

شناسایی برخی ترکیبات شیمیایی حاصل از استخراج چوب درون سنجد

امین جوربندیان^{۱*}، محمدرضا ماستری فراهانی^۲، هدی جعفرزاده^۳

۱. کارشناس ارشد حفاظت و اصلاح چوب، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس، ایران

۲. استادیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۳. دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد حفاظت و اصلاح چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۳/۱۷

چکیده

گیاه سنجد با نام علمی (*Elaeagnus angustifolia* L.) یک درخت میوه می‌باشد. در نواحی استپی ایران می‌روید و به خشکی مقاوم است. در این پژوهش، چوب سنجد از منطقه جنوب شهر همدان تهیه گردید. استخراج از پودر چوب درون سنجد به روش سوکسوله با استفاده از حلال اتانول- تولوئن مطابق با استاندارد ASTM : D 1107-96 روش استاندارد T 204 OS-76 انجام شد. مواد استخراجی (عصاره) قابل حل در حلال اتانول- تولوئن در چوب درون به طور میانگین، ۵/۶۹ درصد وزنی محاسبه گردید. مواد استخراجی حاصل از این چوب پس از تغلیظ، توسط O·N - بیس (تری متیل سایلیل) تری فلور و استامید به همراه تری متیل کلروسیلان، سایلیل دار شدند و توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی و طیف‌سنجی جرمی مورد شناسایی قرار گرفتند. در مواد استخراجی چوب درون سنجد ۱۸ ترکیب شناسایی شد و از بین این ترکیبات ۴ ترکیب شامل: فسفریک اسید (۳۸/۸۱ درصد)، هگزان دپئوئیک اسید (۸/۲۸ درصد)، تری فلورو متیل- بیس- (تری متیل سایلیل) متیل کتون (۴/۶۶ درصد) و پروپانوئیک اسید (۳/۴ درصد) بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داده‌اند.

واژگان کلیدی: سنجد، کروماتوگرافی گازی و طیف‌سنجی جرمی، مواد استخراجی چوب، فسفریک اسید،

گالیک اسید

مقدمه

با توجه به کمبود مواد اولیه چوبی، صاحبان صنایع به استفاده از درختان باغی و میوه تمایل پیدا کرده‌اند. جهت استفاده از چوب درختان، بررسی خواص آنها از جمله شناسایی ترکیبات شیمیایی مهم می‌باشد. یکی از ترکیبات شیمیایی چوب مواد استخراجی (عصاره) می‌باشد که اجزای غیر ساختمانی چوب محسوب می‌گردند، وزن

مولکولی کمی دارند و به دو دسته‌ی چربی‌دوست و آب-دوست تقسیم می‌شوند، در حلال‌های آلی خنثی یا در آب انحلال پذیرند (میرشکرایبی، ۱۳۸۶). شناسایی مواد استخراجی چوب در انتخاب مواد اولیه چوبی برای ساخت کاغذ و مواد مرکب می‌تواند مهم باشد، زیرا خواص ماده اولیه بر روی خواص ماده مرکب تولیدی تاثیرگذار است. در نتیجه اگر دوام طبیعی چوب بالا باشد،

به تبع آن دوام طبیعی فرآورده مرکب تولید شده از آن بالا خواهد بود.

ترکیب‌های اصلی مواد استخراجی چوب از جمله چربی‌ها، اسیدهای چرب، استرهای استریل و استرول‌ها خاصیت انحلال پذیری خوبی در تولوئن دارند. و ترکیب‌های فنولی به آسانی در اتانول حل می‌شوند. و گلیکوزیدها، قندها، نشاسته، پروتئین‌ها و مواد معدنی در اتانول کمی حل می‌شوند. مواد استخراجی از اجزاء متفاوتی تشکیل شده اند، که بر روی برخی خواص چوب تاثیر گذارند. به عنوان مثال اسیدهای چرب و اسیدهای رزینی در فرآیند کاغذسازی ایجاد مشکل می‌کنند (میرشکرایی و صادقی فر، ۱۳۸۴). و هر چه مقدارشان در چوب کمتر باشد برای ساخت کاغذ بهتر است. از سوی دیگر برخی از مواد، همچون ترکیبات فنولی می‌توانند برای عوامل مخرب بیولوژیک ایجاد سمیت کنند و دوام طبیعی چوب را بالا ببرند (میرشکرایی و صادقی فر، ۱۳۸۴). چوبهایی که در ساخت سازه‌های چوبی استفاده می‌شوند، بهتر است دوام طبیعی بالایی داشته باشند. در کل شناسایی ترکیبات شیمیایی مواد استخراجی چوب، می‌تواند در انتخاب درست مواد اولیه چوبی بسیار موثر باشد.

برای جداسازی و تشخیص هر یک از ترکیب‌های موجود در مواد استخراجی از روش‌های کروماتوگرافی استفاده می‌شود. به دلیل اینکه مواد استخراجی عموماً از ترکیبات با وزن مولکولی کم تشکیل شده‌اند، استفاده از روش GC/MS بسیار مناسب است. ترکیب دو روش کروماتوگرافی گازی و طیف سنجی جرمی (GC/MS) یک روش فوق العاده مؤثر برای تشخیص ترکیبات موجود در مخلوط‌های پیچیده محسوب می‌شود (میرشکرایی و صادقی فر، ۱۳۸۴).

در زمینه‌ی شناسایی ترکیبات شیمیایی مواد استخراجی چوب درختان تحقیقات کمی صورت گرفته است. به عنوان مثال در پژوهشی ترکیبات شیمیایی مواد استخراج

شده توسط حلال اتانول- تولوئن، از چوب درون گردو شمال ایران، پس از مشتق سازی با استفاده از دستگاه GC/MS مورد شناسایی قرار گرفتند. در مجموع ۱۳ ترکیب شناسایی شد. فراوانترین ترکیب موجود در چوب درون گردو: بنزوئیک اسید، ۳، ۴، ۵- تریس (تری متیل سایلوکسی) (گالیک اسید) بود که به میزان (۰/۴۴/۰۵۷) مشاهده شد. مهم‌ترین اسیدهای آلی شناسایی شده دیگر در چوب درون این گونه شامل پروپانوئیک اسید، ۲- (تری متیل سایلوکسی) تری متیل، (۰/۱۰۷)، بنزوئیک اسید، ۳، ۴- بیس (تری متیل سایلوکسی)، (۰/۲/۰۶) و سمی ترین ترکیبات شناسایی شده، ژوگلون (۰/۵/۱۵) و ۷- دی متیل فناترن (۰/۵/۸۱) بودند (حسینی هاشمی و همکاران، ۱۳۸۵). در پژوهشی مواد استخراجی درخت زربین طبیعی و دست کاشت، توسط حلال اتانول- تولوئن استخراج شدند و مواد استخراجی پس از مشتق سازی توسط دستگاه GC/MS شناسایی شدند. ۱۴ ترکیب در ماده استخراجی زربین طبیعی و ۱۲ ترکیب در زربین دست کاشت شناسایی شدند. پنج ترکیب شامل: ایزوفیلوکلاذن، ۹- اکتادسامید، بوربونان، سینامالدهید-۲ - هگزیل، و ۱- نافتو (۳، ۲، C) پیران-۳- استیک اسید، ترکیبات اصلی موجود در هر دو گونه بودند، که این ترکیبات در دوام این گونه‌ها نقش بسیار زیادی دارند (ویسی و طاهری نیا، ۱۳۸۸). همچنین در شناسایی مواد استخراجی چوب درون توت سفید ایران، استخراج توسط N- هگزان و سپس با اتانول انجام شد. ترکیبات چربی دوست توسط N- هگزان و ترکیبات آب دوست توسط اتانول استخراج و بوسیله GC/MS شناسایی شدند. عمده ترکیبات چربی دوست شناسایی شده شامل: N- دکان (۵۰ درصد)، دودکان (۹ درصد)، لیمونن (۱۱ درصد)، می‌باشند. عمده ترکیب فنولی آب دوست: رزورسینول (۹۰ درصد) بود (Sadeghifar et al., 2011).

در مواد استخراجی ترکیباتی همچون استرول‌ها، الکل‌های چرب، اسیدهای رزینی و چرب تا حد زیادی

بوسیله GC/MS آنالیز می‌شوند. برای اطمینان از اندازه‌گیری‌های کمی قابل اعتماد مشتق سازی توصیه می‌شود. تشکیل اترهای تری متیل سایلیل رایج‌ترین روش مشتق سازی برای الکل‌ها می‌باشد (میرشکرایی و صادقی فر، ۱۳۸۴).

بیشتر الکل‌ها و فنل‌ها با افزودن معرف‌های تری متیل سایلیل به آن‌ها و با قرار گرفتن در دمای محیط تولید سایلیل اترها را می‌نمایند. برای برخی از اجسام که دارای عامل هیدروکسیل با ممانعت فضایی می‌باشند گرم کردن نیاز می‌باشد. از آنجایی که معرف و محصول به آسانی هیدرولیز می‌شوند، باید ظروف شیشه‌ای مورد استفاده کاملاً خشک بوده و از بخار آب دور نگه داشته شوند. O,N - بیس (تری متیل سایلیل) تری فلورو استامید بخصوص وقتی که با ۱٪ تری متیل کلروسیلان کاتالیزه شود، معرفی قوی برای مشتق سازی می‌باشد (شفیعی، ۱۳۷۳).

یک روش ساده برای تولید مشتقات سایلیل استفاده از مخلوط ¹BSTFA (۹۵٪) و ²TMCS (۵٪) می‌باشد، و گرمادهی به مدت ۲۰ دقیقه در ۷۰ درجه سانتیگراد موجب سایلیل دار شدن کامل استرول‌ها و الکل‌های ترپنی که بسیار مقاوم‌اند و گروه‌های هیدروکسیل آنها خیلی فعال نیست می‌شود، اسیدهای رزینی و چرب به آرامی توسط مواد سایلیل دار کننده‌ی مورد استفاده سایلیل دار می‌شوند (میرشکرایی و صادقی فر، ۱۳۸۴).

یکی از درختان میوه سنجد با نام علمی (*Elaeagnus angustifolia* L.) می‌باشد. سنجد بومی اروپا و آسیای شمالی می‌باشد و تا هیمالیا انتشار دارد. در ایران نیز در نواحی استپی کشور به صورت خود رو یافت می‌شود. این گونه درختی نسبت به خشکی مقاوم است، از این رو مورد توجه باغ داران می‌باشد و اغلب در مناطق استپی برای پرچین باغ‌ها و تهیه هیزم کشت می‌شود و حتی برای

جلوگیری از پیشروی شن‌های متحرک به عنوان بادشکن کاشته می‌شود. گره‌های چوب این گونه در صنایع چوبی در ساخت اشیاء ظریف مورد توجه است (ثابتی، ۱۳۸۱). رویش غیر طبیعی در چوب سنجد، سبب ایجاد نقوش زیبا و افزایش ارزش در این چوب می‌شود (پارسا پزوه، ۱۳۸۴). سنجد در ایران بومی می‌باشد، در ناحیه زاگرس، مناطق بیابانی و سایر مناطق انتشار دارد (مرروی مهاجر، ۱۳۸۵).

با توجه به این‌که درخت سنجد یک گونه با ارزش از نظر دارویی و صنعتی می‌باشد، لذا بررسی اندام‌های مختلف این درخت پژوهش‌های فراوانی صورت گرفته است. طبق مطالعات انجام شده شواهدی مبتنی بر شناسایی مواد استخراجی چوب درخت سنجد یافت نشد. این پژوهش با این هدف انجام شد: که مواد استخراجی چوب درون سنجد شناسایی و معرفی گردند، تا نتایج مورد استفاده پژوهشگران علوم مختلف قرار بگیرد. کارخانجات تولید کاغذ و مواد مرکب چوبی در ایران با کمبود مواد اولیه چوبی مواجه هستند. این درخت به دلیل اینکه به خشکی مقاوم است و در بسیاری از مناطق ایران قابلیت کاشت دارد، یک ماده اولیه با پتانسیل بالا می‌باشد. علت انتخاب چوب درون درخت سنجد این بود که بیشترین قسمت تنه این درخت را تشکیل داده است. و فقط چند حلقه سالیانه در این درخت به چوب برون اختصاص دارد، و چوب درون با سلولهای مرده محل انباشت مواد استخراجی است. بیشترین میزان و تنوع مواد استخراجی در چوب درون وجود دارد و در صنایع چوب، بیشتر چوب درون گونه‌ها اهمیت دارد.

مواد و روش‌ها

برای انجام پژوهش در منطقه دره مرادیبک از استان همدان یک درخت سنجد در اواخر فصل پاییز قطع گردید و یک قسمت از تنه در ارتفاع ۱۳۰ سانتیمتری تنه برش داده شد. دواير سالیانه شمارش و سن درخت ۲۶

¹ (N,O-bis(trimethylsilyl) trifluoroacetamide)

² (trimethylchlorosilane)

ج: شناسایی توسط دستگاه GC/MS

آنالیز GC/MS با استفاده از دستگاهی با مشخصات و برنامه دمایی ارائه شده در جدول ۱ انجام پذیرفت. جدول ۱. مشخصات دستگاه GC/MS، نوع گاز حامل و تنظیمات مورد استفاده.

نوع دستگاه GC: HP 6890
 نوع ستون: HP-5MS با طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۲۵۰ میکرومتر
 نوع گاز حامل: هلیوم با سرعت ۰/۹ میلی لیتر بر دقیقه
 برنامه دمایی: (۲۵۰-۵۰) C°، ۵ دقیقه در C° ۵۰ مانده و سپس با گذشت هر دقیقه دما C° ۵ افزایش داده شده، پس از رسیدن به C° ۲۵۰ به مدت ۲۰ دقیقه در این دما باقی ماند.

جهت آنالیز تقریباً یک میکرولیتر از عصاره‌ی مشتق سازی شده توسط سرنگ همپلتون به قسمت ورودی ستون دستگاه GC/MS برای شناسایی تزریق شد. سپس طیف‌های جرمی ثبت شده توسط دستگاه GC/MS، با طیف‌های پایه موجود در بانک اطلاعاتی کامپیوتر متصل به دستگاه تطبیق داده شدند و مورد شناسایی قرار گرفتند.

نتایج

میزان مواد استخراجی قابل حل در اتانول-تولوئن در چوب درون درخت سنجد به طور میانگین، ۵/۶۹ درصد وزنی محاسبه گردید. در مواد استخراجی این چوب ۱۸ ترکیب مورد شناسایی قرار گرفتند. از بین این ترکیبات ۴ ترکیب شامل: فسفریک اسید، تریس (تری متیل سایلایل) استر (۳۸/۸۱ درصد)، هگزان دیئوئیک اسید، بیس (تری متیل سایلایل) استر (۸/۲۸ درصد)، تری فلورو متیل-بیس- (تری متیل سایلایل) متیل کتون (۴/۶۶ درصد)، پروپانوئیک اسید، ۲- [(تری متیل سایلایل) اوکسی] - تری متیل سایلایل استر (۳/۴ درصد)، بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داده‌اند. جدول ۲ نام ترکیبات شناسایی شده، زمان ماندگاری و میزان فراوانی آنها را نشان می‌دهد. پس از مشتق‌سازی بیشتر ترکیبات به صورت سایلایل دار شده شناسایی شده‌اند، به عنوان مثال در شکل ۱ ترکیب فسفریک اسید با فرمول (H₃PO₄) که بیشترین فراوانی را

سال برآورد شد. ۲۰ حلقه سالیانه متعلق به چوب درون با رنگ قهوه ای مایل به زیتونی و ۶ حلقه سالیانه متعلق به چوب برون بود، که این قسمت زرد کم رنگ می‌باشد. از قسمت وسط چوب درون مقداری پوشال تهیه گردید که پس از خشک شدن در دمای اتاق، توسط آسیاب آزمایشگاهی به پودر چوب تبدیل شدند. و مراحل استخراج از نمونه، مشتق سازی عصاره بدست آمده و شناسایی ترکیبات طبق موارد الف، ب و ج انجام گرفت.

الف: استخراج

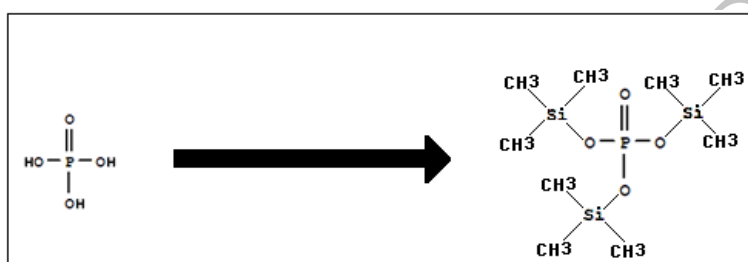
عملیات استخراج بر روی ۲ گرم پودر چوب، مطابق با استاندارد ASTM: D 1107-96 روش استاندارد T 204 OS-76 انجام شد. برای عصاره‌گیری مخلوطی از اتانول و تولوئن به نسبت‌های حجمی یک لیتر اتانول مطلق و ۴۲۷ میلی لیتر تولوئن استفاده گردید. استخراج به روش سوکسوله و به مدت ۶ ساعت انجام گرفت. در استخراج برای تعیین درصد وزنی مواد استخراجی سه تکرار انجام گرفت و میانگین محاسبه شد.

ب: آماده سازی و مشتق سازی نمونه

حلال محتوی مواد استخراجی از کاغذ صافی عبور داده شد تا ذرات درشت حذف شوند. سپس تبخیر حلال توسط دستگاه روتاری تحت شرایط فشار و دمای کم جهت تغلیظ نمونه انجام شد. به میزان ۰/۰۱ گرم از عصاره‌ی روغنی شکل در ظرف شیشه‌ای درب‌دار با حجم ۲ میلی لیتر منتقل شد، و ۲۸۵ میکرولیتر BSTFA و بعد بلافاصله ۱۵ میکرولیتر TMCS توسط میکروپیپت به آن اضافه شد. درب ظرف بسته شد و در کوره الکتريکی، در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفت. بعد از این مدت ترکیبات سایلایل دار و آماده شناسایی توسط دستگاه GC/MS شدند. ماده BSTFA ساخت شرکت Merck با شماره شناسایی (25561-30-2) و ماده TMCS ساخت شرکت Merck با شماره شناسایی (75-77-4) مورد استفاده قرار گرفتند.

است. از کل پیک‌های ثبت شده جمعاً ۱۸ ترکیب شناسایی شدند که در شکل ۲ زمان ماندگاری این ترکیبات بر روی پیک‌ها مشخص شده است. و طیف‌های جرمی این ۱۸ ترکیب با طیف‌های جرمی موجود در کتابخانه‌ی کامپیوتر مطابقت داشتند. در مجموع ۶۴/۲٪ ترکیبات شناسایی شدند.

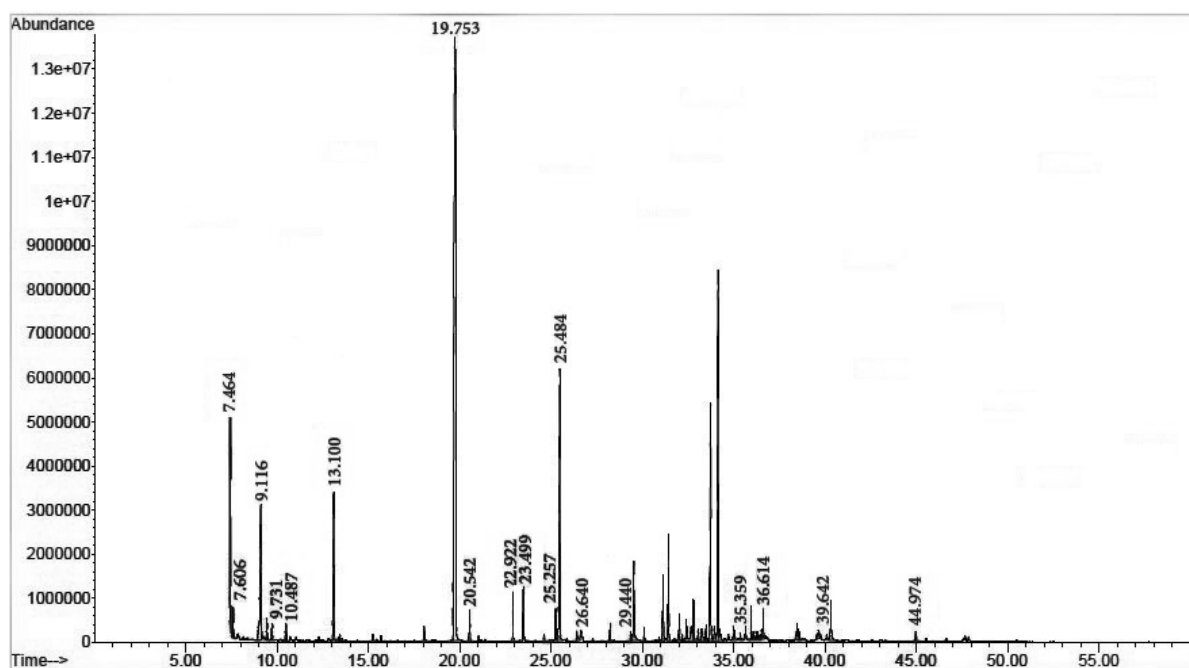
در چوب داشته پس از سایلیل دار شدن تبدیل به فسفریک اسید، تریس (تری متیل سایلیل) استر، با فرمول $(C_9H_{27}O_4PSi_3)$ شده است و سه گروه تری متیل سایلیل با آن پیوند برقرار کرده‌اند. در بقیه ترکیبات شناسایی شده که در جدول ۲ به صورت مشتقات سایلیل دار شده هستند، واکنشی تقریباً مشابه انجام شده است. کروماتوگرام مربوط به کل ترکیبات ثبت شده در مواد استخراجی چوب درون سنج در شکل ۲ نشان داده شده



شکل ۱: در سمت چپ فسفریک اسید نشان داده شده که پس از مشتق سازی به فسفریک اسید، تریس (تری متیل سایلیل) استر تبدیل شده است.

جدول ۲: ترکیبات شناسایی شده در مواد استخراجی چوب درون درخت سنج (به صورت مشتقات سایلیل دار شده)

شماره	RT(min)	ترکیبات شناسایی شده	فراوانی (%)
1	7.464	Trisiloxane, octamethyl-	1.65
2	7.606	Cyclohexanone	0.41
3	9.116	Trifluoromethyl-bis-(trimethylsilyl)methyl ketone	4.66
4	9.731	Silanamine, N,N'-methanetetraylbis[1,1,1-trimethyl-	0.44
5	10.487	Ethylene Glycol, DI-TMS	0.43
6	13.100	*Propanoic acid, 2-[(trimethylsilyloxy]-, trimethylsilyl ester	3.4
7	19.753	Phosphoric acid, tris(trimethylsilyl) ester	38.81
8	20.542	*Butanedioic acid, bis(trimethylsilyl) ester	0.72
9	22.922	*Pentanedioic acid, bis(trimethylsilyl) ester	1.1
10	23.499	*6-Hydroxy hexanoic acid 2TMS	1.17
11	25.257	*Butanedioic acid, [(trimethylsilyloxy)-, bis(trimethylsilyl) ester	1.11
12	25.484	*Hexanedioic acid, bis(trimethylsilyl) ester	8.28
13	26.640	Nerolidol	0.27
14	29.440	*Hexanedioic acid, 2-trimethylsilyloxy-, bis(trimethylsilyl) ester dihydro-5-methyl-	0.24
15	35.359	Benzoic acid, 3, 4, 5-tris(trimethylsiloxy)-, trimethylsilyl ester	0.18
16	36.614	*Hexadecanoic acid, trimethylsilyl ester	0.75
17	39.642	*cis, 6-Octadecenoic acid, trimethylsilyl ester	0.31
18	44.974	1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester	0.27
جمع کل ترکیبات شناسایی شده			64.2%
RT = زمان ماندگاری			اسیدهای چرب = *



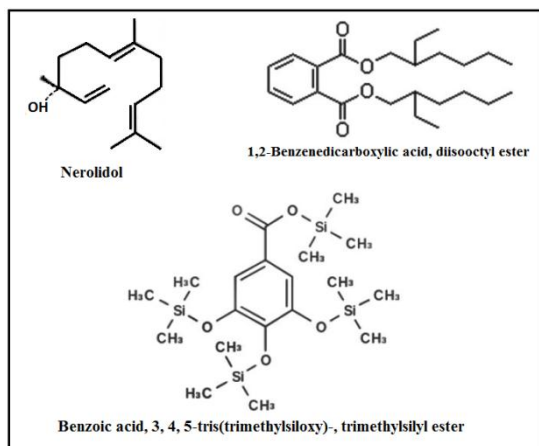
شکل ۲. کروماتوگرام ترکیبات استخراجی شناسایی شده در چوب درون درخت سنجد.

بحث

در ترکیبات شناسایی شده در این چوب، فسفریک اسید، تریس (تری متیل سایلیل) استر با میزان ۳۸/۸۱ درصد، بیشترین درصد را به خود اختصاص داده است. فسفریک اسید یک کندسوز می باشد که در تیمار چوب مورد استفاده قرار می گیرد، طی سوختن چوب این ماده میزان خاکستر باقیمانده را افزایش و میزان فرار قابل اشتعال را کاهش می دهد. همچنین خاکستر در یک حرارت پایین تر تشکیل می شود. نقش فسفریک اسید در کند سوز کنندگی چوب این است که واکنش هیدروژن زدایی را تسریع می کند و منجر به تولید خاکستر بیشتر می شود (Rowell et al., 2005).

از ۱۸ ترکیب شناسایی شده در چوب درون سنجد، ۹ ترکیب از آنها اسیدهای چرب هستند که در مجموع (۱۷/۰۸) درصد را به خود اختصاص داده اند و توسط حلال تولوئن مورد استخراج قرار گرفته اند. اسیدهای چرب شناسایی شده در جدول ۲ با علامت ستاره مشخص شده اند. اسیدهای چرب در فرآیند کاغذسازی

ایجاد کف، رسوب و در پایانه تر ماشین کاغذ اختلال ایجاد می کنند. این ترکیبات همچنین در کیفیت محصول هم اختلال ایجاد می کنند، به عنوان مثال خواص مقاومتی و قابلیت اصطکاک کاغذ را کم می کنند (میرشکرای و صادقی فر، ۱۳۸۴). لذا در انتخاب مواد اولیه برای ساخت کاغذ، هر چه میزان اسیدهای چرب کمتر باشد بهتر است. ترکیب بنزوئیک اسید، ۳، ۴، ۵- تریس (تری متیل سایلوکسی)-، تری متیل سایلیل استر، که نام دیگر آن گالیک اسید می باشد، به میزان ۰/۱۸ درصد در چوب درون سنجد وجود دارد. یک ترکیب تاننی از گروه فنولها می باشد و توسط اتانول استخراج شده است. این ماده خاصیت قارچ کشی دارد (Ek et al., 2009). نرویلدول که یک سزکویی ترپن از گروه ترپنوئیدها می باشد، در چوب درون سنجد به میزان ۰/۲۷ درصد وجود دارد، ترپنوئیدها ترکیباتی هستند که در دوام طبیعی چوب در برابر پوسیدگی های قارچی همکاری دارند (Koski, 2008). ترکیب او ۲- بنزن دی کربوکسیلیک اسید- دیسو اکتیل استر در چوب درون سنجد به میزان ۰/۲۷ درصد وجود



شکل ۳. ترکیبات شناسایی شده در چوب درون سنجد که خواص ضد قارچی دارند

منابع

پارسا پژوه، د. (۱۳۸۴). تکنولوژی چوب. چاپ ششم. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۹.

ثابتی، ح.ا. (۱۳۸۱). جنگلها، درختان و درختچه های ایران. انتشارات دانشگاه یزد. صفحه ۳۱۹.

حسینی هاشمی، س.خ.، پارسا پژوه، د.، خادمی اسلام، ح.، میرشکرایی، س.ا. و حمصی، ا.ه. (۱۳۸۵). شناسایی ترکیبات شیمیایی موجود در مواد استخراجی چوب درون گردو شمال ایران به روش کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. سال دوازدهم. شماره (۴). صفحه ۹۴۷-۹۳۹.

شفیعی، ع. (۱۳۷۳). کروماتوگرافی و طیف سنجی. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۳۹.

مروی مهاجر، م.ر. (۱۳۸۵). جنگل شناسی و پرورش جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم. صفحات ۴۹، ۵۶ و ۳۱۵.

میرشکرایی، س.ا. و صادقی فر، ح. (۱۳۸۴). روش های تجزیه در شیمی چوب، خمیر و کاغذ (مترجمین). نوشته شوستروم، ا و رایمو، آ. انتشارات دانشگاه پیام نور. صفحات ۶۲ و ۱۷۳-۱۴۵.

دارد، این ترکیب یکی از ترکیبات اصلی فعال در عصاره گیاه *Stellera Chamaejasme L.* بوده که فعالیت ضدقارچی داشته است (Zhu, 2012). مواد استخراجی چوب که مقاومت به پوسیدگی ایجاد می کنند، می توانند مخلوط یک مجموعه از ترکیبات باشند که برخی فعالیت زیست کشی دارند و با هم همکاری دارند. ممکن است سخت باشد که تعیین کنیم کدام ترکیب یا ترکیبات علت اصلی مقاومت به پوسیدگی هستند. برخی ترکیبات که در به تاخیر انداختن پوسیدگی نیرومند نیستند، ممکن است با هم همکاری کنند و مقاومت زیادی را نسبت به مجموع اثر جداگانه اشان ایجاد کنند (Koski, 2008).

در کل این تحقیق بیشتر با هدف شناسایی ترکیبات مواد استخراجی چوب درون سنجد انجام گرفت. و در مورد تاثیر مواد استخراجی چوب سنجد این طور می توان گفت که در صد بالای فسفریک اسید موجود در ترکیبات استخراجی، در کندسوز کردن این چوب می تواند موثر باشد. به دلیل وجود اسیدهای چرب که میزان قابل توجهی را به خود اختصاص داده اند، این چوب برای کاغذسازی گزینه مناسبی نیست.

نتیجه گیری نهایی

نتایج نشان داد در چوب درون سنجد میزان اسیدهای چرب نسبتاً بالا می باشد و برای کاغذسازی توصیه نمی شود. درصد بالایی از فسفریک اسید در این چوب وجود دارد که ممکن است روی خواص حرارتی چوب تاثیر گذار باشد. همچنین ترکیباتی هم در عصاره وجود داشتند که خواص ضد قارچی داشتند (شکل ۳)، این ترکیبات اگر با مقدار ناچیز هم موجود باشند، می توانند با هم همکاری کنند و مقاومت این چوب را در برابر پوسیدگی قارچی بالا ببرند. با توجه به ترکیبات شناسایی شده می توان تاثیر خواص این اجزاء را روی خواص چوب بررسی کرد. به عنوان مثال پیشنهاد می شود خواص حرارتی این چوب بررسی شود. همچنین پیشنهاد می شود دوام طبیعی این چوب مورد آزمایش قرار گیرد.

Koski, A. (2008). Applicability of Crude Tall Oil For Wood Protection. Published by Oulu University Press. pp: 59-61.

Rowell, R.M., Susan, L. and Levan, G. (2005). Chapter 6, Thermal properties: in Handbook of wood chemistry and wood composites\ edited by Roger M. Rowell. CRC press. pp: 126-133.

Sadeghifar, H., Sheikh, L., Khalilzadeh, M.A. and Ebadi, A.G. (2011). Heartwood extractives of Iranian *Morus alba* wood. Journal of the Chemical Society of Pakistan. 33 (1): 104-106.

Zuh, E. (2012). Information Technology and Agricultural Engineering. Published by Springer. pp: 654-660.

میرشکرایبی، س.ا. (۱۳۸۶). مبانی کاربردهای شیمی چوب (مترجم). نوشته شوستروم، ا. انتشارات آبیژ. صفحه ۶۷.

ویسی، ر. و طاهری نیا، ع. (۱۳۸۸). شناسایی و مقایسه اجزای مواد استخراجی زرین طبیعی و دست کاشت با استفاده از فنون کروماتوگرافی گازی و طیف سنجی جرمی. مجله علوم و فنون منابع طبیعی. سال چهارم. شماره اول. صفحه ۸۷-۷۹.

Ek, M., Gellerstedt, G. and Henriksson, G. (2009). Pulp and paper chemistry and technology, volume 1, wood chemistry and wood biotechnology. Walter de Gruyter GmbH & co.KG, 10785 Berlin. pp: 155-156.

Archive of SID