

شناسایی و مقایسه ترکیب‌های آلی موجود در چوب و پوست ممرز (*Carpinus betulus*) و انجیلی (*Parrotia persica*) با استفاده از روش‌های کروماتوگرافی گازی و طیف‌سنجی جرمی (GC/MS)

رامین ویسی^۱ و محمدحسین حبیب‌پوریان^۲

۱- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، چالوس، ایران، پست الکترونیک: vaysi_r452@yahoo.com

۲- کارشناسی ارشد، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، چالوس، ایران

تاریخ پذیرش: دی ۱۴۰۰

تاریخ دریافت: مرداد ۱۴۰۰

چکیده

این تحقیق برای شناسایی و مقایسه ترکیبات آلی موجود در چوب و پوست ممرز و انجیلی با استفاده از فنون کروماتوگرافی گازی و طیف‌سنجی جرمی انجام شد. به همین منظور، نمونه‌های آزمون از این دو گونه و از منطقه جنگل‌داری نوشهر به صورت تصادفی انتخاب گردید. ابتدا طبق آزمون‌های استاندارد TAPPI، از چوب و پوست این گونه‌ها (هر یک به صورت جداگانه) آرد تهیه شد، سپس مواد استخراجی توسط حلال استون از آرد چوب جداسازی گردید. آنگاه باقیمانده مواد استخراجی به داخل یک ویال شیشه‌ای منتقل و به آن واکنشگر BSTFA اضافه شد. نمونه‌ها بعد از آماده‌سازی به دستگاه GC-MS تزریق شدند. برای شناسایی ترکیبات نیز از دیاگرام زمان بازداری، محاسبه ضریب کواتس و جدول آدامز استفاده شد. نتایج حاصل از کروماتوگرام‌های GC-MS نشان داد که در چوب و پوست ممرز به ترتیب ۱۹ و ۲۵ ترکیب قابل شناسایی است که اکتا متیل سیکلوتترا سیلوکسان و بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات به‌عنوان مهمترین ترکیبات مشترک بین چوب و پوست ممرز هستند. در چوب و پوست انجیلی نیز به ترتیب ۶۶ و ۱۸ ترکیب شناسایی شد که ترکیبات دکان، دو دکان، تترا دکان، هگزا دکان، ۱ و ۲-بنزن دی کربوکسیلیک اسید و بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات ترکیبات مشترک بین چوب و پوست انجیلی بودند. برخی از این ترکیبات می‌توانند اهمیت زیادی در مصرف و دوام چوب انجیلی و ممرز داشته باشند. مقایسه کروماتوگرام‌ها نیز نشان داد که ترکیب بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات به صورت مشترک در چوب و پوست ممرز و انجیلی وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: ممرز، انجیلی، طیف‌سنجی جرمی، کروماتوگرافی گازی، ترکیبات آلی.

مقدمه

اوکراین و غرب روسیه، آسیای غربی و در شمال ایران از ارتفاع ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ متری از سطح دریا و از آستارا تا گلی داغی انتشار دارد (شکل ۱). ممرز از نظر تعداد و حجم، نخستین گونه جنگل‌های شمال است و حدود ۳۰ درصد آن را تشکیل می‌دهد. ممرز برای رشد مناسب به هوای گرم نیاز دارد و تنها در ارتفاعات بالای ۶۰۰ متر با درختان بلوط و راش دیده می‌شود. نام‌های محلی این گونه عبارت است از: جلم‌در (رامسر و رودسر)، کرزل (کلاردشت و کجور)، تغار و

برای به‌کارگیری کیفی و مناسب چوب‌ها در صنایع چوب و کاغذ کشور، شناسایی و مقایسه ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی گونه‌های صنعتی و چوبی همانند ممرز و انجیلی از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در این ارتباط، ممرز با نام علمی *Carpinus betulus* از خانواده غان یا *Betulaceae* می‌باشد. این درخت بومی اروپای مرکزی، غربی و جنوبی بوده و تا شرق اروپا مانند

واضح و به شکل موج‌های دامنه‌دار هستند. پارانشیم‌ها همراه آوند و یا پراکنده در تمام نقاط وجود دارند. بافت فیبری را اغلب فیبر لیبری فرم تشکیل می‌دهد و به‌ندرت فیبر تراکئید هم دیده می‌شود (Parsapagouh, 1993). در بین پهن‌برگان، ممرز بلندترین الیاف را دارد. ممرز از جمله درختانی است که به‌مقدار زیادی دچار ناجور شکلی است، به‌طوری‌که در بعضی اوقات پایه‌های مرغوب آن با الیاف مناسب، از بسیاری از مصارف حذف می‌شود. ممرز از نظر چگالی، نیمه‌سنگین $(D = 0.65 - 0.80 \text{ gr/cm}^3)$ و از نظر سختی نیمه‌سخت تا سخت است، به دلیل هم‌کشیدگی زیاد، زود ترک می‌خورد. پرداخت آن تا حدی خوب بوده و نسبت به خمش و ضربه نیز نسبتاً مقاوم است (Parsapagouh, 1993). به علت طول الیاف مناسب، یکی از مهمترین ماده اولیه در صنعت کاغذسازی است، در ایران از حدود ۷۵٪ ممرز به همراه صنوبر و راش برای تهیه خمیرکاغذ شیمیایی مکانیکی (CMP) و کاغذ روزنامه در کارخانه چوب کاغذ مازندران استفاده می‌شود (Vaysi, 2013). مقاومت چوب ممرز به‌ویژه در برابر قارچ زیاد است، در کل، دوام طبیعی متوسطی دارد، ولی از نظر آغشتگی به مواد شیمیایی دارای چوب مناسبی است و با راش رقابت می‌کند. از چوب ممرز در مصارف روستایی کمتر استفاده می‌شود. تخته‌های لُت آن را برای پوشش سقف شیروانی منازل به‌کار می‌برند. همچنین از آن برای ساخت شمع معادن، تهیه زغال، تراورس، ساخت پیانو، دسته چکش، چوب تونلی، ماکوی نساجی، چوب دستک (در چوب خشک کنی) و چوب سوخت استفاده می‌شود. جنبه‌های زیبایی ممرز حالت رشد و برگ آن است که می‌توان آن را به‌عنوان پرچین و پوشاننده و تک‌درخت در فضاهای سبز کاشت.

از سوی دیگر انجیلی یا آسوندار، با نام علمی *Parrotia persica* درختی است بسیار زیبا از تیره انجیلی (*Hamamelidaceae*)، در این ارتباط *parrotia* به معنی جنس طوطی می‌باشد و علت این نام‌گذاری دو زائده منقار مانند، شبیه نوک طوطی است که در دو طرف میوه، در قسمت بالای آن قرار دارد. این درخت به افتخار Parrot گیاه‌شناس فرانسوی به این نام خوانده می‌شود. انجیلی از آستارای جمهوری آذربایجان و لنکران و در جنگل‌های شمال از سواحل آستارا تا گلیداغی

تغر (در نقاط مختلف گرگان)، ممرز (مازندران) و مرز (در میاندره گرگان). ممرز درختی است با قامتی متوسط که ارتفاع آن بین ۱۵ تا ۲۵ متر بوده که گاهی ارتفاع آن به ۳۰ متر هم می‌رسد. تنه درخت ممرز اغلب شیاردار می‌باشد. پوست درخت صاف و مایل به رنگ سبز خاکستری است. برگ این درخت دارای تانن فراوان است، برگ‌ها ساده و متناوب دارای دندانه‌های تیز به طول ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر و پهنای ۲/۵ تا ۴ سانتی‌متر و به‌رنگ سبز درخشان براق بوده که در پاییز زرد و در نیمه دوم زمستان خزان می‌کنند. تاج پوشش ممرز بین ۹ تا ۱۵ متر است و درختی است با تاج متراکم و شاخه‌های آن با ارتفاع کم از سطح زمین رشد کرده و در جوانی هرمی شکل با حالت رشد فشرده هستند. گل‌ها در ممرز دارای کاسبرگ و فاقد ارزش زینتی می‌باشد. میوه‌ها نیز به شکل فندقی بالدار بوده که در داخل برگچه‌های سبز روشن به طول ۷/۵ تا ۱۴ سانتی‌متر قرار دارند که در تابستان آشکار شده و نظر پرندگان را به خود جلب می‌کنند. این گیاه دارای ریشه عمیق و رشد کند بوده، اما سرما و گرمای شدید و شرایط نامساعد خاک را به‌خوبی تحمل می‌کند. ممرز در خاک معمولی و هر نوع خاک که مقداری آهک داشته باشد می‌روید. ممرز در جوانی گونه‌ای نیمه روشنی‌پسند است که در سنین بعدی به نور زیاد احتیاج دارد. با این حال، روشنایی متوسط را تحمل می‌کند، در تابستان به رطوبت هوا و خاک زیاد نیاز دارد. در کل، اسیدپتیه زیاد خاک را تحمل نمی‌کند و به‌همین دلیل در جوامع بلوط یا راش در حال تخریب که اسیدپتیه خاک بالاست، این گونه ناپدید می‌گردد. لاشبرگ ممرز به خوبی تجزیه می‌شود و گیاه‌خاک بسیار خوبی تولید می‌کند و از این نظر بهترین گونه جنگلی است. ممرز به پتاسیم و نیتروژن زیاد و به کلسیم خیلی زیاد در خاک احتیاج دارد. این درخت اغلب همراه با راش، تشکیل جامعه می‌دهد.

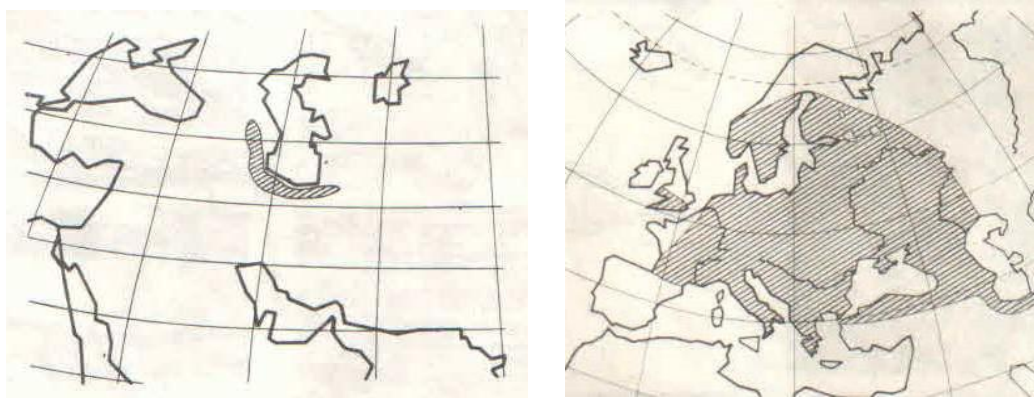
چوب ممرز همگن و پراکنده آوند است و درون‌چوب مشخص ندارد و حفره‌های آوندی فراوان دارد. عناصر آوندی ممرز دارای دریچه منفرد یا اغلب چسبیده به هم می‌باشند. دیواره مزین به نوارهای ماریچی ظریف و هاله دور روزنه‌ها گرد و یا شش ضلعی هستند. اشعه‌های چوبی آن ظریف و فراوان می‌باشند، اشعه چوبی یک تا دو سلولی است. حد دوایر سالانه

در پهنی دایره سالیانه به‌طور یکسان پراکنده شده‌اند. اشعه چوبی تک و یا دوسلولی و غیرهمگن است. دایره‌های سالیانه گاهی ناپیوسته است. پارانشیم‌ها فراوان و پراکنده‌اند. آوندها دریاچه نردبانی دارند که اغلب در آنها ۸ پله دیده می‌شود. آوندها طویل و متعدد بوده و منافذ بین آوندی از نوع هاله‌ای هستند. بافت فیبری از فیبر تراکتیدهای طویل و فراوان تشکیل شده است (Parsapagouh, 1993). در مجموع چوب درخت انجیلی، گره‌دار و پیچ‌وتاب خورده است و مقاومت به پوسیدگی آن زیاد می‌باشد و در بین پهن‌برگان شمال ایران، به علت داشتن بیومتری و طول الیاف مناسب، برای تولید خمیر کاغذ، کاغذ فلوتینگ و روزنامه و همچنین تولید MDF بسیار مناسب است. چوب انجیلی بسیار سخت است و از این لحاظ در زبان‌های خارجی به چوب آهن (Iron wood) معروف است. چوب این درخت سنگین بوده ($D=0.9-0.80 \text{ gr/cm}^3$) و به عبارت دیگر ۸ تا ۹ برابر چگالی‌تر از آب است، چوب سخت این‌گونه همگن بوده و مقاومت زیادی در برابر فشار دارد. این چوب در برابر قارچ‌ها و حشرات مقاومت خوبی دارد. از چوب انجیلی در شمع معادن، چوب تونلی، پارکت‌سازی، فیبرسازی، خراطی و قرقره‌سازی استفاده می‌شود. همچنین در شمال کشور برای تهیه زغال و مصارف تونلی مصرف می‌شود.

مواد استخراجی، عمدتاً از ترکیباتی با وزن مولکولی کم تشکیل شده است که برای شناسایی آنها کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) یک تکنیک ایدئال به نظر می‌رسد (Mirshokraie, 2002). قدرت تفکیک بالای ستون‌های موئین در سیستم‌های کروماتوگرافی گازی، این روش را به روشی بسیار مؤثر و کارآمد در آنالیز و تعیین مقدار نسبی ترکیبات پیچیده مواد استخراجی تبدیل کرده است. برای اطمینان از اندازه‌گیری‌های کمی، مشتق‌سازی ترکیبات در روش کروماتوگرافی گازی الزامیست. بدین‌منظور از واکنشگرهای سایلبل کننده نظیر N، O- بیس (تری متیل سایلبل) برای سایلبل دار کردن کامل الکل‌های تری‌نی، استرول‌ها و فنول‌ها استفاده می‌شود (Hossieni, 1991, Meszarose, 2006).

انتشار دارد و از جلگه‌های ساحلی دریای خزر تا ارتفاعات میان بند امتداد می‌یابد و در کلاردشت تا ارتفاع ۱۴۰۰ متر از سطح دریا نیز دیده می‌شود. انجیلی، درخت یا درختچه‌ای است خزان کننده که رنگ تنه در درختان جوان، خاکستری و در درختان مسن، تیره و پوست آن صاف است و به‌صورت صفحه و ورقه جدا می‌شود. آسونداری، به بلندی ۱۵ تا ۲۵ متر و قطری حداکثر تا یک متر، با تاجی گسترده و منشعب است. این درخت در نقاط مختلف شمال کشور به نام‌های گوناگون خوانده می‌شود که می‌توان به توتوی درگیلان، انجیلی در نور و کجور، تفی در گرگان، سرآجی و دمیر آجی در بین ترک‌زبانان آستارا و طوالش، انجول در بین فارسی‌زبانان مینودشت و تی در کلاردشت اشاره کرد. انجیلی در جنگل‌های شمال به‌صورت دانه‌زاد و شاخه‌زاد، همراه با بلوط، ممرز، آزاد، سیاه‌ال، خرمن‌دی، لیلکی، افرا، اوجا، ازگیل، ولیک، ون و نمدار دیده می‌شود. درخت انجیلی نیمه روشن پسند و طالب اقلیم معتدل و مرطوب است، با وجود این در مقابل باد و برف و بوران و سرما مقاومت داشته و دارای سیستم ریشه‌ای سطحی است. برگ‌های انجیلی، متناوب، بیضوی و پهن‌برگ و خزان کننده است، برگ‌های پاییزه آن به رنگ قرمز زیبایی دیده می‌شود. برگ‌های جوان، بنفش مایل به قرمز هستند که در تابستان به رنگ سبز تیره و درخشان تبدیل می‌شوند. سرانجام در پاییز برگ‌های درخشان به رنگ‌های مختلف زرد پررنگ، نارنجی سوخته و پررنگ و قرمز روشن خالص دیده می‌شود. این تنوع رنگ مناظر زیبایی را ایجاد می‌کند و از این لحاظ این درخت برای ایجاد فضای سبز و همچنین جذب توریست در جنگل‌های ما مناسب است. ریتیدوم انجیلی صاف می‌باشد و به‌صورت صفحه‌ای از تنه جدا می‌شود. تنه انجیلی که گاهی از پایین آن چند شاخه بوده و به شیوه‌های گوناگون درهم‌تنیده و به هم گره می‌خورد و نقش‌های زیبایی را در چوب استحصال شده از آن به وجود می‌آورد. چوب این درخت سفید مایل به سرخ است.

چوب انجیلی همگن، پراکنده آوند و بدون درون‌چوب مشخص است. حفره‌های آوندی ریز، منفرد و یا به تعداد ۲ تا ۳ به هم چسبیده و مقطع آنها دایره‌ای است و تعدادشان زیاد بوده و



شکل ۱- پراکنش گونه ممرز (راست) و انجیلی (چپ) (Parsapajouh, 1993)

Figure 1. Dispersion of Hornbeam (right) and Iron wood (left) (Parsapajouh, 1993).

۴۲ و ۱۰ ترکیب وجود دارد. مقایسه کروماتوگرام‌ها نیز نشان داد که ۴ ترکیب دکان، دودکان، تترادکان و بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات در پوست، برون چوب و درون چوب بلوط و همچنین ترکیبات سالیسیک اسید و ۱ و ۲-بنزن دی کربوکسیلیک اسید در برون چوب و پوست بلوط بلندمازو به صورت مشترک وجود دارد.

Kiaei (۲۰۱۶) با بررسی نسبت بین مواد استخراجی و دانسیته چوب انجیلی در سه طبقه ارتفاعی منطقه نوشهر گزارش کرد که ترکیبات ۱، ۲-دی بنزن کربوکسیلیک اسید (۹۶/۴-۹۹/۶٪) و ۱-متیل-۵،۸-دی متوکسی-۱،۲،۳،۴-ترا ایمینوفتالن (۰/۲۷-۰/۹۲٪) به عنوان مهمترین ترکیبات شیمیایی موجود در چوب انجیلی و در سه طبقه ارتفاعی ۵۰۰، ۱۰۰ و ۷۰۰ متری از سطح دریا قرار دارند.

Khazraie (۲۰۰۶) در تحقیقی دیگر، مواد استخراجی چوب و پوست گونه راش جنگل‌های شمال ایران را مورد آنالیز شیمیایی قرار داد. به طوری که از ۲۴ ترکیب شناسایی شده، ۱۰ ترکیب به طور مشترک در چوب و پوست این گونه با درصد‌های متفاوت وجود داشتند و فراوان‌ترین ترکیب موجود در مخلوط، پروپیل هیدروسینامات بود که در چوب به میزان ۳۲/۳۸ درصد و در پوست ۱۹/۳۹ درصد مشاهده شد. این ترکیب در بیوسنتز سیناپیل الکل که پیش ترکیب اصلی لیگنین پهن‌برگان است، نقش مهمی دارد.

با توجه به گستردگی انواع مواد استخراجی موجود در چوب و نقشی که این مواد در خواص فیزیکی، دوام طبیعی و همچنین فرایندهای صنایع چوب و کاغذ دارند، شناسایی اجزاء شیمیایی مواد استخراجی گونه‌های چوبی به ویژه در چوب و پوست انجیلی و ممرز که دارای چوب با ارزشی هستند، می‌تواند نقش بسیار مهمی در پایداری و مصارف مناسب چوب این دو گونه داشته باشد. البته، تاکنون تحقیقی مجزا در مورد شناسایی و مقایسه اجزاء شیمیایی چوب و پوست انجیلی و ممرز انجام نشده است؛ اما در مورد مواد استخراجی گونه‌های مختلف چوب تحقیقاتی مشابه انجام شده است. در این ارتباط Torkmam (۱۹۹۲) اجزای شیمیایی مواد استخراجی پوست ۵ گونه از درختان پهن‌برگ ایران مانند گردو، بلوط، توسکا، ممرز و راش را بررسی کرد. درصد کل مواد استخراجی پوست این درختان به ترتیب ۲۹/۸، ۲۳/۲۵، ۱۷/۹، ۱۶/۸۳ و ۱۶/۷ درصد بوده و میزان ترکیبات فنولی گونه‌های مذکور به ترتیب ۲۶/۳، ۲۱/۲، ۱۲/۶، ۱۳/۶، ۱۲/۹ و ۱۴ درصد می‌باشد. همچنین در این گونه‌ها اسیدهای چرب بنزوئیک اسید، اولئیک اسید و لینگوسریک اسید شناسایی شد.

Vaysi (۲۰۱۷) با بررسی و شناسایی ترکیبات آلی موجود در چوب و پوست بلوط گزارش کرد که در درون چوب، برون چوب و پوست بلوط بلندمازو به ترتیب ۱۰،

باقیمانده برای انجام آزمایش استفاده شد. گام بعدی سایلیدار کردن ترکیبات استخراجی برای بررسی در دستگاه کروماتوگرافی گازی بود، برای این منظور میزان ۰/۰۰۳ گرم از باقیمانده مواد استخراجی توزین و به درون یک ویال شیشه‌ای منتقل گردید. سپس به میزان ۹۰ میکرولیتر، واکنشگر بیس (تری متیل سایلید) تری فلورو استامید (BSTFA) به نمونه اضافه شد. درب ویال شیشه‌ای بسته شده و دور آن فویل آلومینیومی پیچیده شد و برای جلوگیری از فرو رفتن آن به داخل آب، ویال در داخل یونولیت قرار داده شد. برای انجام واکنش بین مواد استخراجی و BSTFA، ویال درون حمام بن‌ماری با آب ۷۰°C به مدت ۱ ساعت قرار داده شد. بعد از گذشت این مدت زمان، نمونه‌ها برای آنالیز توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) آماده گردید. نمونه‌ها توسط سرنگ همپلتون به بخش تزریق دستگاه تزریق شد. پس از تزریق نمونه‌ها، با استفاده از زمان بازداری ترکیب‌ها (T_R)، شاخص بازداری کواتس (I)، طیف جرمی و مقایسه این مؤلفه‌ها با ترکیب‌های استاندارد و یا با اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه (جدول آدامز)، نسبت به شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده مواد استخراجی چوب و پوست ممرز و انجیلی (جداگانه) اقدام شد. برای ثبت کروماتوگرام و طیف جرمی مدت ۳۰ دقیقه وقت مورد نیاز است. برای محاسبه ضریب کواتس از جدول زمان‌بندی بازداری آلکان‌های نرمال و فرمول محاسبه آن استفاده شد (Meszaros, 2006; Vaysi, 2011; Ashrafi, 2011).

$$I = \frac{100n + 100(t_{rx} - t_{rn})}{t_{rn+1} - t_{rn}}$$

I = ضریب کواتس - t_{rn} = زمان بازداری آلکان نرمال

n = تعداد کربن‌های آلکان نرمال - t_{rx} = زمان بازداری ماده مجهول

همچنین شاخص‌های کواتس استخراج شده با جدول

Hosseini Hashemi و همکاران (۲۰۰۷) اجزای شیمیایی مواد استخراجی درون‌چوب گردوی شمال ایران را بررسی کرده و گزارش کردند که از ۱۳ ترکیب شناسایی شده، بنزوئیک اسید ۳، ۴، ۵- تریس (تری متیل سایلوکسی) (گالیک اسید) با ۴۴/۵۷ درصد فراوان‌ترین، ژوگلون (۵/۱۵ درصد) و ۲، ۷- دی متیل فنانترن (۵/۸۱ درصد) به‌عنوان سمی‌ترین ترکیبات هستند.

مواد و روش‌ها

۱- تهیه نمونه‌های آزمونی

برای انجام این تحقیق، تعداد سه اصله درخت از گونه انجیلی و ممرز به‌صورت تصادفی از منطقه جنگل‌داری نوشهر انتخاب، قطع و از هر اصله درخت (به‌طور جداگانه) سه دیسک تهیه شد، سپس خرده چوب‌ها در کارگاه صنایع چوب (رادپو دریا) دانشگاه آزاد اسلامی چالوس تهیه گردید.

۲- اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی

برای اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی چوب و پوست انجیلی و ممرز (هریک به‌طور جداگانه)، ابتدا طبق آزمون شماره ۸۵- om - ۲۵۷ T استاندارد TAPPI آرد چوب تهیه شد. اندازه‌گیری مقدار خاکستر طبق آزمون شماره ۸۵- om - ۲۱۱ T استاندارد TAPPI انجام گردید. برای جداسازی اجزاء شیمیایی نمونه‌ها، آرد تهیه شده ابتدا الک شد و نمونه‌های باقی مانده بر روی الک مش ۸۰ جمع‌آوری گردید. سپس با استفاده از روش سوکسله و حلال استون مواد عصاره‌ای چوب و پوست انجیلی و ممرز (جداگانه) استخراج شد (Tunalier, 2003; Holmbom, 1977; Balaban, 2001; Barzan, 2002; Rahmani, 2010).

۳- جداسازی و شناسایی اجزاء شیمیایی مواد استخراج چوب

و پوست انجیلی و ممرز

بعد از استخراج مواد عصاره‌ای چوب و پوست انجیلی و ممرز، حلال حاوی مواد استخراجی را از طریق عبور دادن گاز بی‌اثر ازت، از سطح ظرف تبخیر داده و از مواد استخراجی

استرهای سایللیل دار تبدیل شوند و در دستگاه کروماتوگرافی گازی نیز از هم جدا گردند. به دلیل پایداری اندک ترکیبات سایللیل دار شده، ضروری است که عمل سایللیل دار کردن ۲۴ ساعت قبل از آنالیز توسط دستگاه GC/MS انجام شود (Xiao,2001).

نتایج

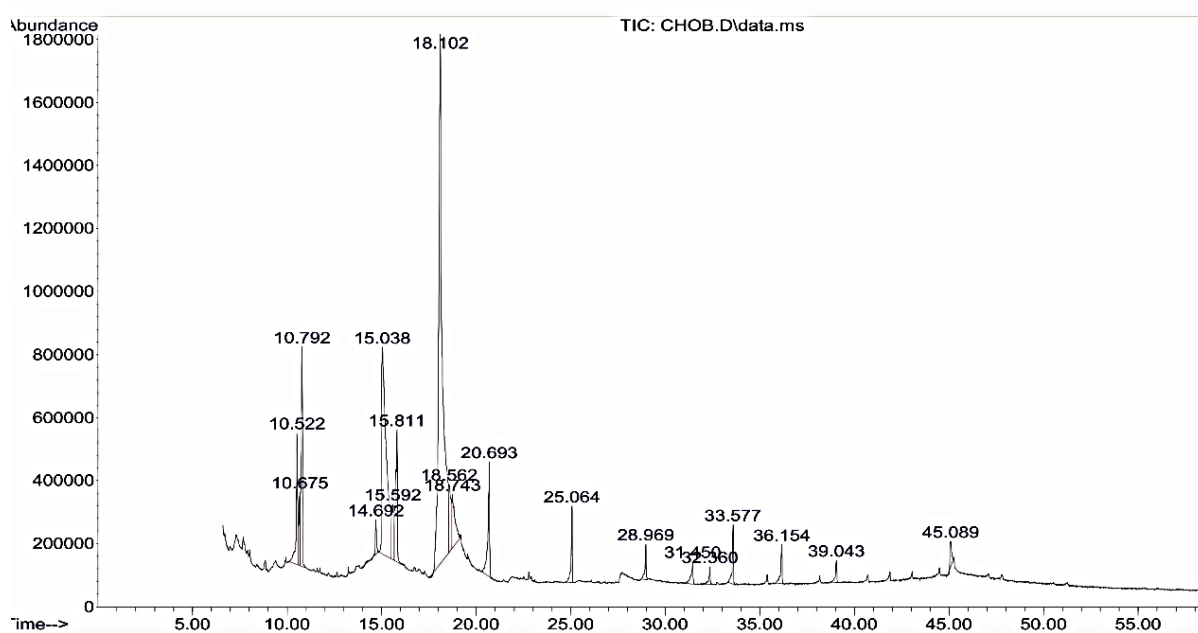
نتایج حاصل از کروماتوگرام گازی مواد استخراجی چوب ممرز نشان داد که ۱۹ ترکیب قابل شناسایی وجود دارد، به طوری که ۲ و ۳-دی هیدرو-۲ و ۵ و ۶-تری متیل-p-دی اکسین (۳۹/۹۵٪)، ۲-کلرو پروپان (۱۹/۹۶٪)، اکتا متیل سیکلو تتراسیلوکسان (۱۲/۴۴٪)، دکا متیل سیکلوپنتا سیکلوکسان (۵/۰۵٪)، ۱-دوترو پروپان (۳/۳۳٪) و بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات (۳/۵۷٪) به عنوان مهمترین ترکیبات شناسایی شدند (شکل ۲ و جدول ۱).

آدامز تطبیق داده شد، به نحوی که به دو صورت الفبایی و صعودی- نزولی بودن ضرایب کوئاس تنظیم شده است. کروماتوگرام های GC/MS از آزمایشگاه شیمی تجزیه دانشگاه آزاد اسلامی قائم شهر تهیه شد.

۴- مشخصات دستگاه GC

- نوع ستون: HP-5 MS به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ mm، نوع گاز حامل: هلیوم با سرعت ۱ mm/min، مدل دستگاه GC: HP6890 Series، مدل دستگاه MS: Hp 5973 Mass، Selective Detector، برنامه دمایی: بین ۶۰°C به ازاء هر دقیقه ۶°C افزایش دما و انرژی ذراتی که در دستگاه MS به نمونه برخورد می کند ۷۰ الکترون ولت است.

با توجه به اینکه اسیدهای رزینی و اسیدهای چرب موجود در مواد استخراجی چوب می توانند با سرعت مناسب با واکنشگرهای مذکور واکنش نشان داده و به خوبی به



شکل ۲- کروماتوگرام گازی مواد استخراجی در چوب ممرز (جدول ۱)

Figure 2. Gas chromatograph of extractives chemical compounds in wood of hornbeam (Table 1)

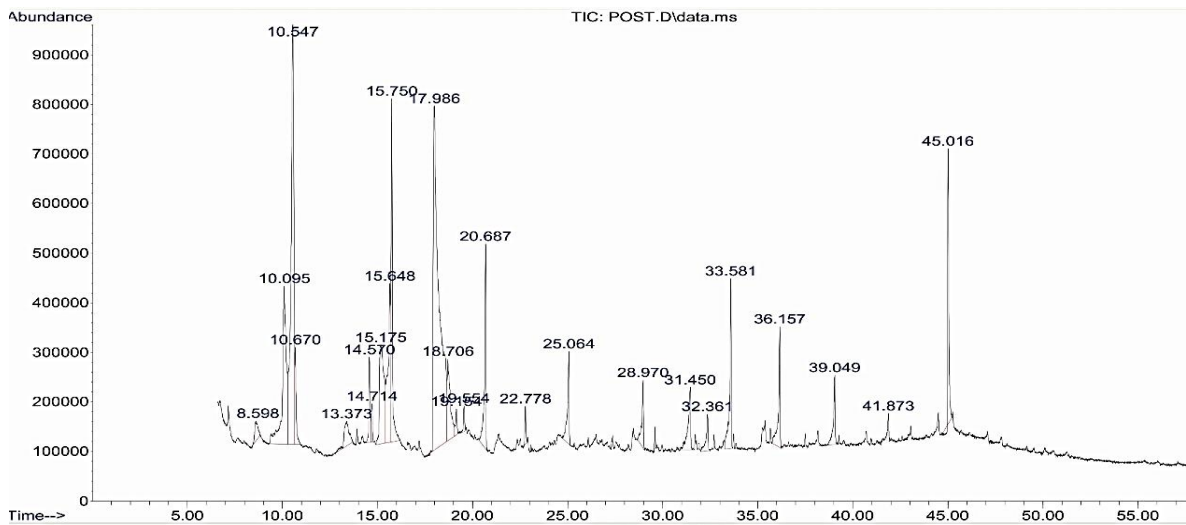
جدول ۱- ترکیبات شناسایی شده مواد استخراجی در چوب ممرز (شکل ۲)

Table 1. Some of important extractives chemical compounds in wood of hornbeam (Fig. 2)

نام ترکیبات Chemical Component	زمان بازداری (دقیقه) Retention time (min)	سطح زیر منحنی (درصد) Area (%)
اکتا متیل سیکلو تتراسیلوکسان Octamethyl cyclotetrasiloxan	10.520	12.44
۲- کلرو پروپان 2-Chloro-propan	15.035	19.96
دکا متیل سیکلوپنتا سیکلوکسان Decamethyl cyclopentasiloxane	15.811	5.05
دی اکسین ۲p و ۳- دی هیدرو- ۲ و ۵ و ۶- تری متیل- 2, 3-dihydro-2, 5, 6-trimethyl-p-dioxan	18.101	39.95
۱- نیترو- ۲- پروپانون 1-Nitro-2-propanon	18.560	3.17
۱- دوترو پروپان 1-Deuteropane	18.741	3.33
دودکا متیل سیکلو هگزا سیلوکسان Dodecamethyl cyclohexasiloxane	20.695	3.97
تترادکا متیل سیکلو هپتاسیلوکسان Tetradecamethyl cycloheptasiloxane	25.061	1.86
هگزا دکا متیل سیکلو هپتاسیلوکسان Hexadecamethyl cycloheptasiloxane	28.968	0.92
۲- متوکسی- ۳- و ۸- دی اکسوسفالوتاکس- ۱- ان 2-Methoxy-3, 8-dioxocephaloax-1-ene	33.574	1.38
فنیل- نونا متیل سیکلوپنتا سیلوکسان Phenyl-nonamethyl cyclopentasiloxane	36.155	1.11
بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات Bis(2-ethylhexyl)phthalate	45.088	0.81

سیکلوپنتا سیلوکسان (۱۱/۵۷٪)، دو دکا متیل-سیکلو هپتا سیلوکسان (۳/۸۳٪) و بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات (۳/۸۶) به عنوان مهمترین ترکیبات شناسایی شدند (شکل ۳ و جدول ۲).

همچنین نتایج حاصل از کروماتوگرام گازی مواد استخراجی پوست ممرز نشان داد که ۲۵ ترکیب قابل شناسایی وجود دارد، به طوری که اکتا متیل سیکلوتترا سیلوکسان (۲۶/۰۵٪)، ایزوبوتیل نترات (۲۵/۷۲٪)، دکا متیل



شکل ۳- کروماتوگرام گازی مواد استخراجی در پوست ممرز (جدول ۲)

Figure 3. Gas chromatograph of extractives chemical compounds in bark of hornbeam (Table 2)

جدول ۲- ترکیبات شناسایی شده مواد استخراجی در پوست ممرز (شکل ۳)

Table 2. Some of important extractives chemical compounds in bark of hornbeam (Fig. 3)

نام ترکیبات Chemical Component	زمان بازداری (دقیقه) Retention time (min)	سطح زیر منحنی (درصد) Area (%)
اکتا متیل سیکلو تتراسیلوکسان Octamethyl cyclotetrasiloxan	10.093	26.05
۸- دی بنزکربازول 8-Dibanzcarbazole	14.569	1.42
دکا متیل سیکلوپنتا سیکلوکسان Decamethyl cyclopentasiloxane	15.649	11.57
ایزوبوتیل نیترات Isobutyl nitrate	17.984	25.72
نیترو- سیکلو هگزان آمین -n N-nitro-cyclohexanamine	18.706	3.25
اکسو-استیک اسید Oxo-acetic acid	19.155	0.49
دودکامتیل سیکلو هگزا سیلوکسان Dodecamethyl cyclohexasiloxane	20.688	3.83
تترادکا متیل سیکلو هپتاسیلوکسان Tetradecamethyl cycloheptasiloxane	25.061	1.98

ادامه جدول ۲

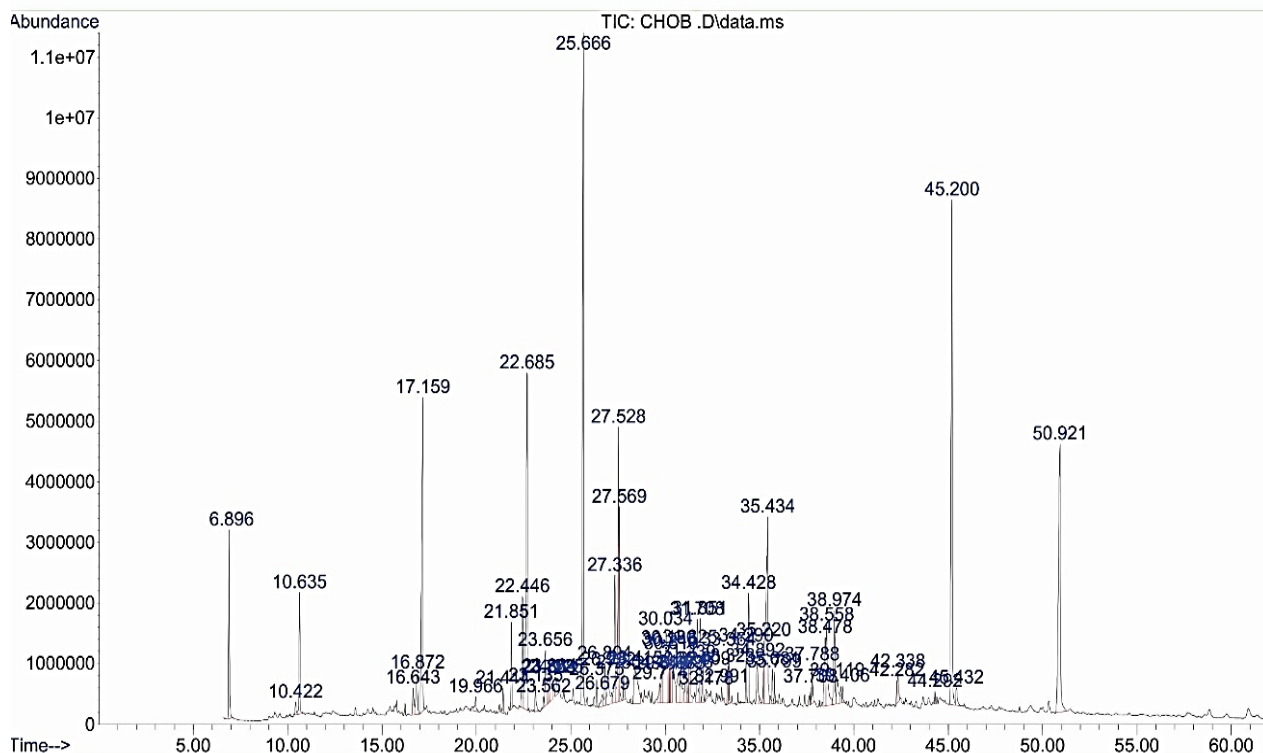
هگزادکا متیل سیکلو هپتاسیلوکسان Hexadecamethyl cycloheptasiloxane	28.968	1.47
اکتادکا متیل سیکلو هپتاسیلوکسان Octadecamethyl cycloheptasiloxane	32.364	0.89
۲-متوکسی-۳-۸ دی اکسوفالوئاکس-۱-ان 2-Methoxy-3,8-dioxocephaloax-1-ene	33.580	3.25
بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات Bis(2-ethylhexyl)phthalate	45.017	3.86

نتایج حاصل از کروماتوگرام گازی مواد استخراجی چوب و پوست انجیلی

نتایج حاصل از کروماتوگرام گازی مواد استخراجی چوب انجیلی نشان داد که ۶۶ ترکیب قابل شناسایی است، به طوری که ۲ و ۴-بیس (۱ و ۱-دی متیل اتیل) فنل (۱۱/۰۶٪)، بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات (۹/۱۳٪)، اسکوتلن (۸/۲۷٪)، تترادکان (۶/۳۵٪)، هگزادکانوئیک اسید (۵/۸۴٪)، هگزادکان (۴/۱۸٪)، پالمیتیک اسید متیل استر (۱/۲۵٪)، نفتالن (۰/۵۲٪) و ۱ و ۲-بنزن دی کربوکسیلیک اسید (۰/۶۴٪) به عنوان مهمترین ترکیبات شناسایی شدند (شکل ۴ و جدول ۳).

نتایج حاصل از کروماتوگرام گازی مواد استخراجی چوب و پوست انجیلی

نتایج حاصل از کروماتوگرام گازی مواد استخراجی چوب انجیلی نشان داد که ۶۶ ترکیب قابل شناسایی است، به طوری که ۲ و ۴-بیس (۱ و ۱-دی متیل اتیل) فنل (۱۱/۰۶٪)، بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات (۹/۱۳٪)، اسکوتلن (۸/۲۷٪)، تترادکان (۶/۳۵٪)، هگزادکانوئیک اسید (۵/۸۴٪)، هگزادکان (۴/۱۸٪)، پالمیتیک اسید متیل استر (۱/۲۵٪)، نفتالن (۰/۵۲٪) و ۱ و ۲-بنزن دی کربوکسیلیک اسید (۰/۶۴٪) به عنوان مهمترین ترکیبات شناسایی شدند (شکل ۴ و جدول ۳).



شکل ۴- کروماتوگرام گازی مواد استخراجی چوب انجیلی (جدول ۳)

Figure 4. Gas chromatogram of extractives chemical compounds in wood of Iron wood (Table 3)

جدول ۳- برخی از مهمترین ترکیبات شناسائی شده مواد استخراجی حاصل از چوب انجیلی (شکل ۴)

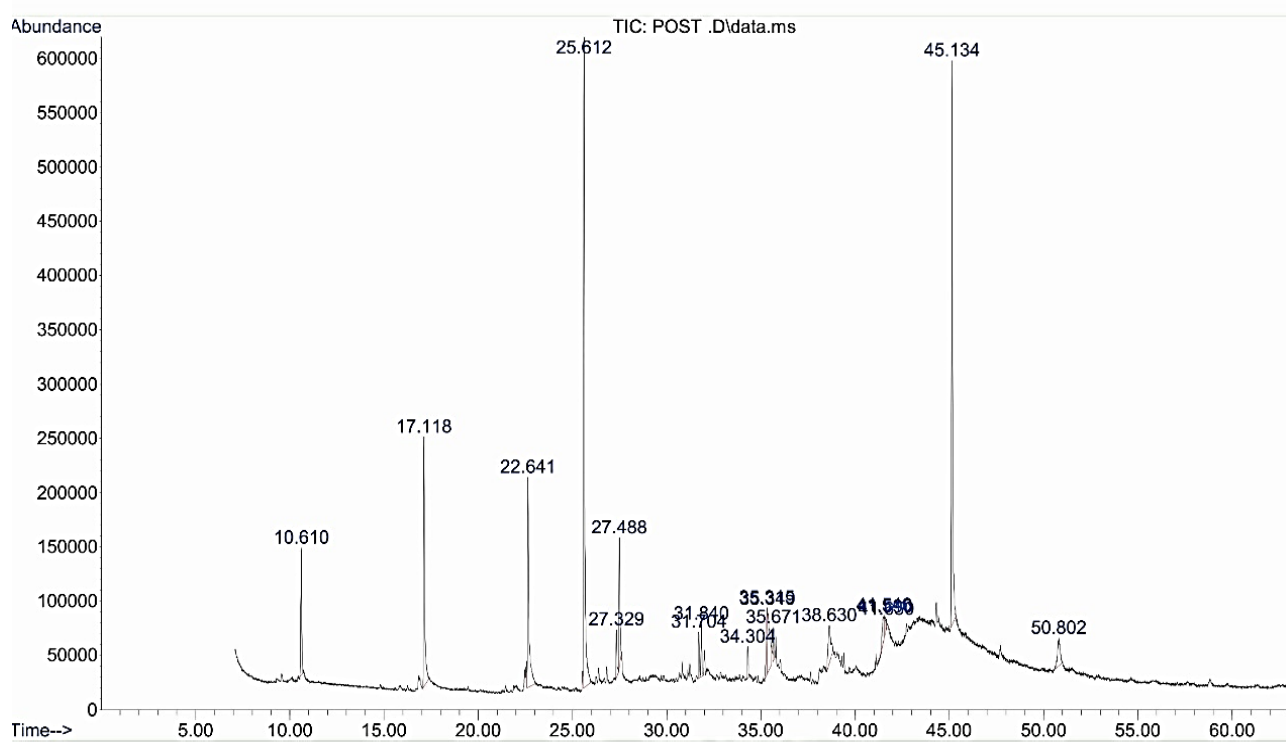
Table 3. Some of important extractives chemical compounds in wood of Iron wood (Fig. 4)

نام ترکیبات Chemical Component	زمان بازداری (دقیقه) Retention time (min)	سطح زیر منحنی (درصد) Area (%)
زایلان Xylene	6.897	2.35
دکان Decane	10.636	1.67
نفتالن Naphthalene	16.646	0.52
دودکان Dodecane	17.157	6.15
تترا دکان Tetradecane	22.687	6.35
۱ و ۲ و ۳-بنزن تری اول 1,2,3-Benzentriol	23.658	2.92
۲ و ۴-بیس (۱ و ۱-دی متیل اتیل) فنل 2,4-Bis(1,1-dimethylethyl)phenol	25.669	11.06
دودکانوئیک اسید Dodecanoic acid	26.995	1.03
۱-هگزادکانوئیک اسید 1-Hexadecanoic acid	27.338	1.75
هگزادکان Hexadecane	27.526	4.18
۲-بوتیل تتراهیدروفوران 2-Butyltetrahydro furan	27.571	1.89
آنتی ارول Antiarol	28.412	2.04
۳-هیدروکسی-۴-متوکسی-سینامیک اسید 3-Hydroxy-4-methoxy-cinnamic acid	30.036	3.36
۱-اکتادکان 1-Octadecane	31.711	2.71
پنتادکانوئیک اسید Pantadecanoic acid	33.322	0.47
۱،۲-بنزن دی کربوکسیلیک اسید 1,2-Benzenedicarboxylic acid	33.367	0.62
پالمیتیک اسید متیل استر Palmitic acid methyl ester	34.428	1.25
هگزادکانوئیک اسید Hexadecenoic acid	34.894	1.02
هگزادکانوئیک اسید-n n-Hexadecenoic acid	35.437	5.84

نام ترکیبات Chemical Component	زمان بازداری (دقیقه) Retention time (min)	سطح زیر منحنی (درصد) Area (%)
۱۲،۹-اکتا دکانوئیک اسید 9,12-Octadecanoic acid	38.477	3.66
اکتا دکانوئیک اسید Octadecanoic acid	38.975	1.81
بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات 1,2-Benzenedicarboxylic acid	45.198	9.13
اسکوالن Squalene	50.923	8.27

همچنین نتایج حاصل از کروماتوگرام گازی مواد استخراجی پوست انجیلی نشان داد که ۱۸ ترکیب وجود دارد، به طوری که ۲ و ۴-بیس (۱ و ۱-دی متیل اتیل) فنل (۲۲/۲۳٪)، تترادکان (۱۰/۳۴٪)، دودکان (۹/۹۴٪)، دکان (۴/۴۶٪)، هگزادکان (۴/۳۶٪)، ۲-فنیل-۵-متیل اندول (۲/۷۶٪)، ۱ و ۲-بنزن دی کربوکسیلیک اسید (۲/۷۲٪) و ۴-فلورو-۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶-پنتامتیل بی فنیل (۵/۲۳٪) به عنوان مهمترین ترکیبات شناسایی شدند (شکل ۵ و جدول ۴).

همچنین نتایج حاصل از کروماتوگرام گازی مواد استخراجی پوست انجیلی نشان داد که ۱۸ ترکیب وجود دارد، به طوری که ۲ و ۴-بیس (۱ و ۱-دی متیل اتیل) فنل (۲۲/۲۳٪)، تترادکان (۱۰/۳۴٪)، دودکان (۹/۹۴٪)، دکان (۴/۴۶٪)، هگزادکان (۴/۳۶٪)، ۲-فنیل-۵-متیل اندول (۲/۷۶٪)، ۱ و ۲-بنزن دی کربوکسیلیک اسید (۲/۷۲٪) و ۴-فلورو-۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶-پنتامتیل بی فنیل (۵/۲۳٪) به عنوان مهمترین ترکیبات شناسایی شدند (شکل ۵ و جدول ۴).



شکل ۵- کروماتوگرام گازی مواد استخراجی در پوست انجیلی (جدول ۴)

Figure 5. Gas chromatogram of extractives chemical compounds in bark of Iron wood (Table 4)

جدول ۴- برخی از مهمترین ترکیبات شناسائی شده مواد استخراجی در پوست انجیلی (شکل ۵)

Table 4. Some of important extractives chemical compounds in bark of Iron wood (Fig. 5)

نام ترکیبات Chemical Component	زمان بازداری Retention time (min)	سطح زیر منحنی Area (%)
دکان Decane	10.612	4.46
دودکان Dodecane	17.120	9.94
تترا دکان Tetradecane	22.644	10.34
۲و۴-بیس(۱و۱-دی متیل اتیل) فنل 2,4-Bis(1,1-dimethylethyl)phenol	25.613	25.14
۱-هگزادکان 1- Hexadecanoic acid	27.327	1.43
هگزادکان Hexadecane	27.48	4.36
۱-هپتادکانول 1-Heptadecanol	31.707	1.34
اکتادکان Octadecane	31.842	1.63
۲،۱- بنزن دی کربوکسیلیک اسید 1,2-Benzenedicarboxylic acid	35.316	2.72
۴-فلورو-۲و۳و۴و۵و۶- پنتامتیل بی فنیل 4-Fluoro-2,3,4,5,6-pentamethylbiphenyl	35.348	5.23
۶و۶-دیآمینو اسید استر دی فنیک اسید 6,6-Diamino- ester Diphenic acid	38.628	3.48
پکارین Pecharin	41.545	2.96
بیس(۲-اتیل هگزیل)فتالات 1,2-Benzenedicarboxylic acid	45.153	22.23
۲-فنیل-۵-متیل اندول 2-Phenyl-5-methylindole	50.802	2.76

بحث

این تحقیق با هدف استخراج، شناسایی و مقایسه ترکیبات آلی موجود در مواد استخراجی چوب و پوست ممرز و انجیلی با استفاده از فنون جذب اتمی شعله و کروماتوگرافی گازی-طیفسنجی جرمی انجام شد. نتایج حاصل از کروماتوگرام گازی مواد استخراجی چوب ممرز نشان داد که از ۱۹ ترکیب

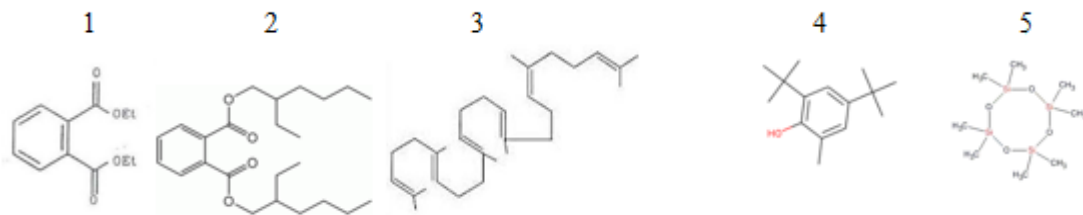
شناسایی شده، ۲ و ۳-دی هیدرو-۲ و ۵ و ۶-تری متیل-p-دی اکسین، اکتا متیل سیکلو تتراسیلوآکسان و بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات به عنوان مهمترین ترکیبات هستند. همچنین در پوست ممرز ۲۵ ترکیب شناسایی شد که اکتا متیل سیکلوتترا سیلوآکسان و بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات به عنوان مهمترین ترکیبات بودند. مقایسه کروماتوگرامها

کربوکسیلیک اسید (۹۶/۴-۹۹/۶٪) و ۱-متیل-۵،۸-دی-متوکسی-۱،۲،۳،۴- تتراایمینونفتالن (۰/۲۷- ۰/۹۲٪) به‌عنوان مهمترین ترکیبات شیمیایی موجود در چوب انجیلی و در سه طبقه ارتفاعی ۱۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰ متری از سطح دریا می‌باشند (Kiaei, 2016). یکی از ترکیبات مهم دیگر در پوست انجیلی پکارین است. این ترکیب در انگور فرنگی سیاه و قرمز نیز وجود دارد و برای درمان اسهال بسیار مناسب است. بعضی از این ترکیبات غیرقطبی و عمدتاً شامل ترکیبات آلی اسیدهای چرب و ترکیبات رزینی می‌باشند که در آب نامحلول هستند. این ترکیبات با توجه به نوع مصرف چوب می‌توانند اثرهای منفی یا مثبتی روی کاربردهای صنعتی چوب و پوست ممرز و انجیلی داشته باشند.

بررسی و مقایسه کروماتوگرام‌های چوب و پوست دو گونه انجیلی و ممرز نیز نشان داد که ترکیب بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات به‌صورت مشترک در چوب و پوست این دو گونه وجود دارد. این ترکیب دارای وزن مولکولی $390/56 \text{ g/mol}$ ، نقطه ذوب ۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای جوش ۳۸۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و فرمول شیمیایی آن $C_{24}H_{38}O$ است (شکل ۶). مقایسه کروماتوگرام‌های گونه‌های دیگر نشان داد که ۲- ترکیب دی- لیمون و بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات در چوب افرا پلت و افرا شیردار به‌صورت مشترک وجود دارد (Vaysi, 2019). علاوه بر موارد ذکر شده، وجود ۱ و ۲- بنزن دی کربوکسیلیک اسید و اسکوالن در چوب انجیلی نیز بسیار باارزش و مهم به نظر می‌رسد. نتایج تحقیقات قبلی نشان داد که مقادیر بالای ۱ و ۲- بنزن دی کربوکسیلیک اسید (۳۸/۹۰٪) در لیلکی از عوامل مهمی در دوام و مصرف این چوب‌ها هستند (Vaysi, 2013).

نشان داد که اکتا متیل سیکلوتترا سیلوکسان، دکا متیل سیکلوپنتا سیلوکسان، دودکا متیل سیکلوپنتا سیلوکسان، تترادکا متیل سیکلوپنتا سیلوکسان، هگزادکا متیل سیکلوپنتا سیلوکسان و بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات به‌عنوان ترکیبات مشترک بین چوب و پوست ممرز هستند. یکی از ترکیبات مهم در چوب و پوست ممرز "اکتا متیل سیکلو تترا سیکلو اکسان" است. این ترکیب برای مصارف بسیاری طراحی شده است. اکتا متیل سیکلو تترا سیلوکسان یک مایع شفاف و بی رنگ و فرار است، سمیت بسیار کمی دارد و یک مایع پایه برای محصولات محافظت شخصی است. این ترکیب دارای وزن مولکولی $296/61 \text{ g/mol}$ ، نقطه اشتعال ۶۰ درجه سانتی‌گراد و دمای جوش ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و فرمول شیمیایی آن $C_8H_{24}O_4Si_4$ است (شکل ۶). اکتا متیل سیکلو تترا سیلوکسان در ضد رسوب‌ها، روغن حمام، کرم مراقبت از پوست، لوسیون‌ها و محصولات اصلاح و در تهیه لاک ناخن کاربرد دارد.

نتایج حاصل از کروماتوگرام گازی مواد استخراجی چوب انجیلی نشان داد که از ۶۶ ترکیب شناسایی شده، ۲ و ۴- بیس (۱ و ۱- دی متیل اتیل) فنل، بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات، اسکوالن و پالمیتیک اسید متیل استر به‌عنوان مهمترین ترکیبات هستند. همچنین در پوست انجیلی ۱۸ ترکیب شناسایی شد، به‌طوری‌که ۲ و ۴- بیس (۱ و ۱- دی متیل اتیل) فنل، تترادکان دودکان و ۲- فنیل-۵- متیل اندول مهمترین ترکیبات بودند. بررسی و مقایسه کروماتوگرام‌ها نشان داد که ترکیبات دکان، دو دکان، تترا دکان، هگزا دکان، ۱ و ۲- بنزن دی کربوکسیلیک اسید و بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات ترکیبات مشترک بین چوب و پوست انجیلی هستند. نتایج سایر تحقیقات نشان داد که ترکیبات ۱، ۲- دی بنزن



شکل ۶- ساختار ۱، ۲- بنزن دی کربوکسیلیک اسید (۱)، بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات (۲)، اسکوتلن (۳) و ۲ و ۴- بیس (۱ و ۱-دی متیل اتیل) فنل (۴) و اکتا متیل سیکلوتترا سیلوآکسان (۵) شناسایی شده در چوب و پوست انجیلی و ممرز

Figure 6- Structure of 1, 2-Benzene dicarboxylic acid (1), Bis (2-ethylhexyl) phthalate (2), Squalene (3), 2, 4-Bis (1,1-dimethylethyl)phenol(4) and Octamethyl-cyclotetrasiloxan identified in wood and bark of Iron wood and hornbeam.

126-132, (In Persian).

- Khazraie, L., 2006. Separating and Identification of lipophilic compounds in wood and bark extractives in beech by GC-MS methods, Thesis of master science, Payame- noor Univ. Tehran, Pp:1.
- Kiaei, M., 2016. The Relationship between extractive components and density of Persian Ironwood, Journal of Lignocellulose 5(1), 59-65.
- Mirshokraei, S.A., 2002. Wood chemistry. Aieg edition. Tehran, press. 194 p. (Translated in Persian)
- Meszaros, E., Jakab, E. and Varhegyi, G., 2006. TG/MS, Py-GC/MS and THM-GC/MS study of the composition and thermal behavior of extractive components of *Robinia pseudoacacia*, J. Anal. Appl. Pyrolysis 79: 61-70.
- Parsapajouh, D., 1993. Atlas of Iranian northern woods. Tehran Univ. Press, 48 and 106 p. (In Persian).
- Rahmani, H. and Abdolkhani, A., 2010. Characterization and removal of resins from mixed tropical hardwoods, Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 1(1), 45-46, (In Persian).
- Technical Association of Pulp and Paper Industry (TAPPI), 2009. Standard Test Methods, Tappi Press, Atlanta, GA. USA.
- Torkman, J., 1992. Analyzing of bark extractives in fives species of Iranian hard woods trees, Thesis of master science, Tarbiat Modares Univ. Tehran, pp:1-2.
- Tunalier, Z. K., 2003. Wood essential oils of Junipers foetidissima willd, Forshung, 57(1), 140-144.
- Vaysi, R., 2017. A study on the possibility of identification and comparison of metallic ions and chemical components in wood and bark of oak by atomic adsorption and GC-MS methods, Iranian J. of Wood and Paper Sci. and Technology 32(2), 275-286. (in Persian).
- Vaysi, R., 2013. Identification and comparison of

همچنین اسکوتلن یکی از روغن‌های هیدروکربنی خالص و معدنی شناسایی شده در چوب انجیلی و به میزان ۸/۲۷ درصد بوده است که در صنعت سرم‌سازی برای از بین بردن بیماری‌های ویروسی حیوانات از آن استفاده می‌شود. اسکوتلن پیش‌ترکیب تری ترینوئیدها و استروئیدهاست که از طریق دimer شدن دم به دم فارتزیل پیروفسفات (FPP) سنتز می‌شود (Mirshokraei, 2002).

منابع مورد استفاده

- Ashrafi, S., 2011. Identification and comparison of chemical components in wood and bark of planted elder pine and plane tree by GC-MS methods, graduated of master science, Islamic Azad University of Chalous Branch, 92-93, (In Persian).
- Barzan A. and Soraki, S., 2002. Procedure of experimental for pulp and paper, Mazandaran Wood and Paper Industries, Sari, Iran, 111-121, (In Persian).
- Balaban, M., 2001. The extractives and its structural in wood and bark of oak. Holzforschung, 55(1), 478-486.
- Holmbom, B., 1977. Improve gas chromatographic analysis of fatty and resin acid mixtures with special reference to tall oil. JAM Oil Chemistry, 54(1), 284-243.
- Hossieni, S.V., 1991. Chromatography methods, Center of edition, Tehran, Pp:29-38, (in Persian)..
- Hosseini Hashemi, S.K., Parsapajouh, D., Khademi Eslam, H., Mirshokraie, S.A. and Hemmasi, A.H., 2007. Identification of extractives chemical components in Iranian walnut by GC/MS methods, Journal of Agriculture Science, Tehran, Iran, 12(4),

- 5156.
- Vaysi, R., 2019. A study on the possibility of identification and comparison of metallic ions and chemical components in wood of persian maple and caucasian maple wood by atomic absorption and GC-MS methods, Iranian J. of Wood and Paper Sci. and Technology, 34(3), 361-371. (in Persian).
- Xiao, B., sun, X.F. and sun, R.C., 2001. Extraction and characterization of lipophilic extractives from rice straw chemical composition, Journal of wood chemistry and technology, 21(1), 397-411.
- chemical components in sweet locust and false acacia wood extractions by GC-MS methods, Iranian J. of Wood and Paper Sci. and Technology 28(4), 755-762. (in Persian).
- Vaysi, R. and Kord, B., 2013. The effects of H₂O₂ bleaching and DTPA spraying on the brightness stability of hornbeam CMP pulp following accelerated irradiation aging, BioResource Journal 8(2),1909-1917.
- Vaysi, R., 2011. Identification of the extractives chemical compounds in newsprints by GC-MS methods, Asian journal of chemistry,23(11),5155-

Identification and Comparison of Organic Chemical Components in Wood and Bark of Hornbeam and Ironwood Wood by GC-MS Methods

R. Vaysi¹ and M.H. Habib Porian²

1*-Corresponding author, Associate Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Chalus Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran, Email:vaysi_r452@yahoo.com.

2- MSc, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Chalus Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran

Received: Aug., 2021

Accepted: Jan., 2022

Abstract

The aim of this study was the identification and comparison of organic chemical compounds in wood and bark of hornbeam and ironwood trees. For this purpose, the samples were chosen randomly from heartwood and bark of hornbeam and ironwood trees in Nowshahr's forest region. Then, flour and ash were prepared from heartwood and bark of hornbeam and ironwood trees separately by TAPPI test methods. Then extractives were separated from wood flours by acetone and extractives residue was transferred to glass vial and BSTFA reactive agent was added. Then samples were injected to the GC/MS device for analysis. Identification of compounds was done by retention time of each compound, calculation of Quats index and Adams table. The result of GC-MS showed that there were 19 and 25 compounds in wood and bark of hornbeam tree, that Octa-methyl-Cyclotetrasiloxan and bis (2-ethylhexyl) phthalate were the important and common components in wood and bark of hornbeam. There were 66 and 18 components identified in wood and bark of ironwood tree that decanese, tetradecanese, hexadecanese, 1,2-benzenedicarboxylic acid and bis (2-ethylhexyl)phthalate were important and common components in bark of ironwood. These compounds can be very important in durability and consumption of wood and bark of hornbeam and ironwood trees. Comparison of chromatograms showed that bis (2-ethylhexyl) phthalate exists as a common components in heartwood and bark of hornbeam and ironwood trees.

Keywords: Hornbeam, iron wood, mass spectrometry, gas chromatography, organic chemical compounds.