

شناسایی و مقایسه ترکیبات شیمیایی مواد استخراجی چوب و پوست چنار (*Platanus orientalis*) دست کاشت با استفاده از فنون کروماتوگرافی گازی و طیف‌سنجی جرمی (GC/MS)

رامین ویسی^{۱*}، سید اسحاق عبادی^۲ و سید سجاد اشرفی^۳

*۱- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه صنایع چوب و کاغذ، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران.

پست الکترونیک: vaysi_r452@yahoo.com

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

۳- کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ، ساری، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۴۰۱

چکیده

چنار (*Platanus orientalis*) یکی از درختانی است که در پارک‌ها و فضاهای سبز شهری و جنگل‌های اطراف شهر تهران و همچنین سایر شهرهای ایران کاشته می‌شود. این تحقیق با هدف شناسایی و مقایسه اجزاء شیمیایی مواد استخراجی موجود در چوب و پوست چنار دست کاشت انجام شد. به همین منظور، تعداد سه اصله درخت چنار دست کاشت به صورت تصادفی از منطقه شهری تهران انتخاب و قطع گردید. از هر درخت سه دیسک تهیه و طبق آزمون‌های استاندارد TAPPI ابتدا آرد چوب تهیه گردید و بعد مواد استخراجی توسط حلال استن از آرد چوب جداسازی شد. برای شناسایی اجزای مواد استخراجی، حدود یک میلی‌گرم از این مواد با ۳۰ میکرو لیتر BSTFA مخلوط گردید و از یک دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنجی جرمی (MS) با آشکارساز برای آنالیز نمونه‌ها استفاده شد. بدین منظور، نمونه‌ها توسط سرنگ همیلتون به بخش Injetion دستگاه GC/MS تزریق گردید. شناسایی ترکیبات با توجه به دیاگرام‌های GC، فراوانی و زمان بازداری هر ترکیب، محاسبه ضریب کوارتز و جدول آدامز انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که مواد استخراجی چوب و پوست چنار به ترتیب ۳/۹ و ۱۶/۶ درصد است. نتایج حاصل از GC-MS نیز نشان داد که در چوب چنار ۱۷ ترکیب وجود دارد، به طوری که هگزادکانوئیک اسید (۲۲/۱۸٪)، هپتادکان- (۸) - کربوکسیلیک اسید (۱۵/۲۴٪) و ۲،۱-بنزن دی کربوکسیلیک اسید (۱۲/۰۸٪) مهمترین ترکیبات هستند. در پوست چنار دست کاشت نیز ۴۱ ترکیب شناسایی شد که ۹-اکتادکانوئیک اسید (۱۹/۸۸٪)، n-هگزادکانوئیک اسید، ۹ و ۱۲-اکتادکانوئیک اسید (۹/۶۶٪) و گاما-سیتوسترول (۲/۰۹٪) به عنوان مهمترین ترکیبات شناسایی شده بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که ۶ ترکیب ۹-اکتادکانوئیک اسید، هگزادکان، دودکان، تترادکان، ای کسان و اکتادکان در چوب و پوست چنار مشترک بودند. این ترکیبات می‌تواند نقش زیادی در دوام و مصارف چوب چنار داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: چنار (*Platanus orientalis*)، ترکیب‌های شیمیایی، کروماتوگرافی گازی، طیف‌سنجی جرمی.

مقدمه

برای ایجاد و بهبود فضای سبز شهری کاشته می‌شود. چنار در کنار سایر گونه‌ها همانند کاج تهران و اقلایا، علاوه بر ایجاد محیطی سبز و با نشاط، در جذب آلودگی‌ها و افزایش طراوت

سالانه مقادیر زیادی گونه‌های دست کاشت سازگار با محیط آلوده و نیمه‌خشک کلان‌شهر تهران و یا سایر شهرها

پهن و متعدّدند و در برخورد با دایره‌های سالانه نیز پهن‌تر می‌شوند. اشعه چوبی آن بیشتر ناهمگن هستند. پارانشیم‌های چنار فراوان و دور آوندی و پراکنده دیده می‌شوند. آوندها دارای دریچه منفرد و یا دریچه نردبانی شکل هستند. منافذ بین آوندی درشت و به‌طور افقی منظم شده‌اند. بافت فیبری متشکل از فیبر- تراکتید و فیبر لیبری فرم است (Parsapajouh, 1993). از چوب این درخت در مبل‌سازی، تهیه روکش و تخته لایه، کاغذسازی و زیرسازی وسایل چوبی استفاده می‌شود.

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 اهمیت زیادی دارد. به‌ویژه در چوب برگ و پوست چنار که نقش زیادی در ایجاد، توسعه و بهبود فضای سبز شهری داشته و به‌علت داشتن چوبی با ارزش می‌تواند نقش مهمی در پایداری و مصارف مناسب چوب این گونه داشته باشد. به همین دلیل، تاکنون تحقیقی مجزا در مورد شناسایی و مقایسه اجزاء شیمیایی چوب، برگ و پوست چنار انجام نشده است. در این ارتباط، مواد استخراجی چوب و پوست گونه راش جنگل‌های شمال ایران آنالیز شیمیایی شد. از ۲۴ ترکیب شناسایی شده، ۱۰ ترکیب به‌طور مشترک در چوب و پوست این گونه با درصدهای متفاوت وجود دارد و فراوان‌ترین ترکیب موجود در مخلوط، پروپیل هیدروسینات بود که در چوب به میزان ۳۲/۳۸ درصد و در پوست ۱۹/۳۹ درصد مشاهده شد. این ترکیب در بیوسنتز سیناپیل الکل که پیش‌ترکیب اصلی لیگنین پهن‌برگان می‌باشد، نقش مهمی دارد (Khazraie, 2006).

تحقیقاتی بر روی اجزای شیمیایی مواد استخراجی چوب و پوست بلوط محلی ترکیه با استفاده از حلال اتانول - بنزن، اتانول و سیکلوهاگزان به روش سوکسله انجام شد و نشان داد که چوب درون گونه مذکور ۵/۶ درصد مواد استخراجی، ۲۵ درصد لیگنین و ۶۲ درصد پلی‌ساکارید دارد که ۱۳ درصد از عصاره به‌دست آمده از پوست، خاکستری می‌باشد (Balaban, 2001).

هوای شهر تهران نیز بسیار مؤثر می‌باشد و می‌تواند نقش زیادی را در جذب عناصر سنگین و اجزای موجود در هوای آلوده شهر تهران داشته باشد. در این ارتباط، چنار از جمله در افغانستان، آلبانی، آذربایجان، یونان، عراق، ایتالیا، لبنان، سوریه، تاجیکستان، ترکیه، ازبکستان و ایران گسترش دارد. چنار منحصر به جنس چنار پلاتانوس دارای ۷ گونه است که یک گونه از آن به صورت خودرو در جنوب اروپا و سواحل مدیترانه می‌روید و در برخی از کشورهای اروپایی مانند فرانسه به فراوانی کاشته می‌شود.

به‌هرحال، تیره چنار بومی اروپای شرقی و جنوبی است و در نیمکره شمالی انتشار دارد. در مناطقی از ایران نیز تک پایه‌ها و بیسه‌های طبیعی چنار (*Platanus orientalis*) به‌ویژه در نواحی غربی از قبیل کوه‌های بختیاری لرستان، آذربایجان و همچنین خراسان و بلوچستان دیده می‌شود. به‌طوری‌که بیشتر درختان کهن‌سال در ایران چنار هستند. درخت چنار از جمله درختانی است که اگر محیط مناسبی برای آن فراهم شود عمر و رشد زیادی دارد و اساساً درختی زیبا و نسبتاً بلند است. ساقه چنار پوست صاف دارد و هر ساله پوست قدیمی آن به صورت قطعات بزرگ و کوچک از تنه جدا می‌شود و جای آن به صورت لکه‌های سفید تا مدت‌ها بر سطح پوست تازه باقی می‌ماند. چنار دارای برگ‌های پنجه‌ای با ۵-۷ لب عمیق، جوانه‌ها با طول ۱۲ میلی‌متر و عرض ۷ میلی‌متر و میوه آن در گروه‌های ۲ تا ۶ تایی قرار دارد. برگ‌های آن دارای پهنک پنجه‌ای، دمبرگ نسبتاً بلند و گوشوارک بزرگ ولی بی‌دوام و زودافت هستند. چنار درختی است یک پایه، دارای گل‌های تک‌جنس با گلپوش بسیار تحلیل رفته، سه پر یا پنج پر، به صورت پولک‌های پوشیده از کرک، مجتمع در گل‌آذین‌های کروی فشرده و گلپوش نامشخص.

چنار دارای چوب همگن، پراکنده آوند و چوب درون مشخصی دارد. حفره‌های آوندی آن متعدد، با اندازه مساوی که در پهنای دایره‌های سالانه تا حدی تمایل به بخش روزنه‌ای شدن را نشان می‌دهند. دایره‌های سالانه نازک‌تر و متخلخل‌تر به نظر می‌رسند. اشعه چوبی آن نامساوی، اغلب

تحقیق با هدف استخراج، شناسایی و مقایسه ترکیبات فنولی و اجزاء شیمیایی مواد استخراجی موجود در چوب و پوست چنار دست کاشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه‌های آزمایشی

برای انجام این تحقیق تعداد سه اصله درخت چنار دست کاشت به صورت تصادفی از منطقه ۴ شهر تهران انتخاب، قطع و از هر اصله درخت سه دیسک تهیه شد. خرده چوب‌های استاندارد در آزمایشگاه صنایع چوب و کاغذ رادیو دریا وابسته به دانشگاه آزاد اسلامی چالوس تهیه گردید.

اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی

برای اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی چوب و پوست چنار، ابتدا طبق آزمون شماره ۸۵-om-۲۵۷ استاندارد TAPPI آرد نمونه‌ها تهیه شد. سپس درصد مواد استخراجی با استفاده از محلول استن به دست آمد. اندازه‌گیری مقدار خاکستر طبق آزمون شماره ۸۵-om-۲۱۱ استاندارد TAPPI انجام شد. برای جداسازی اجزاء شیمیایی، آرد تهیه شده ابتدا الک شد و نمونه‌های باقی‌مانده بر روی الک مش ۸۰ جمع‌آوری گردید. سپس با استفاده از روش سوکسله و حلال استن مواد عصاره‌ای نمونه‌های چوب و پوست چنار دست کاشت به صورت جداگانه استخراج شد (Barzan, 2002, TAPPI, 2009, Holmbom, 1977, Balaban, 2001).

جداسازی و شناسایی ترکیبات شیمیایی مواد استخراجی چنار دست کاشت

بعد از استخراج مواد و عصاره‌های چوب و پوست چنار دست کاشت، حلال حاوی مواد استخراجی را از طریق عبور دادن گاز بی‌اثر ازت از سطح ظرف تبخیر کرده و از باقیمانده که در واقع همان مواد استخراجی درخت هستند، برای انجام آزمایش استفاده شد. گام بعدی سایلبل‌دار کردن ترکیبات استخراجی برای بررسی در دستگاه گاز کروماتوگرافی بود، برای این منظور میزان ۰/۰۰۳ گرم از باقیمانده مواد

شناسایی و مقایسه ترکیبات آلی موجود در چوب و پوست بلوط نشان داد که در درون‌چوب، برون‌چوب و پوست بلوط بلندمازو به ترتیب ۱۰، 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، برون‌چوب و درون‌چوب بلوط و همچنین ترکیبات سالیسیک اسید و ۱ و ۲-بنزن دی کربوکسیلیک اسید در برون‌چوب و پوست بلوط بلندمازو به صورت مشترک وجود دارد (Vaysi, 2017).

بررسی نسبت بین مواد استخراجی و دانسیته چوب انجیلی در منطقه نوشهر نشان داد که ترکیبات ۱، ۲-دی بنزن 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 در سه رده ارتفاعی ۱۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰ متری از سطح دریا هستند (Kiaei, 2016).

اجزای شیمیایی مواد استخراجی درون‌چوب گردو شمال ایران بررسی شد و نتایج نشان داد که از ۱۳ ترکیب شناسایی شده، بنزویک 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 می‌باشند (Hosseini, 2009). نتایج تحقیقات قبلی حاصل از GC-MS نشان داد که در چوب افرا پلت ۳۹ ترکیب وجود دارد، به‌طوری‌که بنزآلدئید، بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات، جبرلین A₃ و ۲، ۱-بنزن دی کربوکسیلیک اسید مهمترین ترکیبات هستند. در چوب افرا شیردار ۲۴ ترکیب شناسایی شد که دی-لیمون، بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات، α-ترین و α-پینن به‌عنوان مهمترین ترکیبات می‌باشند. مقایسه کروماتوگرافی‌های نمونه‌های مذکور نیز نشان داد که ۲ ترکیب دی-لیمون و بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات در چوب افرا پلت و افرا شیردار به صورت مشترک وجود دارند. برخی از این ترکیبات می‌توانند اهمیت زیادی در مصارف و دوام چوب افرا پلت و شیردار داشته باشند (Vaysi, 2019). به همین منظور، این

مشخصات دستگاه GC:

- نوع ستون: HP-5 MS به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر

- نوع گاز حامل: هلیوم با سرعت ۱ mm در دقیقه

- مدل دستگاه GC: HP6890 Series

- مدل دستگاه MS: Hp 5973 Mass selective Detector

- برنامه دمایی: بین ۶۰-۲۶۰°C به ازاء هر دقیقه ۶°C افزایش دما (Xiao, 2001).

- انرژی ذراتی که در دستگاه MS به نمونه برخورد می‌کنند ۷۰ الکترون ولت می‌باشد.

نتایج

در این تحقیق ابتدا درصد مواد استخراجی چوب و پوست چنار دست کاشت اندازه‌گیری شد، به طوری که مقادیر مواد استخراجی موجود در چوب و پوست چنار دست کاشت به ترتیب ۳/۹ و ۱۶/۶ درصد مشاهده شد. نتایج نشان داد که میانگین مواد استخراجی موجود در پوست چنار دست کاشت بیشتر از چوب آن می‌باشد. بررسی کروماتوگرام‌ها نشان داد که در پوست چنار دست کاشت ۴۱ ترکیب وجود دارد، به طوری که ۹-اکتا دکانوتیک اسید (۱۹/۸۸٪)، n-هگزا دکانوتیک اسید (۱۶/۴۱٪)، ۹ و ۱۲-اکتا دکانوتیک اسید (۹/۶۶٪)، بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات (۵/۱۱٪)، دودکان (۴/۹۵٪)، اکتا دکانوتیک اسید (۴/۶۲٪) و گاما-سیتوسترول (۲/۰۹٪) دارای بیشترین مقادیر بوده و مهمترین ترکیبات هستند (شکل ۱ و جدول ۱). در چوب چنار ۱۷ ترکیب شناسایی شد که هگزا دکانوتیک اسید (۲۲/۰۸٪)، هپتا دکان- (۸) -کربوکسیلیک اسید (۱۵/۲۴٪)، ۲،۱-بنزن دی کربوکسیلیک اسید (۱۲/۰۸٪)، ۹-اکتا دکانوتیک اسید (۱۱/۰۵٪)، دودکان (۸/۳۷٪)، تترادکان (۶/۸۴٪) و n-دکان (۶/۳۰٪) دارای بیشترین مقادیر بوده و مهمترین ترکیبات هستند (شکل ۲ و جدول ۲). همچنین ۶ ترکیب ۹-اکتا دکانوتیک اسید، هگزادکان، دودکان، تترادکان، ای کسان و اکتادکان در چوب و پوست چنار دست کاشت مشترک بوده و این ترکیبات در دوام و مصرف چوب چنار می‌توانند نقش بسیار زیادی داشته باشند.

استخراجی توزین شده و به درون یک ویال شیشه‌ای منتقل گردید. سپس به میزان ۹۰ میکرولیتر واکنشگر بیس (تری متیل سایللیل) تری فلور استامید (BSTFA) به نمونه تهیه شده اضافه شد. درب ویال شیشه‌ای بسته شده و دور آن فویل آلومینیمی پیچیده و آن را داخل یونولیت قرار داده تا از فرو رفتن ویال در آب جلوگیری شود. سپس برای انجام واکنش بین مواد استخراجی و BSTFA، ویال را درون حمام بن‌ماری با آب ۷۰°C به مدت ۱ ساعت قرار داده شد. بعد از گذشت این مدت، نمونه‌ها برای آنالیز توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) آماده گردید. نمونه‌ها توسط سرنگ همپلتون به بخش Injection دستگاه GC/MS تزریق شد. پس از تزریق نمونه‌ها، با استفاده از زمان بازداری ترکیب‌ها (TR)، شاخص بازداری کوئاس (KI)، 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 چنار دست کاشت اقدام شد. برای ثبت کروماتوگرام و طیف جرمی مدت ۳۰ دقیقه وقت مورد نیاز است. برای محاسبه ضریب کوارتز از جدول زمان‌بندی بازداری آلکان‌های نرمال و فرمول آن استفاده شد (Meszaros, 2006; Xiao, 2001).

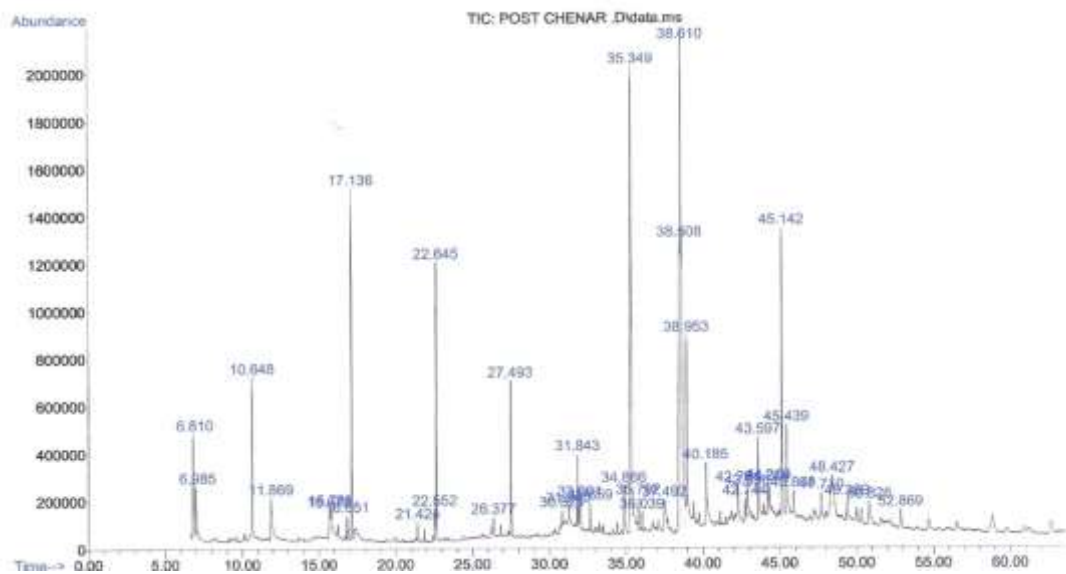
$$I = 100n + 100 (t_{rx} - t_{rn}) / (t_{rn+1} - t_{rn})$$

I = ضریب کوارتز - T_{rn} = زمان بازداری آلکان نرمال

n = تعداد کربن‌های آلکان نرمال

T_{rx} = زمان بازداری ماده مجهول

همچنین شاخص‌های کوارتز استخراج شده با جدول آدامز تطبیق داده شد، که به دو صورت الفبایی و صعودی - نزولی بودن ضرایب کوارتز تنظیم شده است. از سوی دیگر، مواد استخراجی عمدتاً از ترکیباتی با وزن مولکولی کم تشکیل شده است، به طوری که کروماتوگرافی گازی - طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) یک تکنیک ایدئال به نظر می‌رسد (Hosseini, 2009, Mirshokraei, 2002). کروماتوگرام‌های GC/MS از آزمایشگاه شیمی تجزیه دانشگاه آزاد اسلامی قائم‌شهر تهیه شد.



شکل ۱- کروماتوگرام گازی مواد استخراجی حاصل از پوست چنار دست کاشت (جدول ۱)

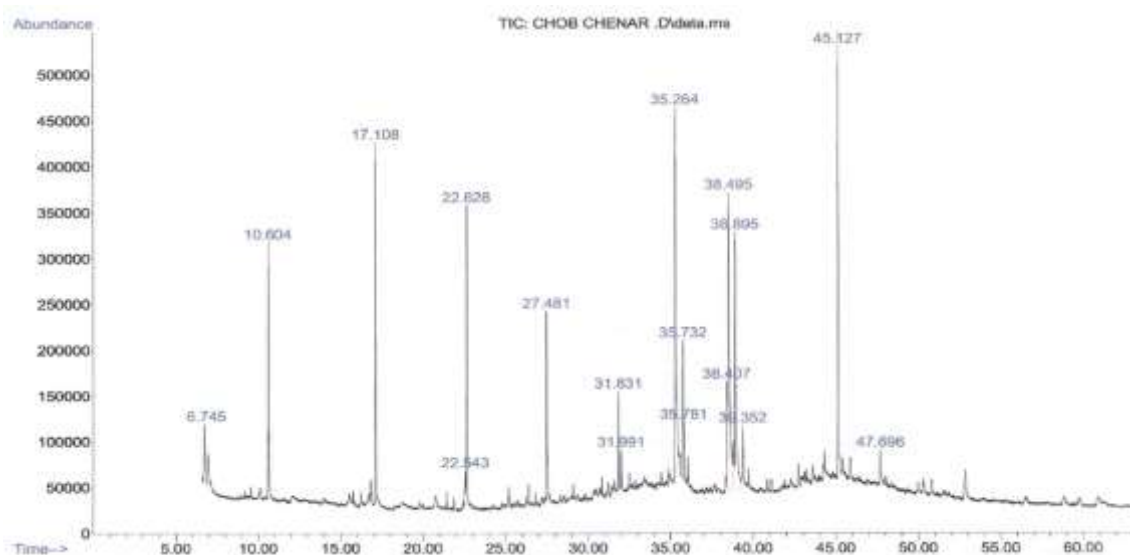
Fig. 1. Gas chromatograph of extractives chemical compounds in bark of oriental plane tree

جدول ۱- برخی از مهمترین ترکیبات شناسایی شده مواد استخراجی حاصل از پوست چنار (شکل ۱)

Table 1. Some of important extractives chemical compounds in bark of oriental plane tree

نام ترکیبات Chemical Component	سطح زیر منحنی Area (%)	زمان بازداری Retention time (min)	شاخص بازداری KI
استیرن Styrene	2.07	6.813	854
سیکلو هگزانون Cyclohexanon	1.34	6.988	863
دکان Decane	2.65	10.649	992
۲-اتیل هگزانول 2-ethyl hexanol	1.58	11.872	1030
دو دکان Dodecane	4.95	17.137	1200
تترا دکان Tetradecane	3.99	22.642	1400
هگزا دکان Hexadecane	2.72	27.493	1600
اکتادکان Octadecane	1.1	31.840	1799
۹-هگزا دکانوئیک اسید 9-Hexadecanoic acid	1.36	34.868	1952

نام ترکیبات Chemical Component	سطح زیر منحنی Area (%)	زمان بازداری Retention time (min)	شاخص بازداری KI
n-هگزا دکانویک اسید n-Hexadecanoic acid	16.41	35.346	1977
۱۲،۹-اکتا دکانویک اسید 9,12-Octadecanoic acid	9.66	38.510	2149
۹-اکتا دکانویک اسید 9-Octadecanoic acid	19.88	38.607	2154
اکتا دکانویک اسید Octadecanoic acid	4.62	38.949	2174
براولین Bravlin	2.45	40.185	2246
ای کسانویک اسید Eicosanoic acid	1.04	42.281	2368
۱-فینانترین کربوکسیلیک اسید 1-Phenanthrenecarboxylic acid	2.14	43.594	2452
بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات Bis (2-ethylhexyl) phthalate	5.11	45.140	2554
دوکسانویک اسید Docosanoic acid	2.30	45.437	2573
گاما-سیتوسترول Gamma-Sitosterol	2.09	48.426	2732



شکل ۲- کروماتوگرام گازی مواد استخراجی حاصل از چوب چنار دست کاشت (جدول ۲)

Fig. 2. Gas chromatograph of extractives chemical compounds in wood of oriental plane tree

جدول ۲- برخی از مهمترین ترکیبات شناسایی شده مواد استخراجی حاصل از چوب چنار (شکل ۲)

Table 2. Some of important extractives chemical compounds in wood of oriental plane tree

نام ترکیبات Chemical Component	سطح زیر منحنی Area (%)	زمان بازداری Retention time (min)	شاخص بازداری KI
۷،۵،۳،۱-سیکلو اکتاتتراان 1,3,5,7-Cyclooctatetraene	2.31	6.742	851
n-دکان n-Decane	6.30	10.604	991
دودکان Dodecane	8.37	17.111	1199
تترا دکان Tetradecane	6.84	22.629	1400
هگزا دکان Hexadecane	5.50	27.480	1600
اکتادکان Octadecane	2.57	31.834	1799
۹-اکتادکان 9-Octadecane	1.36	31.986	1807
هگزا دکانوئیک اسید Hexadecanoic acid	22.08	35.262	1973
ای کسان Eicosane	2.34	35.780	1999
۱۲،۹- اکتا دکانوئیک اسید 9,12-Octadecanoic acid	3.23	38.406	2144
هپتادکان-۸- کربونیک اسید Heptadecan-8-carbonic acid	15.24	38.496	2149
۹-اکتا دکانوئیک اسید 9-Octadecanoic acid	11.05	38.898	2171
۲،۱- بنزن دی کربوکسیلیک اسید 1,2-Benzenedicarboxylic acid	12.08	45.127	2554

بحث

این تحقیق با هدف شناسایی و مقایسه اجزاء شیمیایی مواد استخراجی موجود در چوب و پوست چنار دست کاشت انجام شد. نتایج نشان داد که میانگین مواد استخراجی موجود در پوست چنار دست کاشت بیشتر از چوب آن است. بررسی و مقایسه کروماتوگرامها نشان داد که در پوست و چوب چنار دست کاشت به ترتیب ۴۱ و ۱۷ ترکیب شناسایی شد، به طوری که ۹-اکتا دکانوئیک اسید (۱۹/۸۸٪) و گاما- سیتوسترول (۲/۰۹٪) دارای بیشترین مقادیر و مهمترین ترکیبات در پوست بودند. در این ارتباط میزان ترکیبات فنلی پوست ۵ گونه از درختان بهن برگ ایران مانند

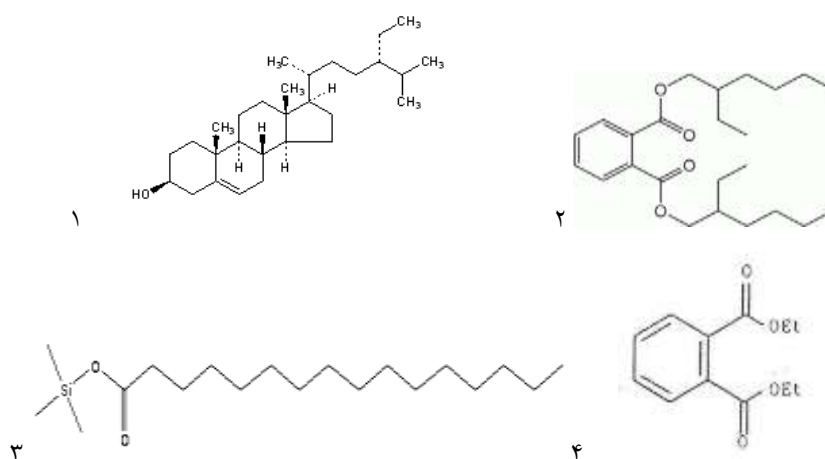
در این ارتباط Iron و همکاران (۱۹۶۸، ۱۹۶۹ و ۱۹۷۱) از برگ و پوست درختان صنوبر از طریق آب داغ مواد استخراجی را خارج کرده و از طریق استخراج مایع به مایع با استفاده از اتیل اسنات مواد جدا شده را از ستون کروماتوگرافی با پلی آمید عبور داده و مواد جذب شده در ستون را با آب خارج کردند. مهمترین ترکیبات کریستالین شده آنها شامل سالبسین، سالبسیل الکل، پیرو کاتکول سینامیک اسید و اراکوماریک اسید بود. بازده تمام ترکیبات شناسایی شده در برگها در ماه سپتامبر خیلی کمتر از ماه مه گزارش شده است ((به نقل از) Holmbom, 1977).

هگزادکان و اکتادکان نام برد. مهمترین اسیدهای چرب اشباع شده و اشباع نشده شناسایی شده در چوب و پوست چنار را می‌توان هگزادکانوئیک اسید، ۹، ۱۲-اکتادکانوئیک اسید و ۹-اکتادکانوئیک اسید معرفی کرد. در صنایع تولید خمیرکاغذ به روش‌های اسیدی، به دلیل انحلال کم این ترکیبات در محیط اسیدی مشکلاتی را در تولید خمیر و کاغذ ایجاد می‌کنند که مهمترین آنها مشکل قیر (Pitch) در تولید کاغذ است (Rahmani, 2010).

دیگر ترکیب مهم گاما-سیتوسترول می‌باشد که وزن مولکولی آن $414/71 \text{ g/mol}$ و نقطه ذوب آن $136-140$ درجه سانتی‌گراد با فرمول شیمیایی $C_{29}H_{50}O$ می‌باشد. مهمترین اسیدهای چرب اشباع نشده ۹، ۱۲-اکتادکانوئیک اسید و فراوان‌ترین آلکان‌های شناسایی شده در چوب افاقیا نیز تترادکان و هگزادکان گزارش شده است (Hossieni, 1991). مقایسه کروماتوگرام‌ها نیز نشان داد که در پوست و چوب کاج الداریکا ۱۱ ترکیب مشترک وجود دارد که ترکیباتی مانند فینان‌ترین کربوکسیلیک اسید، رزین اسیدهای رزینی، گاما-سیتوسترول، دکانوئیک اسید، دودکان و هگزادکان می‌تواند نقش زیادی در دوام و مصرف چوب کاج الداریکا داشته باشد (Vaysi, 2016).

گردو، بلوط، توسکا، مرز و راش $26/3$ ، $21/2$ ، $12/6$ ، $13/6$ ، $12/9$ و 14 درصد می‌باشد. در این گونه‌ها اسیدهای چرب بنزوئیک اسید، اولئیک اسید و لینگوسریک اسید شناسایی شد (Torkman, 1992). همچنین هگزادکانوئیک اسید ($22/18\%$) و $2,1$ -بنزن دی کربوکسیلیک اسید ($12/08\%$) دارای بیشترین مقادیر و مهمترین ترکیبات در چوب بودند. نتایج نشان داد که ترکیب ۹-اکتادکانوئیک اسید، هگزادکان، دودکان، تترادکان، ای کسان و اکتادکان در چوب و پوست چنار مشترک بودند.

بررسی کروماتوگرام‌ها نشان داد که ترکیب بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات در پوست چنار وجود دارد. این ترکیب با وزن مولکولی $390/56 \text{ g/mol}$ و نقطه ذوب 50 درجه سانتی‌گراد و دمای جوش 385 درجه سانتی‌گراد و با فرمول شیمیایی $C_{24}H_{38}O$ است (شکل ۳) (Vaysi, 2017). علاوه بر موارد ذکر شده وجود $2,1$ -بنزن دی کربوکسیلیک اسید در چوب چنار نیز بسیار با ارزش و مهم به نظر می‌رسد. نتایج تحقیقات قبلی نشان داد که مقادیر بالای $2,1$ -بنزن دی کربوکسیلیک اسید ($90/38\%$) در لیلکی از عوامل مهمی در دوام و مصرف این چوب‌ها هستند (Vaysi, 2013). با توجه به کروماتوگرام‌ها، مهمترین آلکان‌های موجود در چوب و پوست چنار را می‌توان ترکیبات دودکان، تترادکان،



شکل ۳- گاما سیتوسترول (۱)، بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات (۲)، هگزادکانوئیک اسید (۳) و $2,1$ - بنزن دی کربوکسیلیک اسید (۴) شناسایی شده در چوب و پوست چنار (Tunalier, 2003, Mirshokraei, 2002).

Figure 3. Structure of gamma-cyosterol (1), bis (2-ethylhexyl) phthalate (2), Hexadecanoic acid (3) and 1, 2-benzene d-carboxylic acid (4) identified in wood and bark of oriental plane tree (Tunalier, 2003, Mirshokraei, 2002).

- components of *Robinia pseudoacacia*, J. of Analytical and Applied 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 J. 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 five 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 *Juniperus foetidissima* Willd. J. of Holzforshug, 57, 140-144.
- Vaysi, R., 2010. Identification and comparison the extractives chemical components in natural and planted cypress tree by GC-MS methods, J. of sciences and techniques in natural resources, Chalous, Iran. 4(1), 79. (In Persian).
- 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).
- 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, Asian J. of chemistry, 32(2), 275-286.
- Vaysi, R., 2016. A Study on the possibility of extraction, identification and comparison of the resins in wood and bark of planted elder pine tree by GC-MS methods, J. of Wood & Forest Science and Technology, 23 (2), 229-242. (in Persian).
- Vaysi, R., 2013. Identification and comparison of 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).
- Xiao, B., sun, X.F., and sun, R.C., 2001. Extraction and characterization of lipophilic extractives from rice straw chemical composition, J. of wood chemistry and technology, 21: 397-411.
- نتایج سایر تحقیقات نشان داد که مهمترین اسیدهای چرب اشباع شده و اشباع نشده شناسایی شده در برون چوب بلوط، به ترتیب شامل هگزادکانوئیک اسید، ۹-اُکتادکانوئیک اسید و سالیسیک اسید است (Balaban, 2001, Vaysi, 2017). ترکیباتی مانند پنتادکانوئیک اسید، هگزادکانوئیک اسید، اولئیک اسید، لینوئیک اسید، دکانوئیک اسید و p-ایزوپروپیل فنول را به عنوان روغن‌های اصلی حاصل از عصاره چوب درون، چوب برون، ریشه و ساقه گونه *Juniperus potidissima* و زیرین گزارش کرده‌اند (Tunalier, 2003, Vaysi, 2010).

منابع مورد استفاده

- 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 structural in wood and bark of oak, J. of Holzforshug, 55, 478-486.
- Holmbom, B., 1977. Improve gas chromatographic analysis of fatty and resin acid mixtures with special reference to tall oil. J. of oil chemistry, 54, 284-243.
- Hossieni, S.V., 1991. Chromatography methods, Center of edition, Tehran, Pp, 29-38, (in Persian).
- Hosseini, S. Kh., 2009. Identification of extractives chemical components in Iranian walnut by GC/MS methods, J. of Agriculture Science, Tehran, Iran, 12(4), 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

Identification and Comparison of the Extractives Chemical Components in Wood and Bark of Planted sycamore Tree (*Platanus orientalis*) by GC-MS Methods

R .Vaysi¹ , S.E. Ebadi² and S.S Ashrafi³

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

2-Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Chalous branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran

3-Wood and Paper Technology (MS), Sari, Iran

Received: March, 2022

Accepted: June, 2022

Abstract

Sycamore tree (*Platanus orientalis*) is one of the species that planted in parks and urban green spaces and forests region of Tehran and other cities in Iran. The aim of this study was to identify and compare the phenolic chemical components in wood and bark of planted sycamore tree. In this study, three trees were randomly selected and felled in planted forest region of Tehran. Three disks were prepared from each tree and according to TAPPI standard tests, first wood flour and then the extractive (%) were separated from wood flour using acetone solvent. To identify of extractives, about 1mg extractives was mixed with 30 microliters BSTFA and the samples were analyzed using a gas chromatograph connected to mass spectrometry (MS) with a detector. Samples were then injected into the injection section of GC/MS using a Hamilton syringe. The compounds identification was performed using GC diagrams, abundance and retention time of each compound, calculation of quartz index and Adams table. The results showed that the average of extractives in wood and bark of the planted oriental plane tree were 3.6 and 16.6 percent, respectively. GC-MS results showed that 17 specification compounds were found in the plane wood. Furthermore, Hexadecanoic acid (22.18%), Heptadecan-8-carbonic acid (15.24%), and 1, 2-Benzenedicarboxylic acid (12.08%) were the most important compounds. The 41 compounds were identified in the plane bark that 9-Octadecanoic acid (19.88%), n-Hexadecanoic acid (16.41%), 9, 12-Octadecanoic acid (9.66%) and Gamma-Sitosterol (2.09%) were the most important compounds. In addition, the results showed that 9-Octadecanoic acid, Hexadecane, Dodecan, Tetradecan, Eicosan, Octadecane, and Decane were the 6 common compounds in the wood and bark of sycamore tree, as well.

Keywords: Sycamore tree (*Platanus orientalis*), chemical components, gas chromatography, mass spectrometry.