کشت و یا استفاده از بقایای قسمت‌های مختلف گیاهان به‌عنوان خاکپوش برای کنترل علف‌های هرز علاوه بر اثرات مثبت زیست‌محیطی می‌تواند سود اقتصادی نیز داشته باشد (Jabran *et al*., 2015). نتایج یک تحقیق نشان داد کاربرد پوست درخت کاج، کلش کاج[۱] (پسماند برگ کاج) و یا انواع خرده چوب موجب جلوگیری از تنژگی بذر و رشد علف‌های هرز در فضای سبز شد. جلوگیری از دریافت نور، کاهش دریافت دسترسی بذر علف‌های هرز به رطوبت کافی و رهاسازی ترکیبات شیمیایی دارای اثرات دگرآسیبی به‌عنوان مکانیسم‌های تأثیر خاکپوش در ممانعت از تنژگی بذر و کاهش رشد علف‌های هرز پیشنهاد شدند (Saha *et al*., 2018).

در مورد ترکیبات بیوشیمیایی موجود در خرده چوب و مکانیسم اثرات دگرآسیبی آن گزارش‌هایی منتشر گردیده است. نتایج یک تحقیق نشان داد استفاده از خرده چوب کاج و توس به‌عنوان خاکپوش موجب افزایش میزان فنل خاک شد و پس از یک سال، میزان رهاسازی ترکیبات فنلی از خرده چوب کاج بیشتر از خرده چوب توس بود (Hensckeh & Politycka, 2016). برخی از ترکیبات فنلی تشخیص داده‌شده در خرده چوب اکالیپتوس شامل کوئینیک اسید[۲]، گالیک اسید[۳]، پروتوکاتچوئیک اسید[۴]، کاتچین[۵] و کلروژنیک اسید[۶] می‌باشد (Santos *et al*., 2013). پوست یک گونه کاج[۷] و کاج بهوتان[۸] حاوی کوئرستین[۹]، کامفرول[۱۰]، سکوئیسولاریرسینول[۱۱]، ۳، ۴- دی هیدروکسی بنزوئیک اسید[۱۲]، رامانتین[۱۳] و مشتقات کاتچینو گالوکاتچین[۱۴] بود (Miamoona *et al*., 2011). هم‌چنین گزارش‌شده خرده چوب اکالیپتوس و سرو مواد فنلی بیشتری نسبت به پوست کاج و برگ کاج داشتند (Duryea *et al.,* 1999). وجود ترکیبات فنلی و کربوکسیلیک اسید در عصاره تهیه‌شده از خرده چوب سدر و بلوط تشخیص داده‌شده است (Manalo and Nakai, 2018).

با توجه به مشخص شدن مواد دارای اثرات دگرآسیبی در چوب، یکی از موارد مهم قبل از استفاده از پسماند چوب گونه‌های مختلف درختان، تعیین نوع و میزان اثرات بازدارنده ترکیبات بیوشیمیایی موجود در چوب و ارزیابی پاسخ سایر گیاهان به این ترکیبات هست. استفاده از روش‌های آزمایشگاهی برای جداسازی و تشخیص مواد آلی دارای اثرات سمیت و بازدارندگی در مورد گونه‌های مختلف مانند کاج و درخت غان (Hensckeh and Politycka, 2016)، کاج (Miamoona *et al*., 2011) اکالیپتوس (Duryea *et al.,* 1999)، انار، نارنج و خرما (Heidari, 2022) انجام شده است. استخراج مواد شیمیایی موجود در چوب و سایر بقایای گیاهی با آب و زیست‌سنجی با استفاده از واکنش تنژگی بذر گیاهان شاخص به مواد شیمیایی موجود در آب یکی از روش‌های ارزیابی مواد دگرآسیبی موجود در مواد آلی گیاهی هست (Gariglio *et al*., 2002) و آزمون تنژگی یک روش رایج برای ارزیابی تشخیص وجود مواد بازدارنده در پسماند و بقایای گیاهی و کمپوست می‌باشد (Zucconi *et al*. 1985; Gajdos, 1997). روش زیست‌سنجی با استفاده از آزمون تنژگی بذر یک روش کم‌هزینه، آسان و سریع برای تشخیص

۱- Pine straw ۲- Quinic acid ۳- Gallic acid ۴- Protocatechuic acid ۵- Catechin ۶- Chlorogenic acid

۷- *Pinus roxburghii* ۸- Bhutan (*Pinus wallichiana*) ۹- Quercetin ۱۰- Kaempferol ۱۱- Squisolarisinol

۱۲- 3, 4-dihydroxybenzoic acid ۱۳- Ramantin ۱۴- Galocatechin

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

مواد بازدارنده است. اگرچه در آزمون‌های تنژگی مربوط به اثرات بازدارنده بقایای گیاهی از بذر گیاهان مختلف مانند کاهو، تربچه، شاهی و کلم استفاده می‌شود ولی زیست‌سنجی با بذر کاهو یک روش رایج هست زیرا کاهو حساسیت زیادی به ترکیبات دارای خاصیت دگرآسیبی دارد (Rathinasabapathi *et al*., 2005). در زمینه استفاده از آزمون تنژگی بذر کاهو برای ارزیابی اثرات دگرآسیبی در خرده چوب درختان گزارش‌هایی منتشر گردیده است.

عصاره آبی تهیه‌شده از خاکپوش شش گونه گیاه فضای سبز از جمله اکالیپتوس، پوست کاج، چوب کاج و درخت چای[1] موجب کاهش تنژگی بذر کاهو شد. هم‌چنین مشخص شد ترکیبات آروماتیک هیدروکیسله شده در انواع خاکپوش‌ها باهم تفاوت داشتند و پیشنهاد شد اثرات دگرآسیبی این خاکپوش‌ها می‌تواند رشد علف‌های هرز در فضای سبز را کنترل نماید (Duryea *et al*., 1999). محلول تهیه‌شده از خرده چوب موجب کاهش تنژگی بذر کاهو و کاهش رشد ریشه‌چه گیاه چه کاهو شد (Rathinasabapathi *et al*., 2005). بررسی اثر دگرآسیبی عصاره شش ماده آلی قابل‌استفاده به‌عنوان خاکپوش شامل خرده چوب کاج، مخروط (میوه) کاج، برگ کاج، پوست کاج، خاک‌اره و بقایای چمانواش بلند[2] مشخص نمود عصاره تهیه‌شده از برگ کاج دارای بیشترین اثر بازدارنده بر تنژگی بذر کاهو بود (Kezemi & Jozay, 2020). اثر بازدارندگی عصاره تهیه‌شده از خرده چوب درختان نارنج و انار ، دم‌برگ اصلی و برگچه‌های خرما بر تنژگی بذر کاهو نیز گزارش‌شده است (Heidari, 2022).

با توجه به نبود اطلاعات در مورد اثرات بازدارنده چوب گیاهان زینتی در ایران، آزمایش حاضر به‌منظور اندازه‌گیری برخی ترکیبات بیوشیمیایی موجود در درختان و درختچه‌های زینتی رایج در استان خوزستان و استفاده از آزمون تنژگی بذر کاهو برای تعیین اثرات بازدارنده خرده چوب تهیه‌شده از پسماند هرس تهیه شد. هدف این تحقیق، جمع‌آوری اطلاعات اولیه در مورد امکان استفاده از پسماند هرس درختان و درختچه‌های زینتی رایج در استان خوزستان برای تهیه خاکپوش خرده چوب بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (ملاثانی، ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز) اجرا شد. پسماند هرس شاخه‌های گل کاغذی، خرزهره، سوبابل، سپستان، ناترک، برهان، کنوکارپوس، شیشه‌شور درختان رشد یافته در فضای سبز دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، به‌صورت جداگانه با استفاده از دستگاه چوب خردکن (ساخت شرکت فن آفرینان، اهواز) خرد شد. یک نمونه دو کیلوگرمی از چوب‌های خردشده هر گونه گیاهی تهیه‌شده و برای انجام آزمایش‌ها به آزمایشگاه منتقل گردید.

ابتدا نمونه‌های خرده چوب در دمای ۶۵ درجه سلسیوس درون آون نگهداری شدند تا به وزن ثابت برسند (TMECC, 2002). برای عصاره‌گیری، به ۵۰ گرم از نمونه‌های چوب خردشده هر گونه گیاهی در بشر شیشه‌ای، مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده شد (نسبت ۱:۱۰ وزنی/حجمی) و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس درون انکوباتور قرار گرفت (Rathinasabapathi *et al*., 2005). پس از گذشت ۲۴ ساعت، آب حاوی ترکیبات نشت یافته از نمونه‌ها ابتدا از کاغذ صافی

۱- *Melaleuca quinquenervia*

۲- *Festuca arundincea*

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

واتمن شماره یک عبور داده شد و تا زمان انجام آزمایش، در ظرف شیشه‌ای تیره درون یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد.

بلافاصله پس از پایان تهیه محلول شستشو در مرحله اول، به بقایای نمونه‌های گیاهی مجدداً آب مقطر افزوده‌شده و مراحل تهیه عصاره مشابه مرحله اول شامل قرار دادن در انکوباتور دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت و فیلتر کردن عصاره تکرار شد.

آزمون تنژگی

آزمون تعیین اثرات دگرآسیبی عصاره تهیه‌شده از خرده چوب با استفاده از بذر کاهو[1] پیچ دورگه رقم فریز[2] پابلند انجام شد. تعداد ۲۵ عدد بذر کاهو روی یک‌لایه کاغذ صافی در پتری‌دیش به قطر ۹ سانتی‌متر قرار داده شد. چهار میلی‌لیتر از هر عصاره به پتری‌دیش افزوده شد و پتری دیش‌ها به مدت ۷۲ ساعت در تاریکی در دمای ۲۲ درجه سلسیوس قرار گرفت. در تیمار شاهد به‌جای عصاره از آب استفاده شد. پس از ۷۲ ساعت، تعداد بذور جوانه‌زده شمارش و طول ریشه‌چه و طول ساقه چه اندازه‌گیری شد (Rathinasabapathi *et al*., 2005).

درصد تنژگی: درصد تنژگی بذر با تقسیم تعداد بذرهای جوانه‌زده بر تعداد کل بذرها تعیین شد.

شاخص تنژگی (Gi) : با توجه به اینکه شاخص تنژگی یک شاخص بسیار حساس به کیفیت مواد در محیط تنژگی بذر است، در این آزمایش برای ارزیابی میزان مواد بازدارنده در عصاره تهیه‌شده از چوب گیاهان زینتی از شاخص تنژگی استفاده شد. شاخص تنژگی (**Gi**) با استفاده از ارتباط نسبت تنژگی در نمونه‌های عصاره (G) و رشد ریشه‌چه در تیمارها (L) نسبت به درصد تنژگی بذر (G_{H2O}) و رشد ریشه‌چه (L_{H2O}) در تیمار شاهد (آب مقطر) انجام شد (Gariglio *et al.,* 2002): $\mathbf{G_i} = 100 \times (G/G_{H2O}) \times (L/L_{H2O})$

اندازه‌گیری ترکیبات بیوشیمیایی عصاره

اندازه‌گیری هدایت الکتریکی عصاره‌ها با استفاده از دستگاه EC- سنج (مدل AZ-86503) و اندازه‌گیری pH با استفاده از دستگاه pH متر (مدلInolab-7110) انجام شد. مواد جامد معلق کل[3] به روش وزنی اندازه‌گیری شد (Paes *et al*., 2013). در پتری‌دیش شیشه‌ای شسته شده با الکل، مقدار ۲۵ میلی‌لیتر عصاره حاصل از خیساندن نمونه‌ها در آب ریخته و به مدت ۴۸ در آون ۱۰۳ درجه سلسیوس قرار گرفت و وزن مواد جامد معلق کل اندازه‌گیری شد و درصد وزنی مواد جامد معلق کل محاسبه شد:

۱۰۰×(وزن ۲۵ میلی‌لیتر عصاره/ وزن رسوب خشک باقیمانده ۲۵ میلی‌لیتر عصاره)= نسبت وزنی مواد جامد معلق (درصد)

برای اندازه‌گیری میزان ترکیبات واکنش‌دهنده با نور ماوراءبنفش در طول‌موج ۲۸۰ نانومتر که عنوان شاخص میزان تانن در نظر گرفته می‌شود، مقدار ۱۰۰ میکرولیتر عصاره با سمپلر برداشته شد و با استفاده از آب دو بار تقطیر به حجم ۹ میلی‌لیتر رسانیده شد (نسبت ۱:۹۰). سپس میزان جذب در طول‌موج ۲۸۰ نانومتر با استفاده از کووت کوارتز توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل

۱- *Lactuca sativa* L.
۲- Freeze
۳- Total suspended solids

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

UV-2100، ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شد. میزان ترکیبات واکنش‌دهنده با نور ماوراءبنفش در طول‌موج ۲۸۰ نانومتر بر اساس واحد جذب[1] در طول‌موج ۲۸۰ نانومتر در میلی‌لیتر (AU_{280}/ml) ارائه گردید (Santiago *et al.*, 2019):

میزان جذب در طول‌موج ۲۸۰ نانومتر × ضریب رقیق‌سازی = شاخص جذب در طول‌موج ۲۸۰ نانومتر (AU_{280}/ml)

میزان فنل کل با استفاده از معرف فولین (۱۰ درصد) کربنات سدیم (۷/۵ درصد) و اندازه‌گیری میزان جذب نور در طول‌موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر پس از ۹۰ دقیقه انجام شد (Waterhouse, 2002). بر اساس منحنی استاندارد تهیه‌شده با گالیک اسید، مقدار فنل به‌صورت میلی‌گرم بر گرم اسیدگالیک محاسبه گردید.

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

محاسبات آماری: طرح آماری آزمایش تنژگی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمار مرحله عصاره‌گیری (دو مرحله عصاره‌گیری) و تیمار خرده چوب (گل کاغذی، خرزهره، سوبابل، سپستان، ناترک، برهان، کنوکارپوس، شیشه‌شور) در چهار تکرار (هر تکرار ۲۵ بذر کاهو در یک پتری‌دیش) انجام شد.

طرح آماری آزمایش اندازه‌گیری ترکیبات بیوشیمیایی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمار مرحله عصاره-گیری (دو مرحله عصاره‌گیری) و تیمار نمونه گیاهی (خرده چوب گل کاغذی، خرزهره، سوبابل، سپستان، ناترک، برهان، کنوکارپوس، شیشه‌شور) در سه تکرار انجام شد.

بررسی نرمال بودن داده‌ها با آزمون اسمیرنوف - کولموگروف با استفاده از نرم‌افزار MiniTab (Ver. 16) انجام شد. واکاوی آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (Ver. 9.4) انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد برهمکنش اثرات تیمارهای مرحله تهیه عصاره از خرده چوب و گونه گیاهی بر میزان کل فلاونوئیدها، مواد جامد معلق کل، میزان جذب در طول‌موج ۲۸۰ نانومتر، فنل کل، کربوهیدرات‌های محلول و هدایت الکتریکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر تیمارهای مرحله تهیه عصاره از خرده چوب و گونه گیاهی و یا برهمکنش آن‌ها بر pH عصاره تهیه‌شده از خرده چوب گونه‌های مختلف زینتی معنی‌دار نبود.

۱- Absorbance Unit (AU)

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر مرحله تهیه عصاره و گونه گیاهی بر ترکیبات بیوشیمیایی خرده چوب برخی درختان و درختچه‌های زینتی.

Table 1 - The variance of the effects of the extract preparation stage and plant species on the biochemical composition of wood chips of some ornamental trees and shrubs.

		میانگین MS)						
		مربعات						
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	فلاونوئیدها Flavonoids	مواد جامد معلق کل Total suspended solids	جذب در ۲۸۰ نانومتر A_{280}	فنل کل Total phenolics	کربوهیدرات‌های محلول Soluble carbohydrate	pH	هدایت الکتریکی EC
مرحله تهیه عصاره Extract stage	1	1.57 **	3.38 **	50.58 **	8663.16 **	0.16 **	0.99 ns	2.92 **
گونه گیاهی Plant species	7	0.12 **	0.11**	41.74 **	4422.42 **	0.63 *	1.41 ns	1.57 **
مرحله تهیه عصاره× گونه گیاهی Extract stage × plant species	7	0.13 **	0.097 **	23.23**	1267.85 **	0.32 **	0.43 ns	0.56 **
خطا Error	30	0.32	0.008	0.041	3.44	0.028	0.806	0.023
ضریب تغییرات(٪) C.V (%)	-	18.56	18.69	8.42	4.40	17.68	16.67	16.29

**اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۱٪ *اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵٪ و n.s عدم اختلاف معنی‌دار.

** and *: Significantly different at 0.01 and 0.05 of probability level , respectively. ns: non-significant difference.

بررسی میزان کل فلاونوئیدها در محلول‌های تهیه‌شده از خرده چوب درختان و درختچه‌های زینتی (جدول ۲) نشان داد بیشترین میزان فلاونوئیدها در محلول تهیه‌شده از خرده چوب گل کاغذی، خرزهره، سوبابل و سپستان در مرحله دوم عصاره گیری وجود داشت (به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۹۰، ۰/۹۲ و ۰/۹۳ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) که با میزان فلاونوئیدهای خرده چوب ناترک در مرحله دوم (۰/۸۶ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از فلاونوئیدها در سایر تیمارها بود. کمترین میزان فلاونوئیدها در محلول تهیه‌شده از خرده چوب شیشه‌شور بود (۰/۱۷ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) که با فلاونوئیدهای کنوکارپوس، ناترک و سپستان در مرحله اول عصاره‌گیری (به ترتیب ۰/۲۶، ۰/۳۳ و ۰/۳۴ میلی‌گرم در گرم) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از فلاونوئیدها در سایر تیمارها بود. در مورد ترکیبات بیوشیمیایی خرده چوب درختان و درختچه‌های زینتی گزارشی منتشر نگردیده است ولی وجود تفاوت در میزان فلاونوئیدها در خرده چوب انار و نارنج و رگبرگ اصلی و برگچه‌های برگ خرما گزارش‌شده است (Heidari, 2022). هم‌چنین وجود تفاوت در میزان فلاونوئید کل در پوست درختان اکالیپتوس و کاج (Nazari *et al*., 2013) و درختان راش، ممرز و صنوبر (Fazli *et al*., 2013) گزارش‌شده است

بیشترین مواد جامد معلق کل در محلول شستشوی خرده چوب شیشه‌شور در مرحله اول بود (۱/۰۶ درصد) که به‌طور معنی‌داری بیشتر مواد جامد معلق کل در سایر تیمارها بود. کمترین میزان مواد جامد معلق کل در تمام نمونه‌های خرده چوب

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

گیاهان در مرحله دوم (بین ۰/۳۱-۰/۱۸ درصد) و ناترک (۰/۲۰ درصد) در مرحله اول بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از مواد جامد معلق کل در محلول شستشوی سایر نمونه‌های گیاهی در مرحله اول بودند. وجود تفاوت معنی‌دار در میزان مواد جامد معلق کل در عصاره تهیه‌شده از خرده چوب انار و نارنج و برگ خرما نیز گزارش‌شده است (Heidari, 2022). مواد جامد معلق کل نشان‌دهنده میزان ذرات آلی و غیرآلی هست. با توجه به اینکه پیشنهاد گردیده در مناطقی که حجم زیاد چوب نگهداری می‌شود، بارندگی موجب شستشوی مواد موجود در چوب و وارد شدن این مواد به خاک و منابع آب می‌گردد و ازنظر ایجاد آلودگی براثر ترکیبات بیوشیمیایی اهمیت دارد (Kannepalli *et al.*, 2018)، تفاوت در میزان مواد جامد معلق کل در خرده چوب درختان زینتی می‌تواند در میزان تأثیر این مواد بر ویژگی‌های خاک پس از کاربرد به‌عنوان خاکپوش چوب مورداستفاده قرار گیرد.

بیشترین میزان تانن (شاخص جذب در طول‌موج ۲۸۰ نانومتر) در محلول شستشوی خرده چوب خرزهره در مرحله اول بود (۱۰/۶۷ واحد جذب در میلی‌لیتر) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از این شاخص در سایر تیمارها بود. کمترین شاخص جذب در طول‌موج ۲۸۰ نانومتر در خرده چوب برهان در مرحله اول شستشو بود (۰/۴۱ واحد جذب در میلی‌لیتر) که با این شاخص در ناترک در مرحله دوم (۰/۹۵ واحد جذب در میلی‌لیتر)بود تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از شاخص جذب در طول‌موج ۲۸۰ نانومتر در محلول شستشوی سایر نمونه‌های گیاهی در مرحله اول بود. با توجه به اینکه گزارش گردیده است تانن‌ها در گروه‌های قابل هیدرولیز و تانن‌های فشرده یا غیرقابل هیدرولیز قابل تقسیم‌بندی هستند و میزان رهاسازی تانن‌ها از چوب به وزن مولکولی تانن‌ها و میزان حلالیت آن‌ها بستگی دارد (Panzella *et al.*, 2019)، نتایج آزمایش حاضر در مورد وجود تفاوت در شاخص جذب در طول‌موج ۲۸۰ نانومتر (شاخص میزان تانن) در نمونه‌های چوب گونه‌های مختلف و یا مرحله شستشو با آب، احتمالاً نشان‌دهنده وجود انواع متفاوت تانن‌ها در خرده چوب نمونه‌های مختلف می‌باشد. هم‌چنین با توجه به اینکه پیشنهاد گردیده است تانن‌ها قابلیت اتصال به پروتئین، خاصیت ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی دارند (Panzella *et al.*, 2019)، سهولت خروج تانن از خرده چوب بر اثر شستشو با آب می‌تواند بر تأثیر خرده چوب بکار رفته به‌عنوان خاکپوش در بروز اثرات دگرآسیبی و ویژگی‌های بیولوژیکی لایه‌های سطحی خاک شامل فعالیت‌های آنزیمی و فعالیت میکروارگانیسم‌ها مؤثر باشد. هم‌چنین بررسی اثر تانن خارج‌شده از خرده چوب گیاهانی مانند خرزهره که میزان تانن بیشتری دارند، در انتخاب نوع چوب برای خاکپوش موردتوجه قرار گیرد.

بیشترین میزان فنل کل در محلول شستشوی خرده چوب سوبابل و کنوکارپوس در مرحله اول بود (به ترتیب ۱۰۷/۱ و ۱۱۴/۵۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از فنل کل در سایر تیمارها بود. کمترین میزان فنل کل در خرده چوب برهان در مرحله اول و ناترک در مرحله دوم بود (به ترتیب ۸/۱ و ۱۵/۰۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) که با این شاخص در محلول شستشوی گل کاغذی در مرحله اول (۱۸/۵۵ میلی‌گرم در گرم) و گل کاغذی، کنوکارپوس و شیشه‌شور در مرحله دوم (به ترتیب ۱۷/۵۵، ۲۰/۲۵ و ۱۸/۹ میلی‌گرم در گرم) تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از میزان فنول در محلول شستشوی سایر نمونه‌های گیاهی در مرحله اول بودند. تفاوت در میزان فنل در گونه‌های مختلف درختان و بیشتر بودن مواد فنلی در خرده چوب اکالیپتوس و سرو نسبت به پوست کاج و بقایای برگ کاج نیز گزارش‌شده است (Duryea *et al.*, 1999).

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

رهاسازی مواد بازدارنده از خرده چوب و ورود آن به خاک روی رشد گیاهان اثر منفی دارد. هم چنین فعالیت بیولوژیکی مواد بازدارنده به ماهیت شیمیایی و گونه درخت ارتباط دارد (Rathinasabapathi *et al*., 2005). ترکیبات فنلی گروهی از ترکیبات بیوشیمیایی دارای اثرات بازدارنده بر رشد گیاهان هستند و یکی از عوامل مهم بروز اثرات دگرآسیبی محسوب می‌شوند (Reigosa and Pedrol, 2002; Bantle *et al.*, 2014). وجود میزان ترکیبات فنلی بیشتر در خرده چوب سوبابل و کنوکارپوس اهمیت زیادی دارد زیرا می‌تواند در صورت کاربرد به‌عنوان خاکپوش میزان ترکیبات فنلی در لایه‌های سطحی خاک را تحت تأثیر قرار دهد. نتایج یک تحقیق نیز مشخص نمود پس از کاربرد چوب درخت کاج و چوب درخت توس به‌عنوان خاکپوش، میزان ترکیبات فنلی در خاک طی فصل بهار تا پاییز افزایش یافت (Hensckeh and Politycka, 2016).

بیشترین کربوهیدرات‌های محلول غیرساختمانی در عصاره تهیه‌شده از خرده چوب سوبابل در مرحله دوم بود (۱/۸۱ میلی‌گرم در گرم) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از کربوهیدرات‌های غیرساختمانی در سایر تیمارها بود. کمترین کربوهیدرات‌های محلول غیرساختمانی در عصاره تهیه‌شده از خرده چوب کنوکارپوس در مرحله دوم (۰/۴ میلی‌گرم در گرم) و خرده چوب برهان و شیشه‌شور در مرحله اول (به ترتیب ۰/۴۹ و ۰/۴۸ میلی‌گرم در گرم) بود که با این شاخص در عصاره خرده چوب‌های برهان و شیشه‌شور در مرحله دوم (به ترتیب ۶۴/ و ۵۵/ میلی‌گرم در گرم) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از کربوهیدرات‌های محلول در سایر تیمارها بود. تفاوت در میزان کربوهیدرات‌های محلول در خرده چوب نارنج و انار و برگ خرما (Heidari, 2022) و هم‌چنین تفاوت در کربوهیدرات‌های شش نوع خاکپوش از جمله خرده چوب اکالیپتوس، سرو، درخت چای[1] نیز گزارش‌شده است (Duryea *et al.*, 1999). ترکیبات شیمیایی موجود در بقایای گیاهی تعیین‌کننده کیفیت این مواد به‌عنوان منبع غذایی برای میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده هست. کربن و منابع انرژی، عناصر غذایی و ترکیبات بیوشیمیایی که می‌توانند مانع فعالیت تجزیه شوند، مهم‌ترین ترکیباتی هستند که قابلیت تجزیه یک ماده آلی را تحت تأثیر قرار می‌دهند(Swift *et al*. 1979). کربوهیدرات‌هایی مانند نشاسته، مونوساکاریدها و اسیدهای آمینه جز ترکیبات آلی می‌باشند که در فرآیند کمپوست کردن به‌راحتی قابل‌تجزیه می‌باشند (Komilis & Ham, 2003). لیگنین، سلولز، همی‌سلولز برخی از ترکیبات کربوهیدراتی غیرقابل استخراج چوب می‌باشند که به‌کندی تجزیه‌شده و غیرقابل استخراج می‌باشند. در حالی‌که ترکیبات کربوهیدراتی قابل‌استخراج از چوب شامل ترکیبات گلیکوزیدی و قندها می‌باشند. به همین دلیل تفاوت در میزان کربوهیدرات‌های محلول ساختمانی در خرده چوب گونه‌های مختلف می‌تواند نشان‌دهنده تفاوت در قابلیت تجزیه خرده چوب این‌گونه‌ها باشد. هم‌چنین با توجه به اینکه افزایش میزان کربن و نیتروژن خاک در زیر لایه خاکپوش تولیدشده از چوب سخت گزارش‌شده است (Merwin *et al*., 2001)، احتمالاً رهاسازی ترکیبات کربوهیدراتی از خرده چوب و نشت آن به خاک می‌تواند فعالیت میکروبی خاک را تحت تأثیر قرار دهد.

بیشترین هدایت الکتریکی در محلول شستشوی خرده چوب سپستان در مرحله اول بود (۲/۸۷ دسی‌زیمنس بر متر) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از هدایت الکتریکی در سایر تیمارها بود. کمترین هدایت الکتریکی در محلول شستشوی ناترک در مرحله اول (۰/۴۱ دسی‌زیمنس بر متر) و محلول‌های شستشوی خرده چوب خرزهره و ناترک در مرحله دوم بود (به‌ترتیب ۰/۴۷ و ۰/۲۶ دسی‌زیمنس بر متر). وجود تفاوت در میزان هدایت الکتریکی خاکپوش چوب و مواد نشت یافته از خاکپوش چوب در

۱- *Melaleuca quinquenervia*

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

مناطق مختلف (Kannepalli *et al.*, 2018) و هم‌چنین تفاوت در هدایت الکتریکی خرده چوب انار و نارنج و هم‌چنین برگ و رگبرگ اصلی خرما نیز گزارش‌شده است (Heidari, 2022). تفاوت در میزان عناصر غذایی مانند نیتروژن، منیزیم، پتاسیم، کلسیم و فسفر در خاکپوش‌های خرده چوب اکالیپتوس، سرو، درخت چای، پوست کاج، برگ کاج گزارش‌شده است (Duryea *et al.*, 1999)، با توجه به اینکه عناصر معدنی می‌توانند هدایت الکتریکی را تغییر دهند، نتایج آزمایش حاضر در مورد تفاوت در هدایت الکتریکی خرده چوب گونه‌های مختلف می‌تواند با تفاوت در میزان عناصر غذایی تجمع یافته در چوب و پوست این‌گونه‌ها مرتبط باشد.

جدول ۲- اثر مراحل تهیه محلول شستشو با آب بر برخی ترکیبات شیمیایی خرده چوب درختان و درختچه‌های زینتی.

Table 2- The effect of preparation stages of water elutes on some chemical compounds of wood chips of trees and ornamental shrubs.

گیاه Plant	هدایت الکتریکی EC(ds/m)	کربوهیدرات‌های محلول Soluble carbohydrate(mg/g)	فنول کل Phenolics (mg/g)	جذب در ۲۸۰ نانومتر A_{280} (AU_{280}/ml)	مواد جامد معلق کل TSS(%)	فلاونوئیدها Flavonoids (mg/g DW)
گل کاغذی *Bougainvillea*	1.21 ^{c}	1.21 ^{bc}	18.55 ^{de}	2.03 ^{e}	0.7 ^{cd}	0.39 ^{c}
خرزهره *N. oleander*	0.76 ^{cd}	1.24 ^{bc}	42.0 ^{c}	6.44 ^{c}	0.83 ^{bc}	0.4 ^{c}
سوبابل *L.leucocephala*	1.6 ^{b}	1.22 ^{bc}	107.1 ^{a}	10.67 ^{a}	0.9 ^{b}	0.38 ^{c}
سپستان *C. myxa*	2.87 ^{a}	1.06 ^{cd}	69.4 ^{b}	9.54 ^{b}	0.9 ^{b}	0.34 ^{cd}
ناترک *D. viscosa*	0.41 ^{e}	0.87 ^{d}	45.15 ^{c}	1.31 ^{e}	0.20 ^{e}	0.33 ^{cd}
برهان *A. lebbeck*	0.62 ^{de}	0.49 ^{e}	8.1 ^{e}	0.41 ^{f}	0.6 ^{d}	0.7 ^{b}
کنوکارپوس *Conocarpus*	0.99 cd	1.44 ^{b}	114.55 ^{a}	8.91 ^{b}	0.8 ^{bc}	0.26 ^{cd}
شیشه‌شور *C. citrinus*	0.94 ^{cd}	0.48 ^{e}	39.85 ^{c}	2.57 ^{de}	1.06 ^{a}	0.17 ^{d}
گل کاغذی *Bougainvillea*	1.15 ^{c}	1.09 ^{bcd}	17.55 ^{de}	1.22 ^{e}	0.20 ^{e}	0.93 ^{a}
خرزهره *N. oleander*	0.47 ^{e}	0.94 ^{cd}	24.85 ^{d}	3.42 ^{d}	0.31 ^{e}	0.90 ^{a}
سوبابل *L.leucocephala*	0.57 ^{de}	1.81 ^{a}	22 ^{d}	2.29 ^{de}	0.20 ^{e}	0.92 ^{a}
سپستان *C. myxa*	1.16 ^{c}	0.82 ^{d}	35.5 ^{c}	3.47 ^{d}	0.20 ^{e}	0.93 ^{a}

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

ناترک	0.26 e	0.81 d	15.05 e	0.95 ef	0.18 e	0.86 ab
D. viscosa برهان	0.83 cd	0.64 de	20.25 d	1.49 e	0.20 e	0.44 c
A. lebbeck کنوکارپوس	0.54 de	0.40 e	20.25 de	6.08 c	0.20 e	0.45 c
Conocarpus شیشه‌شور	0.5 de	0.55 de	18.9 de	6.53 c	0.20 e	0.43 c
C. citrinus						

*در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح ٪۵ آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.

* Means followed by the same letter within a column are not significantly different according to the Duncan's test (P <0.05)

آزمون تنژگی بذر کاهو

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد اثر تیمارهای مرحله تهیه عصاره، نمونه گیاهی و برهمکنش مرحله تهیه عصاره و نمونه گیاهی بر درصد تنژگی بذر، شاخص تنژگی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه گیاه چه کاهو در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود.

درصد تنژگی بذر: بررسی نتایج مقایسه میانگین اثرات مرحله تهیه عصاره و نمونه گیاهی بر درصد تنژگی بذر کاهو (شکل ۱-A) نشان داد در هر دو مرحله اول و دوم شستشوی خرده چوب، بیشترین درصد تنژگی بذر کاهو مربوط به تیمار شاهد (آب مقطر) بود (به‌ترتیب ۹۴/۳۵ و ۹۶/۹۷ درصد) که با تنژگی بذر در تیمار عصاره تهیه‌شده در مرحله دوم سپستان (۹۱/۶۳ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از تنژگی بذر در سایر تیمارها بود (P<۰/۰۵). عصاره تهیه‌شده از خرده چوب سوبابل در مرحله اول (۴۸ درصد) باعث کاهش معنی‌دار درصد تنژگی بذر کاهو نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارها شد.

پس از این تیمار، محلول شستشوی خرده چوب سپستان، ناترک و شیشه‌شور بیشترین اثر بازدارنده بر تنژگی کاهو را داشتند (به ترتیب ۶۴، ۶۲/۳۲ و ۶۰ درصد).

شاخص تنژگی: بررسی نتایج مقایسه میانگین اثرات مرحله تهیه عصاره و نمونه گیاهی بر شاخص تنژگی بذر (شکل ۱-B) نشان داد در تمام عصاره‌های تهیه‌شده در هر دو مرحله از خرده چوب گل کاغذی، خرزهره، سوبابل، سپستان، ناترک، برهان، کنوکارپوس و شیشه‌شور شاخص تنژگی به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد بود(P<۰/۰۵). کمترین شاخص تنژگی بذر کاهو در عصاره تهیه‌شده از خرده چوب خرزهره، سوبابل و سپستان در مرحله اول بود (به‌ترتیب ۱۰/۴۱، ۷/۶ و ۸/۳ درصد) که به‌طور معنی‌داری کمتر از شاخص تنژگی در سایر تیمارها بودند. هم‌چنین به‌جز تیمار شاهد، در تمام نمونه‌های خرده چوب، شاخص تنژگی در مرحله دوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از مرحله اول بود.

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

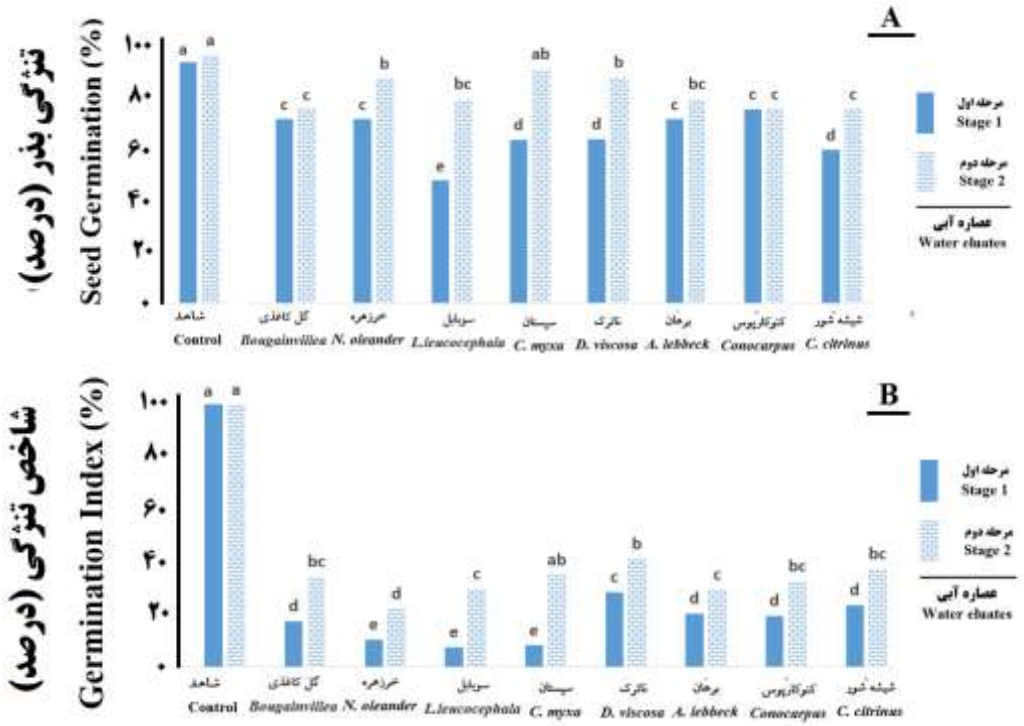
جدول ۳- تجزیه واریانس اثر مرحله تهیه عصاره و نمونه گیاهی بر شاخص‌های تنژگی بذر کاهو.

Table 3 - The variance of the effects of the extract preparation stage and plant sample on the seed germination indices of lettuce.

میانگین مربعات (MS)					
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	تنژگی بذر Seed Germination	طول ریشه‌چه Root length	طول ساقه چه Shoot length	شاخص تنژگی Germination Index
مرحله تهیه عصاره Extract stage	1	3535.84 **	187.94 **	118 **	37.49 **
گونه گیاهی Plant species	8	625.78**	7131.56**	131.25 **	6513.39 **
مرحله تهیه عصاره× گونه گیاهی Extract stage × Plant species	8	295.68 **	128.17 **	77.36**	90.99 **
خطا Error	51	9.62	1.68	0.34	1.97
ضریب تغییرات(٪) C.V (%)	-	4.07	3.95	3.03	5.06

**اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۱٪ *اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای۵٪ n.s عدم اختلاف معنی‌دار

**** and *:** Significantly different at 0.01 and 0.05 of probability level , respectively. **ns**: non-significant difference,



شکل ۱- اثرهای مرحله تهیه عصاره آبی از چوب و گونه گیاهی بر شاخص‌های تنژگی بذر کاهو. *در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح ٪۵ آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 2- The effects of the preparation stage of water elutes from wood and plant species on germination indices of lettuce seeds. * Means followed by the same letter within a column are not significantly different according to Duncan's test (P <0.05).

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

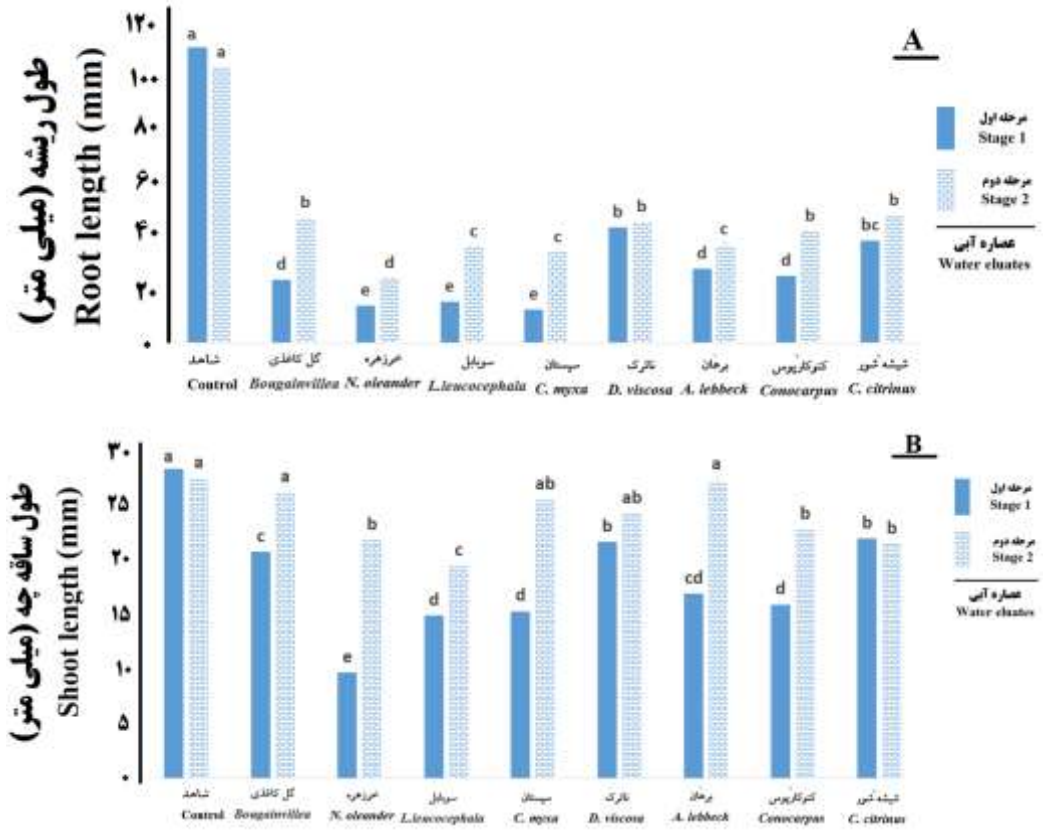
طول ریشه‌چه: نتایج (شکل ۲-A) نشان دادند بیشترین طول ریشه‌چه کاهو در تیمار شاهد بود و کاربرد عصاره تهیه شده از خرده چوب همه نمونه‌های گیاهی در هر دو مرحله موجب کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه کاهو شد (P<۰/۰۵). کمترین طول ریشه‌چه در مرحله اول در تیمارهای عصاره خرزهره، سوبابل و سپستان بود (به ترتیب ۱۱۰/۳ و ۱۰۵/۱۱ میلی‌متر) که تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از طول ریشه‌چه کاهو در سایر تیمارها بودند (به‌ترتیب ۱۴، ۱۵/۴ و ۱۲/۶ میلی‌متر). در ناترک و شیشه‌شور، طول ریشه‌چه در هر دو مرحله تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی در سایر گونه‌های گیاهی، طول ریشه‌چه در مرحله دوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از مرحله اول بود.

طول ساقه‌چه: بررسی اثر عصاره تهیه‌شده از خرده چوب درختان و درختچه‌های زینتی بر طول ساقه چه کاهو (شکل ۲- B) نشان داد بیشترین طول ساقه چه در تیمارهای شاهد در مرحله اول و دوم (به‌ترتیب ۲۸/۱۴ و ۲۷/۲۸ میلی‌متر) و تیمارهای عصاره خرده چوب گل کاغذی و برهان در مرحله دوم (به‌ترتیب ۲۶ و ۲۷ میلی‌متر) بود که با طول ساقه‌چه در عصاره خرده چوب سپستان و ناترک (به ترتیب ۲۵/۳۳ و ۲۴/۱۲ میلی‌متر) تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از طول ساقه‌چه در سایر تیمارها بودند. کمترین طول ساقه چه در عصاره خرزهره در مرحله اول بود (۹/۶ میلی‌متر) که به‌طور معنی‌داری کمتر از طول ساقه چه در سایر تیمارها بود. طول ساقه چه در مرحله اول و دوم در خرده چوب ناترک و شیشه‌شور تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی در سایر نمونه‌های خرده چوب، طول ساقه چه در مرحله اول به‌طور معنی‌داری کمتر از مرحله دوم بود.

نتایج آزمایش حاضر در مورد اثر عصاره خرده چوب گونه‌های چوبی زینتی در ممانعت از تنژگی بذر کاهو و هم‌چنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه چه کاهو نشان‌دهنده وجود مواد بازدارنده رشد در خرده چوب این‌گونه ها هست. با توجه به این‌که مشخص‌شده ترکیبات فنلی دارای اثرات بازدارنده بر رشد گیاهان هستند و یکی از عوامل مهم بروز اثرات دگرآسیبی محسوب می‌شوند (Reigosa & Pedrol, 2002; Bres & Politycka, 2016; Bantle *et al.*, 2014) و بر اساس نتایج آزمایش حاضر مشخص شد خرده چوب گونه‌های گیاهی دارای میزان متفاوتی ترکیبات فنلی و تانن بودند (جدول ۲)، می‌توان نتیجه‌گیری نمود کاهش درصد تنژگی و شاخص تنژگی بذر کاهو به دلیل اثر بازدارنده فنل‌ها و سایر ترکیبات بازدارنده رشد موجود در خرده چوب هست. اثر ترکیبات دارای خاصیت دگرآسیبی در ممانعت از تنژگی بذر و کند کردن رشد گیاهان از طریق اختلال در تقسیم سلولی، اختلال در تنفس و سایر فعالیت‌های فیزیولوژیکی مانند کاهش دریافت آب هست (Seigler, 1999). هم‌چنین این موارد می‌تواند با تفاوت در رشد ریشه‌چه و ساقه چه کاهو در تیمارهای مختلف عصاره تهیه‌شده از خرده چوب گونه‌های چوبی زینتی مرتبط باشد. اثر بازدارندگی عصاره استخراج‌شده از چوب درختان چریش[۱]، سدر قرمز[۲]، ماگنولیا[۳]، بلوط مونتانا[۴] و افرا[۵] بر کاهش رشد طولی ریشه و ساقه چه کاهو گزارش‌شده است (Rathinasabapathi *et al*., 2005).

۱- *Azadirachta indica* ۲- *Juniperus silicicola* ۳- *Magnolia grandiflora* L. ۴- *Quercus michauxii* Nutt. ۵- *Acer rubrum* L.

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]



شکل ۲- اثرهای مرحله تهیه عصاره آبی از چوب و گونه گیاهی بر رشد ریشه و ساقه گیاه چه کاهو. *در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح ٪۵ آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 2- The effects of the preparation stage of water elutes from wood and plant species on growth of root nd stem of lettuce seedling. * Means followed by the same letter within a column are not significantly different according to the Duncan's test (P <0.05).

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاضر نشان داد خرده چوب گونه‌های زینتی چوبی مورداستفاده در فضای سبز استان خوزستان به میزان‌های متفاوت حاوی ترکیبات بیوشیمیایی مانند فنول، تانن، فلاونوئیدها و کربوهیدرات‌های محلول غیرساختمانی می‌باشند. پس از قرارگیری خرده چوب این‌گونه‌ها در آب، بخشی از این مواد در آب حل شد و با افزایش مدت‌زمان قرارگیری خرده چوب در آب، میزان نشت این مواد به آب تغییر کرد. استفاده از تنژگی بذر کاهو به‌عنوان یک روش زیست‌سنجی و مشخص شدن اثر عصاره آبی تهیه‌شده از خرده چوب گونه‌های چوبی زینتی بر کاهش درصد تنژگی و شاخص تنژگی بذر کاهو و هم‌چنین کاهش رشد طولی ریشه‌چه و ساقه چه کاهو، نشان‌دهنده وجود اثرات دگرآسیبی ترکیبات بیوشیمیایی موجود در چوب درختان و درختچه‌های زینتی مورداستفاده در فضای سبز استان خوزستان بود. این نتایج می‌تواند در انتخاب این گونه‌ها برای طراحی کاشت پارک‌ها و چشم‌اندازهای فضای سبز و اثرات دگرآسیبی بقایای آن‌ها بر چمن و گیاهان زینتی مجاور و یا در مدیریت پسماند هرس این‌گونه ها و تهیه کمپوست یا خاکپوش از پسماند هرس درختان و درختچه‌های زینتی مورد استفاده قرار گیرد.

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

سپاسگزاری

مقاله حاضر بخشی از نتایج طرح پژوهشی کاربردی شماره ۱/۴۱۱/۱۴۴۷ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان می باسد. بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه به خاطر تأمین هزینه‌های این طرح پژوهشی تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Bantle, A., Borken, W., Ellerbrock, R.H., Schulze, E.D., Weisser, W.W., Matzner, E. (2014). Quantity and quality of dissolved organic carbon released from coarse woody debris of different tree species in the early phase of decomposition. *Forest Ecology and Management*, *329*, 287-294.

Bres, W., Politycka, B. (2016). Contamination of Soils and Substrates in Horticulture. In: Larramendy, M.L., Soloneski, S. (Eds). Soil Contamination - Current Consequences and Further Solutions. InTech Pub. Croatia, pp. 23-41.

Duryea, M.L., English, R.J., Hermansen, L.A. (1999). A comparison of landscape mulches: chemical, allelopathic, and decomposition properties. *Journal of Arboriculture*, *25*, 88–96.

Fazli, R., Nazarnezhad, N., Ebrahimzadeh, M. (2013). Evaluation of the antioxidant capacities and total phenolic contents of Beech, Hornbeam and Poplar Barks. *Forest and Wood Products*, *66*(3), 339-349.

Gajdos, R. (1997). Effects of two composts and seven commercial cultivation media on germination and yield. *Compost Science & Utilization, 5,* 16-37.

Gariglio, N.F., Buyatti, M.A., Pilatti, R.A., Gonzalez Rossia, D.E., 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.

Haig, T. (2013). Allelochemicals in plants. In: Zeng, R. S., Mallik, A. U., Luo, S.M. (Eds). Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry. New York: Springer; p. 63–104.

Heidari, M. (2022). Evaluation of Allelopathic Effects of Wood Chips of Pomegranate, Sour Orange and Date Palm Leaves on Seed Germination of Lettuce. *Journal of Research in Plant Metabolits*, *1*(1), 63-75. (In Persian).

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

Ismail, N.Z., Arsad, H., Samian, M.R., 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.

Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V., Chauhan, B.S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*, *15*, 57–65.

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

Kazemi, F., Jozay, M. (2020). Allelopathic effects of some organic mulch extracts on seed germination and early growth of some ornamental plants. *Journal of Ornamental Plants*, *10*(2), 99-108.

Komilis, D.P. and Ham, R.K. (2003). The effect of lignin and sugars to the aerobic decomposition of solid wastes. *Waste Management, 23*, 419–423.

Kunz, Ch., Sturm D.J., Varnholt, D., Walker, D. F., Gerhards, R. (2016). Allelopathic ability and weed suppressive ability of cover crops. *Plant Soil Environment*. *62*, 60–66.

Maimoona, A., Naeem, I., Saddiqe, Z., Ali, N., Ahmed, G., Shah, I. (2011). Analysis of total flavonoids and phenolics in different fractions of bark and needle extracts of *Pinus roxburghii* and *Pinus wallichiana*. *Journal of Medicinal Plants Research, 5*, 2724–2728.

Manalo, C., S. Nakai. (2018). Inhibitory effects of woodchips on growth of climbing bean plant Kudzu vine (*Pueraria lobata*Ohwi). *Allelopathy Journal, 45*(2), 173-182.

Merwin, I.A., Hopkins, M.A., Byard, R.R. (2001). Groundcover managementinfluences nitrogen release, retention, and recycling in a New York apple orchard. *Hortscience, 36*(3), 451.

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

Nazari, S., Nazarnezhad, N., Ebrahimzadeh, M.A. (2013). Evaluation of antioxidant properties and total phenolic and flavonoids content of *Eucalyptus camaldulensis* and *Pinus sylvestris* bark. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, *28*(3), 522-533.

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.

Panzella, L., Moccia, F., Toscanesi, M., Trifuoggi, M., Giovando, S., Napolitano, A. (2019). Exhausted woods from tannin extraction as an unexplored waste biomass: Evaluation of the Antioxidant and Pollutant Adsorption Properties and Activating Effects of Hydrolytic Treatments. *Antioxidants*, *8*(84), 1-13.

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

Reigosa M.J., Pedrol, M. (2002). *Allelopathy: from molecules to ecosystems*. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, USA, 385-389.

Saha, D., Marble, S.C., Pearson, B.J. (2018). Allelopathic Effects of Common Landscape and Nursery Mulch Materials on Weed Control. *Frontiers in Plant Science, 9*, 733.

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

Santos, S.A., Vilela, C., Freire, C.S., Neto, C.P., Silvestre, A.J. (2013). Ultra-high performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry applied to the identification of valuable phenolic compounds from Eucalyptus wood. *Journal of Chromatography, 938*, 65–74.

Seigler, D.S. (1996). Chemistry and mechanisms of allelopathic interactions. *Agronomy Journal*. *88*: 876–885.

Swift, M.J., Heal, O.W., Anderson, J.M. (1979). *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, CA. 372 pp.

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*, U. S. Government Printing Office.

Waterhouse, A.L., (2002). Determination of Total Phenolics, in Current Protocols in Food Analytical Chemistry, I1.1.1-I1.1.8, John Wiley and Sons, Inc, Hoboken, N. J.

Zucconi, F., Monaco, A., Forte, M., Bertoldi, M. (1985). Phytotoxins during the stabilization of organic matter. *In:* Gasser, J. K. R. *ed.* Composting of agricultural and other wastes. London and New York, Elsevier Applied Science. pp. 73-88.

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]

Flower and Ornamental Plants (2024), 9(1): 119-134
Research article

Evaluation of allelopathic effects of wood chips of some ornamental trees and shrubs in Khuzestan province

Mokhtar Heidari

Horticulture, Department of Horticultural Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
mkheidari@asnrukh.ac.ir
Received: 2024/03/25, Revised: 2024/04/06, Accepted: 2024/04/13

Abstract

Producing compost, mulch, or organic fertilizers are suitable methods for utilizing pruning residues, which are effective in reducing environmental problems caused by the accumulation of pruning residues. Wood is a part of pruning residues that, due to decomposition and release of biochemical compounds, have allelopathic effects. Since limited reports have been published regarding the allelopathic effects of wood from trees and ornamental shrubs, in the current experiment, the biochemical compounds and allelopathic effects of wood from eight species of ornamental trees and shrubs were investigated. Pruned wood of *Bougainvillea*, *Albizia lebbeck*, *Cordia myxa*, Conocarpus, *Dodonaea viscosa*, *Nerium oleander*, *Leucaena leucocephala*, and *Callistemon citrinus* was soaked in water for 24 and 48 hours to prepare water elutes. The analysis of biochemical compounds showed significant differences in the phenolic compounds, tannin index (A_{280}), flavonoids, non-structural soluble carbohydrates, total suspended solids, and electrical conductivity in the water elutes of wood samples, but the pH of the water elutes did not show significant differences. The duration of soaking wood in water (24 or 48 hours) affected the electrical conductivity and biochemical compounds in the water elutes. The *Leucaena leucocephala* extract had the highest tannin index (67.10 A_{280}/ml) and soluble carbohydrates (81.1 mg/g), while the highest total phenol content was in *Leucaena leucocephala* and Conocarpus (1.107 and 55.114 mg/g, respectively). The highest electrical conductivity was in the *Cordia myxa* extract (87.2 ds/m), and the highest total suspended solids were in the *Callistemon citrinus* extract (0.61%). The highest level of flavonoids was found in *Bougainvillea*, *Nerium oleander*, *Leucaena leucocephala*, and *Cordia myxa*. The allelopathic effects of the water elute prepared from wood samples resulted in a reduction in germination percentage and germination index of cucumber seeds, as well as a decrease in the root and shoot length of cucumber seedlings, indicating the presence of allelopathic effects of biochemical compounds present in the wood of trees and ornamental shrubs. These results can be useful in selecting these species for designing landscape plantings to their allelopathic effects of residues on neighboring grasses and ornamental plants, or in managing pruning residues and producing compost or mulch from the wood of ornamental trees and shrubs.

Keywords: Bioassays, Germination, Growth, Inhibitory effects, Phenolic Compounds, Pruning residues.

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.119]