

آنالیز مواد استخراجی پوست پنج گونه از درختان پهن برگ ایران^۱

جواد ترکمن^۲ سیداحمد میرشکرایی^۳ حسین رسالتی^۴

چکیده

به منظور آنالیز شیمیایی مواد استخراجی پوست درخت، از پوست پنج گونه از مهمترین درختان پهن برگ ایرانی (گردو، بلوط، توسکا، ممرز و راش) نمونه برداری به عمل آمد. آزمایش‌ها نشان می‌دهند که کل مواد استخراجی پوست این گونه‌ها به ترتیب ۲۹/۸، ۲۳/۲، ۱۷/۹، ۱۶/۸ درصد و مقدار خاکستر آنها به ترتیب ۱۹/۲، ۱۱/۵، ۹/۵، ۱۲/۸، ۱۳/۸ درصد است. در این تحقیق، درصد ترکیبات فنولی برای گونه‌های مذکور به ترتیب ۲۶/۳، ۲/۲۱، ۱۳/۶، ۱۲/۹ و ۱۴ درصد به دست آمد. از طریق رسوب‌دهی جزء به جزء فلوباتان‌ها، فلوبافن‌ها و فلاونوئیدها شناسایی و از نظر کمی محاسبه گردیدند. همچنین درصد تانن خالص برای گونه‌های پهن برگ فوق ۴۰ تا ۵۰ درصد محاسبه شد که کمتر از تانن خالص سوزنی‌برگان (۶۰-۵۰ درصد) است. این مسئله نشان می‌دهد که ترکیبات غیرتاننی در مواد استخراجی پهن‌برگان زیادتر از سوزنی‌برگان است. مقدار ترکیبات چربی‌دوست پوست گونه‌های فوق از نظر کمی به وسیله کروماتوگرافی گازی محاسبه شد و تا حد امکان این ترکیبات توسط دستگاه طیف‌سنج جرمی مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات چربی‌دوست، فلوبافن‌ها، مواد استخراجی، ترکیبات آبدوست، فلوباتان‌ها، فلاونوئیدها، تانن، کروماتوگرافی و طیف‌سنج جرمی.

۱- تاریخ دریافت: ۷۹/۳/۷، تاریخ تصویب نهایی: ۸۱/۲/۱۶

۲- دانشجوی دکتری علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران (E-mail: j-torkaman@yahoo.com)

۳- دانشیار دانشگاه پیام نور

۴- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

پوست در مراکز مصرف چوب و اکثر کارخانه‌های صنایع چوب و کاغذ به‌عنوان ماده زائد دور ریخته می‌شود. این در حالی است که تمام هزینه‌های قطع، تبدیل و حمل و نقل به آن تعلق می‌گیرد. بنابر آمارهای موجود، سالانه در جهان بیش از سه میلیون تن پوست خشک در صنایع تخته لایه‌سازی به‌عنوان ضایعات تولید می‌شود (۳). درکشور ما اگر تمام جنگل‌های تجاری شمال با اصول صحیح مورد بهره‌برداری قرار گیرد، سالانه حدود یک میلیون مترمکعب پوست تولید خواهد شد که به‌علت وجود منابع عظیم نفت و گاز از پوست به‌عنوان سوخت کمتر استفاده شده و بیشتر آن بدون استفاده باقی خواهد ماند. بنابراین لازمه کاربرد پوست به‌عنوان ماده اولیه نیازمند شناسایی ترکیبات تشکیل‌دهنده آن است. در این زمینه در سال‌های ۱۹۵۵ تا ۱۹۵۸ محققان انگلیسی بر روی پوست درختان به‌عنوان منبع تانن بررسی‌هایی انجام داده و گزارش کرده‌اند، که پوست بلوط ۱۳ درصد، چوب آن یک درصد، پوست شاه‌بلوط ۱۵/۲ درصد و چوب آن ۵/۴ درصد، پوست فندق ۶/۳ درصد، پوست غان ۶/۷ درصد و پوست هملوک غربی ۱۶/۷ درصد تانن دارند (۴).

نیشیمورا^۱ و همکاران (۱۹۸۶) بر روی پوست بلوط (*Q.stenophylla makina*) تحقیق انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که پوست بلوط مخلوط پیچیده‌ای از پلی‌فنول‌هاست که شامل تانن‌های هیدرولیز شدنی و کندانسه که مهمترین آنها گالوتانن والازی تانن می‌باشند، است (۵).

در ایران نیز متوسلیان (۱۳۵۹) بر روی درخت بلوط مطالعاتی انجام داده که در آن مقدار اسیدکویرسی تانیک پوست شاخه‌های جوان را ۱۵ تا ۲۰ درصد گزارش کرده است (۱).

از مجموعه مطالعات انجام‌شده نتیجه‌گیری می‌شود که پوست بیشتر از جنبه ترکیبات فنلی مورد بررسی قرار گرفته است که جا دارد علاوه بر ترکیبات

قطبی مواد غیرقطبی پوست نیز مورد بررسی قرار گیرد.

نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از دو منطقه چفرود جنگل شفارود و جنگل نکا صورت گرفت. سه نمونه راش، ممرز و توسکا از جنگل شفارود و دو گونه بلوط و گردو از جنگل نکا نمونه‌برداری گردید. چون گروه‌های قطری مختلف و ارتفاع نمونه‌برداری پوست از درخت تاثیر چندانی روی درصد کلی مواد استخراجی ندارد، در نتیجه درختانی با گروه‌های قطری ۴۰-۳۰ سانتی‌متر برای نمونه‌برداری انتخاب شد و در فاصله یک متری از کنده مقدار ۵-۳ کیلوگرم پوست تهیه و به منظور آماده‌سازی به آزمایشگاه منتقل شد.

مواد و روش‌ها

ترکیبات استخراجی پوست را از لحاظ انحلال‌پذیری می‌توان به دو دسته چربی‌دوست و آبدوست تقسیم‌بندی کرد.

جزء چربی‌دوست با حلال‌های غیرقطبی از قبیل اتیل، اتر، هگزان، بترن و جزء آبدوست از طریق حلال‌های قطبی نظیر آب، الکل و استن قابل استخراج است. در این روش با انتخاب ۱۰ گرم آردپوست هر یک از گونه‌ها و ۲۵۰ سی‌سی حلال در شرایط رفلاکس بر اساس آیین‌نامه‌های T204 و T264 استاندارد TAPPI (۶) مواد چربی‌دوست و آبدوست پوست استخراج و درصد انحلال‌پذیری ترکیبات مواد استخراجی در هر یک از این حلال‌ها محاسبه شد. برای تعیین مقدار کمی و کیفی ترکیبات چربی‌دوست مواد استخراجی از روش کروماتوگرافی گازی و طیف‌سنج جرمی استفاده شد. در این روش مواد محلول در حلال‌های هگزان، بترن و اتیل اتر پس از تیمار و کسب شرایط لازم توسط سرنگ هملتون، ۲ میلی‌لیتر به داخل دستگاه تزریق و در طی ۲۰ دقیقه بر روی کروماتوگرام تعدادی پیک با زمان ماندگاری متفاوت ظاهر می‌شوند که در مقایسه با استاندارد داخلی (آنتراسن) مقدار کمی آنها مورد بررسی قرار گرفت. و به‌منظور تشخیص کیفی آنها از دستگاه کروماتوگرافی گازی - طیف‌سنج جرمی

^۱ - Hiroki Nishimura et al.

گردو، بلوط، توسکا، ممرز و راش در جدول ۱ درج شده است.

۲- مواد استخراجی

مواد استخراجی را می‌توان به‌وسیله حلال‌های آلی مانند اتانول، استون، دی‌کلرومتان، اتر و نیز آب بدون هیچ‌گونه تغییر شیمیایی استخراج کرد. معمولا این مواد دارای مولکول‌های کوچک ۴۰ کربنی یا کمتر هستند. الیگومرهایی از قبیل تانن‌ها و همی‌سلولزها و نیز برخی از املاح معدنی را می‌توان به‌وسیله آب خارج کرد. معمولا استفاده از مخلوط حلال‌های آلی اتانول - بنزن (۲:۱)، الکل ۹۵ درصد و آب داغ مطابق آیین‌نامه T264 استاندارد TAPPI بهترین روش برای خارج کردن کل مواد استخراجی محسوب می‌شود که از این طریق درصد کل مواد استخراجی پوست‌گونه‌های مذکور به دست آمده است (جدول ۲).

همچنین برای تفکیک بهتر ترکیبات مواد استخراجی از حلال‌های با قطبیت متفاوت استفاده شد که درصد انحلال ترکیبات استخراجی پوست هر یک از گونه‌های مورد بررسی در جدول ۳ آورده شده است.

(GC-MS) استفاده گردید. برای تفکیک ترکیبات فنولی پوست از روش رسوب‌سازی جزء به جزء مطابق طرح کالبرگ و کورث استفاده شد (۷). جهت تعیین مقدار تانن، روش‌های مختلفی وجود دارد. در این بررسی با استفاده از واکنش بین فنول و فرمالدئید و رسوب فنول - فرمالدئید رابطه‌ای به‌دست آمده که به صورت معادله و منحنی رگرسیون نشان داده شده است. مقدار خاکستر پوست هر یک از گونه‌ها با قرار دادن مقدار مشخصی آرد پوست (۱۰-۵ گرم) حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت در کوره الکتریکی و از طریق توزین مواد معدنی باقی‌مانده محاسبه گردیده است.

نتایج

نتایج به‌دست آمده را می‌توان در چهار دسته به شرح زیر خلاصه کرد:

۱- خاکستر پوست

مقدار خاکستر یا ترکیبات معدنی پوست از طریق سوزاندن پوست در کوره و از بین رفتن ترکیبات آلی به‌دست می‌آید. مقدار به‌دست آمده برای گونه‌های

جدول ۱- درصد خاکستر پوست پنج‌گونه چوبی پهن‌برگ

گونه	گردو	بلوط	توسکا	ممرز	راش
درصد خاکستر	۱۹/۲	۱۱/۵	۹/۵	۱۲/۸۵	۱۳/۸۷

جدول ۲- درصد کلی مواد استخراجی پوست پنج‌گونه از درختان پهن‌برگ ایران

گونه	گردو	بلوط	توسکا	ممرز	راش
درصد کلی مواد استخراجی	۲۹/۸	۲۳/۲۵	۱۷/۹	۱۶/۸۳	۱۶/۷

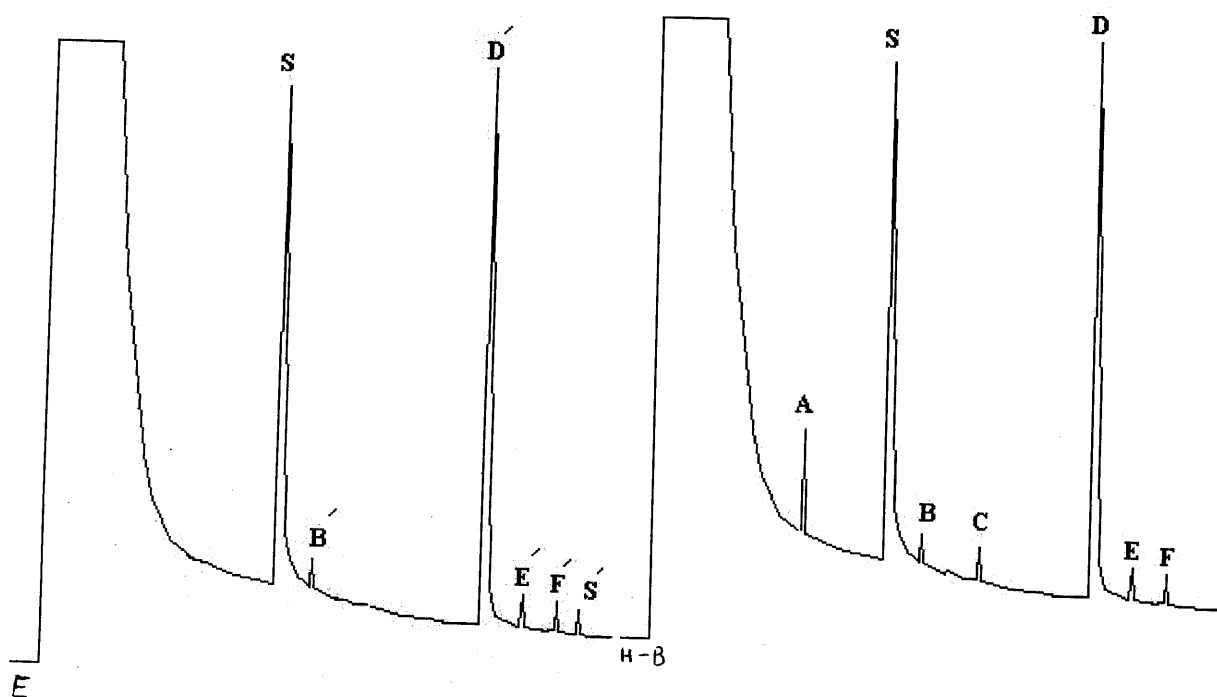
جدول ۳- تعیین درصد انحلال ترکیبات استخراجی پوست پنج‌گونه پهن‌برگ

گونه	هگزان	بنزن	اتر	آب	الکل	درصد کل مواد استخراجی
گردو	۲	۰/۸	۰/۸	۲۴/۵	۱/۸	۲۹/۹
بلوط	۱/۲۴	۰/۷۴	۰/۵۳	۱۹/۴	۱/۶۳	۲۳/۶۸
توسکا	۲/۵۲	۱/۲	۰/۷۵	۱۱/۳۷	۲/۲۰	۱۸/۰۵
ممرز	۱/۵۲	۲/۱۶	۱/۱۴	۱۱/۱۴	۱/۷۳	۱۷/۶۹
راش	۱/۲۳	۰/۷۳	۰/۸۱	۱۲/۷	۱/۲۷	۱۶/۷۴

ترکیبات آلی پوست

دستگاه کروماتوگرافی گازی برای هر نمونه تزریق شده تعداد زیادی پیک رسم می‌کند که سطح زیر پیک مقدار کمی هر ماده را نشان می‌دهد. بنابراین با توجه به امکانات موجود تشخیص تمام پیکسها از نظر کمی و کیفی دشوار است. از این‌رو، هفت پیک از پیک‌های مهم و مشترک بین پنج‌گونه انتخاب و با حروف A, B, C, D, E, F و نامگذاری شدند. مقدار هر پیک در مقایسه با مقدار مشخص

آنتراسن در محلول به‌عنوان یک استاندارد داخلی به دست آمد که برای مواد محلول در اتیل اتر و مواد محلول در هگزان - بنزن به‌ترتیب در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است. دستگاه کروماتوگرافی گازی - طیف‌سنج جرمی (GC-MS)، از طریق وزن مولکولی مواد تزریقی، آنها را مورد شناسایی قرار می‌دهد. اطلاعات به‌دست آمده برای نمونه‌های مذکور در جدول ۶ عنوان شده است.



شکل ۱- طیف کروماتوگرافی ترکیبات محلول در حلال‌های اتیل اتر و هگزان-بنزن پوست‌گونه ممرز

جدول ۲- درصد مواد محلول در اتیل اتر

	درصد مواد							گونه
	G	F	E	D	C	B	A	
۱۰۰	-	۲۱/۴۴	۲۴/۸	۲۴/۸	۴/۲۲	۸/۰۴	۱۶/۷	گردو
۱۰۰	-	۴/۷۵	-	۶۲/۴۲	۷/۴۶	۷/۷۳	۱۷/۶۴	بلوط
۱۰۰	۳۲/۹۶	۹/۰۲۰	۲۲/۶۶	۱۰/۱۴	۷/۳۲	۵/۳۵	۱۱/۵۵	توسکا
۱۰۰	۰/۸۸	۰/۹۹	۰/۷۱	۹۶/۲	-	۱/۲۴	-	ممرز
۱۰۰	-	-	-	۹/۹	۱۶/۲	۷/۸	۶۶/۱	راش

جدول ۵- درصد مواد محلول در هگزان-بنزن

گونه	A	B	C	D	E	F	G
گردو	-	۱۷/۹	۴۴/۲۱	۱۴/۷۴	-	۲۳/۱۶	-
بلوط	۴۰	۲۲/۳	۱۶/۳	۱۷/۲	-	۴/۲	-
توسکا	۵/۸۱	۶/۱۳	۹/۳۵	۱۶/۷۷	۱۷/۷۴	۸/۰۶	۳۶/۱۳
ممرز	۲/۵	۰/۷	۱/۴	۸۶	۲/۶	۲/۲	۴/۶
راش	۱۶/۶۱	۲۲/۵۲	۵۳/۴	۷/۴۷	-	-	-

جدول ۶- تشخیص هر یک از پیکها توسط دستگاه GC-MS

گونه	پیک	مواد تشخیص داده شده به وسیله GC-MS
گردو بلوط توسکا ممرز راش	A	استر 1,2 Benzendicarboxylic acid, diethyl ester 1,2 benzendicarboxylic acid (2-methyl propyl)ester 1,2 benzendicarboxylic acid 2-ethyl hexyll
	B	اسیداولئیک 15-Tetracosenic acid, Methyl ester 11,14- Eicosadienic acid, Methyl ester
	C	الکل آراکینول Eicosanol (Arachidic alcohol) Tetracosanol (lignoceric alcohol)
	D	اسیدکربوکسیلیک 1.Dibenzo furan, Carboxylic acid
	E	مونوترپن α .Terpineol
	F	سزکوئی ترپن Farensol
	G	سوبرین Cyclopropunetetradecanoic acid, 2-octyl-Methyl ester

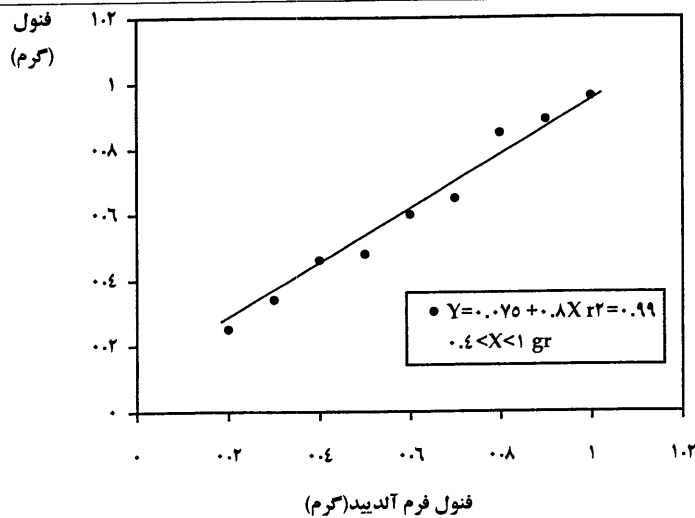
ترکیبات فنولی

همچنین از طریق واکنش بین فنول و فرم آلدئید و رسوب فنول - فرم آلدئید در $pH = 1$ رابطه‌ای به دست آمده که به صورت معادله و منحنی رگرسیون در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به ساختمان فنولی تانن و واکنش آن با فرم آلدئید و رسوب در pH اسیدی از این معادله برای تعیین مقدار تانن استفاده شده است (جدول ۸).

به‌طور کلی ترکیبات فنولی قسمت عمده مواد استخراجی پوست را به خود اختصاص می‌دهد (۸۰-۷۰ درصد) که می‌توان آنها را به سه دسته کلی فلوباتانها، فلوبافنها، فلاونوئیدها تقسیم کرد. این ترکیبات از طریق رسوب جزء به جزء برای هر یک از گونه‌ها به دست آمده و مقادیر آنها در جدول ۷ ثبت شده است.

جدول ۷- درصد ترکیبات فنولی پوست

گونه	درصدوزنی	ترکیبات فنولی	فلوباتانن	فلوبافنها	فلاونوئیدها
گردو	۲۶/۳	۱۵/۰	۸/۵	۲/۰	
بلوط	۲۱/۲	۱۴/۴	۴/۵	۲/۰	
توسکا	۱۳/۶	۷	۵/۱	۱/۴	
ممرز	۱۲/۹	۸/۲	۲/۵	۱/۶	
راش	۱۴/۰	۹/۳	۳/۵	۱/۴	



شکل ۲- منحنی رگرسیون بین فنول ورزین فنول - فرم آلدئید

جدول ۸- درصدتانن و پلی فنول‌های چندگونه پهن برگ (براساس وزن خشک)

پوست	مواد جامد محلول		پودرتانن		مواد غیرتاننی		رسوب PF در عصاره	
	درصد	مقدار (گرم)	درصد	مقدار (گرم)	درصد	مقدار (گرم)	درصد	مقدار (گرم)
گردو	۲۳	۲/۳	۴۶/۵	۱/۵۷	۵۳/۵	۱/۲۳	۵۴	۱/۲۴
بلوط	۱۸/۵	۱/۸۵	۴۵/۲	۰/۸۴	۵۴/۶	۱/۰۱	۵۲	۰/۹۶
توسکا	۱۰/۴	۱/۰۴	۴۲	۰/۴۳۵	۵۸	۰/۶۰۵	۴۳	۰/۴۵
ممرز	۱۰/۴	۱/۰۴	۴۹	۰/۵۱	۵۱	۰/۵۳	۵۲	۰/۵۴
راش	۱۰/۹	۱/۰۹	۴۲	۰/۴۶	۵۸	۰/۶۳	۴۴	۰/۴۸

بحث و نتیجه‌گیری

متفاوت است. با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که حلال آب بیشترین مقدار را استخراج می‌کند که نشان‌دهنده زیاد بودن ترکیبات آبدوست نسبت به ترکیبات چربی‌دوست است. مواد چربی‌دوست از ترکیبات متنوعی تشکیل شده است. جدول‌های ۴ و ۵ تعداد و مقدار هر ترکیب را به صورت پیک در بین گونه‌ها مقایسه می‌کند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، پیک A در حلال اتیل اتر مربوط به گونه راش با ۶۶/۱ درصد بیشترین مقدار را دارد و پیک B در گونه‌های بلوط و راش با ۲۲/۳، ۲۲/۵۲ درصد بیشترین مقدار را شامل می‌شوند و حداکثر مقدار C با ۱۶/۳ درصد در گونه بلوط است. پیک D با ۹۶/۲ درصد در ممرز قسمت اعظم ترکیبات را به خود اختصاص می‌دهد. پیک E در حلال اتیل اتر گونه‌های گردو و توسکا با ۲۴/۸ و ۲۳/۶۶ درصد بیشترین مقدار را داراست. پیک F در حلال هگزان

آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری خاکستر پوست حاکی از زیاد بودن درصد خاکستر پوست پهن‌برگان در مقایسه با سوزنی‌برگان است. همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد، مقدار خاکستر پوست گونه‌های گردو، بلوط، توسکا، ممرز و راش به ترتیب ۱۹/۲، ۱۱/۵، ۹/۵، ۱۲/۸۵ و ۱۳/۸۳ درصد است. بنابراین با توجه به درصد خاکستر دو گونه راش و بلوط اروپایی (۲/۳ و ۷/۳ درصد) می‌توان نتیجه گرفت که درصد خاکستر گونه‌های ایرانی بیشتر از گونه‌های مشابه اروپایی است. در مورد مواد استخراجی با توجه به جدول ۲ می‌توان دریافت که بیشترین میزان ماده استخراجی در بین گونه‌های مورد بررسی به ترتیب از آن پوست گردو و بلوط (۲۹/۸ و ۲۳/۲ درصد) است. مواد استخراجی شامل چربی‌دوست و آبدوست است که درجه انحلال‌پذیری آنها در حلال‌های مختلف

استر قندها بویژه گلوکز و گالیک اسید و دی گالیک اسید می‌باشند که تا حدودی به‌عنوان جایگزین فنول در تولید رزین‌های فنول - فرم‌آلدئید به‌کار می‌روند (۲). در مورد فلوبافن‌ها، بیشترین مقدار از آن گردو، توسکا و بلوط (به ترتیب ۸/۵، ۵/۱ و ۴/۵ درصد) و کمترین مقدار از آن ممرز و راش (۲/۵ درصد) است. فلوبافن‌ها در تهیه چسب‌ها و رزین‌ها و نیز دباغی به‌کار می‌روند و دارای ارزش اقتصادی هستند. در مورد فلاونوئیدها، اختلاف چندانی در بین گونه‌ها دیده نمی‌شود.

با توجه به شکل ۱ مقدار تانن پوست هر یک از گونه‌ها از طریق معادله $Y=0.075+0.8X$ به‌دست آمده است. در این معادله X مقدار رسوب ترکیبات فنولی با فرم‌آلدئید را نشان می‌دهد و Y مقدار تانن را مشخص می‌سازد. همان‌طور که در جدول ۸ دیده می‌شود، مقدار تانن خالص پهن‌برگان مذکور ۴۰ تا ۵۰ درصد است که کمتر از تانن خالص سوزنی‌برگان (۵۰ تا ۶۰ درصد) می‌باشد. در صورتی که مقدار مواد غیرتاننی آنها (قندها و هیدروکربن‌ها) بیشتر است. نتایج حاصله در مورد ترکیبات چربی‌دوست به‌هیچ‌وجه حاکی از این نیست که این ترکیبات فقط از مواد فوق تشکیل شده است، بلکه نشان‌دهنده این است، که در ترکیبات چربی‌دوست، این مواد به مقدار بیشتری وجود دارند و پی‌بردن به مواد دیگر نیازمند صرف هزینه و استفاده از دستگاه‌های پیشرفته دیگری نظیر HPLC، NMR، UV، IR است.

- بنزن گونه گردو با ۲۳/۱۶ درصد و پیک G در حلال هگزان-بنزن گونه توسکا با ۳۶/۱۳ درصد بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهند. هریک از پیک‌ها از طریق کروماتوگرافی گازی - طیف‌سنج جرمی (GC-MS) تا حد امکان مورد شناسایی قرار گرفتند. نتایج به‌دست آمده در جدول ۶ نشان می‌دهد که پیک A از مشتقات اسیدبنزوئیک ($MW=222, C_{12}H_{14}O_4$)، پیک B از مشتقات اسیداولئیک ($MW=222, C_{20}H_{34}O_2$) و اسیدلیگنوسریک ($C_{24}H_{47}O_2$)، پیک C از مشتقات الکل آراکینول ($C_{20}H_{41}OH$) یا الکل لیگنوسرول ($C_{24}H_{49}OH$)، پیک D دی بنزوفوران کربوکسیلیک اسید ($MW=212, C_{13}H_8O_3$)، پیک E از دسته مونوترپن‌ها، یعنی α -ترپینول، و F از دسته سزکوئی ترپن‌ها، یعنی فارتزول ($MW=220, C_{15}H_{24}O$) و بالاخره پیک G سیکلوپروپان تترادکانوئیک اسید ($MW=394, C_{29}H_{50}O_2$) از دسته استرهای پیچیده تشکیل‌دهنده سوپرین شناسایی گردید. در مورد ترکیبات فنولی جدول ۷ نشان می‌دهد که بیشترین مقدار این ترکیبات را فلوباتانن‌ها و کمترین مقدار را فلاونوئیدها تشکیل می‌دهند که در بین گونه‌ها نیز بیشترین مقدار فلوباتانن از آن گردو و بلوط (به ترتیب ۱۵ و ۱۴/۴ درصد) و کمترین مقدار از آن توسکاست (۷ درصد). فلوباتانن‌ها مخلوطی از فنول‌های ساده از قبیل پیروگالول والاژیک اسید و

منابع

- ۱- متوسلیان، محمود، ۱۳۵۹. اندازه‌گیری مواد مستخرجه دانه بلوط برای ارزش غذایی و دارویی آن، دانشگاه تهران، دانشکده داروسازی، پایان‌نامه دکتری.
- ۲- پیزی، آ. شیمی و تکنولوژی چسب چوب، ترجمه دکتر سیداحمد میرشکرایی، انتشارات نشر دانشگاهی ۱۳۷۲: ۱۳۷ - ۲۳۹.
- 3-Anderson, A.B., 1975. Bark Extracts as Bonding Agents for Particle Board. FAO World Consultation on Wood Based Panels, New Delhi, India, 12pp.
- 4-Aron, J.R, 1975. Bark: A potentially useful by-product R&D. paper No.32, Forestry Commission. London.
- 5-Nishimura, H., 1987. Scyllo-Quercitol gallates and Hexahydroxy diphenates from *Quercus stenophylla*. Phytochemistry, Vol.25 (11): 2599-2604.

6-TAPPI 1987. *Solvent* extractives of Wood and Pulp Approved by Chemical Properties Committee of the Process and Product Quality Division.

7-Browing, B.L., 1967. *Methods of Wood Chemistry*, Interscience Publishers. United States of America, 389pp.

Bark Extractives Analysis of Five Iranian Hardwood Species

J. Torkman¹ A. Mirshokrayi² H. Resalati³

Abstract

To analyse the bark extractives, samples from five Iranian hardwoods trees such as black walnut, oak, alder, hornbeam and beech were prepared. Experiments showed that the total extractive content of these species were 29.8, 23.2, 17.9, 16.8 and 16.7 percent, respectively. The total ash content were 19.2, 11.5, 9.5, 12.8 and 13.8 percent, respectively. Also, it was shown that the total phenolic materials were 26.3, 21.2, 13.6, 12.9 and 14.0 percent, respectively. By sequential precipitation, flobatanins, flobaphens and flavonoids were separated and measured quantitatively. Also, the percentage of tannins were found to be 40-50% which is less than those of softwoods (50-60%); this means that the non-tannin extractives of hardwoods are more than those of softwoods. The lipophilic compounds of barks were determined quantitatively using gas chromatography. Also, the chemical structure of a number of these compounds were suggested using GC-MS techniques.

Keywords: Extractives, Hydrophilic compounds, lipophilic compounds, Tannins, Flavonoids, Gas chromatography, Mass spectrometry.

¹ - Ph. D. student, Wood and Paper Science & Technology, Faculty of Nat. Resources, University of Tehran

² - Associate. Prof., Payam-e-Noor University

³ -Assistant Prof., Gorgan University of Agriculture and Natural Resources Sciences