

استخراج و شناسایی ترکیبات شیمیایی آب‌دوست مواد

استخراجی بافت گره پهن برگان

- ❖ اکرم صداقت؛ کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- ❖ علی عبدالخانی*؛ دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- ❖ فرامرز خداییان؛ دانشیار گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- ❖ محمدهادی قاسمی؛ دانشجوی دکتری شیمی کاربردی، عضو هیئت علمی سازمان جهاد دانشگاهی، دانشگاه تهران

چکیده

در این تحقیق ترکیبات شیمیایی مواد استخراجی آب‌دوست گره گونه‌های راش، افراپلت، توسکای قشلاقی، و ممرز استخراج و به وسیله کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) شناسایی شدند. پیش‌استخراج با حلال هگزان، به منظور حذف ترکیبات چربی‌دوست و به دنبال آن استخراج ترکیبات آب‌دوست مواد استخراجی گره‌ها، با روش غوطه‌وری در حلال اتانول- آب (۱:۹۷/۷) انجام شد. همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدان عصاره مواد استخراجی گره‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد نوع و مقدار مواد استخراجی در گونه‌های مختلف متفاوت است و گونه ممرز، با مقدار ۴/۳۳ درصد، بیشترین بازده استخراج را دارد. همچنین، مقایسه ارزیابی ظرفیت کل فنولی بر اساس روش فولین سیوکالتیو با نتایج GC/MS نشان داد این روش ارزیابی میزان توانایی به‌دام‌اندازی رادیکال DPPH و ارزیابی ظرفیت کلیت‌کنندگی یون آهن II عصاره‌ها با دو روش ارزیابی میزان توانایی به‌دام‌اندازی رادیکال DPPH و ارزیابی ظرفیت کلیت‌کنندگی یون آهن II بررسی شد. نتایج نشان داد ظرفیت آنتی‌اکسیدان عصاره‌ها به مقدار و نوع ترکیبات آن‌ها بستگی دارد.

واژگان کلیدی: ترکیبات آب‌دوست، روش خیساندن، طیف‌سنجی جرمی، ظرفیت آنتی‌اکسیدان، کروماتوگرافی گازی- گره پهن برگان، مواد استخراجی.

مقدمه

زمینه‌ای برای افزایش نقش تجاری جنگل‌ها و تولیدات جنگلی فراهم آید. در ایران گونه‌های متنوع پهن‌برگ وجود دارد. بررسی و شناسایی مواد استخراجی این گونه‌ها، به‌خصوص در ارتباط با گره‌های چوبی، می‌تواند به توسعه فرایندهایی منجر شود که سبب تهیه مواد زیستی با ارزش افزوده زیاد می‌شود و به تکمیل چرخه ایجاد یک زیست پالایشگاه با هدف تهیه سبدی از فرآورده‌های مختلف کمک کند.

در ارتباط با تجزیه شیمیایی گره گونه‌های مختلف، مطالعات متعددی انجام شده است. سای و همکاران او یک لیگنان گلوکوزید جدید، با نام ۶-آلفا فیلیرین رامنوزید، را در مواد استخراجی شاخه‌های گونه *Pinus banksiana* شناسایی کردند [۵]. پیسپان و همکاران او ترکیبات مواد استخراجی گره‌های گونه *Picea abies* را با استفاده از آنالیز GCMS مطالعه کردند و لیگنان‌های ایزوهیدروکسی ماتایی رزینول، ماتایی رزینول، هیدروکسی ماتایی رزینول، آلفا کونیدن‌دریک اسید، آلفا کونیدن‌درین، سکوآی‌زو لاریسیرزینول، و لاریسیرزینول را شناسایی کردند [۶]. نیاسوس و همکاران او مواد استخراجی گره گونه‌های *Jack pine* و *European aspen* را به وسیله GC/MS و NMR مطالعه کردند و شش فلاونویید، دو فلاونویید گلوکوزید، و یک سینامیک اسید را شناسایی کردند [۱]. پایتارین و همکاران او خواص آنتی‌اکسیدان مواد استخراجی هیدروفیلیک گره چوبی و پوست چندین گونه از جنس‌های *Abies*، *Acacia*، *Pinus*، *Picea*، *Larix*، *Fagus*، *Eucalyptus*، *Populus*، *Thuja*، *Tsuga*، *Betula*، و *Pseudotsuga*

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی گره‌های درخت با تنه متفاوت است. گره‌های چوبی الیافی کوتاه‌تر دارند و میزان مواد استخراجی آن‌ها نسبت به بافت چوبی تنه بیشتر است. این موضوع باعث بروز مشکل در فرایند تولید خمیر کاغذهای شیمیایی می‌شود [۱]. همچنین گره کیفیت خمیر کاغذهای مکانیکی را کاهش می‌دهد [۲]. به علاوه، به دلیل اینکه گره‌های چوبی سخت‌تر از چوب نرم‌اند، تهیه خرده‌چوب از بافت‌های حاوی گره زیاد مشکل‌تر است و به انرژی بیشتری نیاز دارد [۱]. به همین دلیل باید گره‌ها قبل از فرایند خمیر کاغذسازی از ماده اولیه حذف شوند. مواد استخراجی گره‌ها شامل ترکیبات فنولی است که خواص ضد میکروبی دارند و منبعی غنی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی‌اند و ارزش اقتصادی آن‌ها زیاد است و از آن‌ها در صنایع غذایی و داروسازی و تولید مواد آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود [۳] و [۴]. اخیراً تهیه و استفاده از فنول‌های زیست‌فعال^۱ حاصل از گیاهان در صنایع غذایی و داروسازی و تولید مواد آرایشی و بهداشتی مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به غیرکاربردی بودن گره‌های چوبی در فرایند کاغذسازی و همچنین با توجه به وجود ترکیبات استخراجی فنولی در گره‌ها و حذف گره‌ها از فرایند خمیر کاغذسازی و استخراج فنول‌های زیست‌فعال از گره‌ها، تولید ترکیبات زیست‌فعال^۲ و استفاده از آن‌ها در صنایع دارویی و غذایی و تولیدات آرایشی و بهداشتی ضرورت پیدا می‌کند تا ترکیبات فنولی در مقیاس صنعتی از گره‌ها استخراج شوند و

1. Bioactive phenols
2. Bioactive compound

استخراج عصاره گره چوبی

به منظور استخراج و حذف ترکیبات چربی‌دوست از بافت گره‌های چوبی، نمونه‌های آرد چوب با استفاده از حلال هگزان و با روش غوطه‌وری^۷ در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت بیست و چهار ساعت، استخراج شد. سپس آرد گره چوبی، پس از خشک‌شدن، به منظور جداسازی ترکیبات آب‌دوست، با استفاده از حلال اتانول: آب (۱:۹ v/v) به روش غوطه‌وری استخراج شد.

شناسایی ترکیبات عصاره با کروماتوگرافی

گازی- طیف‌سنجی جرمی (GC/MS)

عصاره‌های جداشده، قبل از تزریق به ستون کروماتوگرافی، مشتق‌سازی شدند. عملیات سایلیل‌دار کردن عصاره‌ها با استفاده از واکنشگر BSTFA^{A} همراه پیریدین انجام شد. به این منظور، حدود ۰.۱ گرم از هر یک از عصاره‌های به‌دست‌آمده از روش‌های مختلف با ۰.۳ میلی‌لیتر از واکنشگر BSTFA و ۰.۳ میلی‌لیتر پیریدین مخلوط و به مدت سی دقیقه عمل‌آوری شدند. به دلیل پایداری اندک ترکیبات سایلیل‌دار شده، عمل سایلیل‌دار کردن بیست و چهار ساعت قبل از آنالیز با GC/MS انجام شد. جداسازی و شناسایی اجزای مواد استخراجی نمونه‌های سایلیل‌دار شده به وسیله GC/MS تحت شرایط ذیل انجام شد:

ستون HP-5MS به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰.۲۵ میلی‌متر، گاز حامل هلیوم، سرعت جریان ۱ میلی‌لیتر در دقیقه، با برنامه دمایی ۶۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و شیب دمایی ۶ درجه بر دقیقه.

7. Maceration (Disperse)

8. N, O-Bis (trimethylsilyl) trifluoro acetamide

را به وسیله تست‌های جلوگیری از پراکسید شدن لیپیدها^۱ و توانایی به‌دام‌اندازی رادیکال‌های پراکسیل^۲ ارزیابی کردند. نتایج نشان داد خواص آنتی‌اکسیدان مواد استخراجی گره‌ها قوی‌تر از پوست است [۷]. لاین‌برگ و همکاران او خواص آنتی‌باکتریایی مواد استخراجی هیدروفیلک گره‌های چوبی هجده گونه از جنس‌های *Larix*, *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Abies*, *Fagus*, *Thuja* و *Betula* را بررسی کردند. نتایج نشان داد مواد استخراجی این گونه‌ها رشد باکتری‌ها را کاهش می‌دهد [۸].

در این تحقیق مواد استخراجی چند گونه پهن‌برگ شمال ایران با روش ملایم، جداسازی، و ترکیبات آب‌دوست عصاره‌ها با استفاده از فنون کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی شناسایی شد. همچنین ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها با استفاده از روش‌های مختلف بررسی شد.

مواد و روش‌ها

گونه‌های چوبی

گره زنده گونه‌های راش^۳، افراپلت^۴، توسکای قشلاقی^۵، و ممرز^۶ از درختان جنگل آموزشی دانشگاه تهران، واقع در روستای خیرودکنار شهر نوشهر، جدا و در شرایط کنترل‌شده (دور از نور و رطوبت و دمای زیاد) به کمک آسیاب آزمایشگاهی به آرد چوب تبدیل شد و طبق استاندارد TAPPI شماره T257 CM-85 با اندازه ذرات ۴۰ و ۶۰ مش استفاده شد.

1. Lipid-peroxidation
2. Peroxyl-trapping capacity
3. *Fagus orientalis*
4. *Acer insigne*
5. *Alnus glutinosa*
6. *Carpinus betulus*

۵۱۵ در مقابل اتانول خوانده شد. سپس، درصد به‌دام‌اندازی رادیکال DPPH با فرمول ۱ محاسبه شد [۱۰].

$$(1) \quad \text{درصد به‌دام‌اندازی رادیکال DPPH} = \frac{\text{جذب نمونه} - \text{جذب بلانک}}{\text{جذب بلانک}} \times 100$$

II ارزیابی ظرفیت کلیت‌کنندگی یون آهن

برای انجام‌دادن این آزمایش ۲/۵ میلی‌لیتر محلول اتانولی عصاره‌های هر یک از گونه‌ها با غلظت ۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، ۰/۰۵ میلی‌لیتر کلرید آهن II (۲ میلی‌مولار)، و ۰/۲ میلی‌لیتر محلول فروزین ۵ میلی‌مولار با هم مخلوط شدند و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای محیط قرار گرفتند. سپس، جذب نمونه‌ها توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۶۲ nm در کمپلکس آهن-فروزین با فرمول ۲ محاسبه شد [۱۱].

$$(2) \quad \text{درصد جذب فلز} = \frac{\text{جذب نمونه} - \text{جذب بلانک}}{\text{جذب بلانک}} \times 100$$

یافته‌ها و بحث

بازده جداسازی

جدول ۱ بازده استخراج عصاره‌های اتانولی مواد استخراجی گره‌ها را نشان می‌دهد.

شناسایی عصاره‌ها با کروماتوگرافی گازی

(GC)

شکل ۱ کروماتوگرام‌های گازی عصاره‌های اتانولی مواد استخراج‌شده از گره‌های گونه‌های راش، افراپلت، توسکای قشلاقی، و ممرز را نشان می‌دهد.

شناسایی طیف‌های جرمی از طریق مقایسه با طیف‌های پایه بانک اطلاعاتی رایانه‌دستگاه GC/MS و پایگاه‌های اطلاعاتی Wiely و NIST انجام شد.

ارزیابی ظرفیت کل فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها

ارزیابی ظرفیت کل فنولی با استفاده از

واکنشگر فولین سیوکالتیو^۱

در این روش ۰/۲ میلی‌لیتر محلول اتانولی عصاره‌ها با غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتیو، و ۱ میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم با هم مخلوط شدند و به وسیله آب مقطر به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسیدند و به مدت سی دقیقه در تاریکی قرار گرفتند. سپس جذب نمونه‌ها با اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ nm در مقابل شاهد خوانده شد و ظرفیت کل فنولی عصاره‌ها با استفاده از منحنی استاندارد گالیک اسید به صورت معادل گالیک اسید در گرم عصاره بیان شد [۹].

ارزیابی میزان توانایی به‌دام‌اندازی رادیکال

دی‌فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH)^۲ به

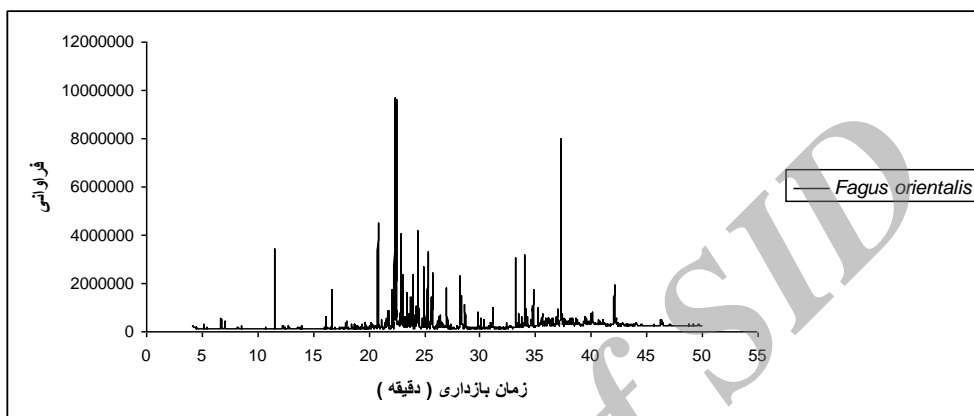
منزله معیاری از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

برای انجام‌دادن این آزمایش، ۳/۹ میلی‌لیتر محلول اتانولی DPPH با غلظت ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر با ۰/۱ میلی‌لیتر محلول اتانولی عصاره‌های هر یک از گونه‌ها با غلظت ۰/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر مخلوط شدند و به مدت سی دقیقه در تاریکی قرار گرفتند. جذب مخلوط توسط اسپکتروفتومتر در طول موج nm

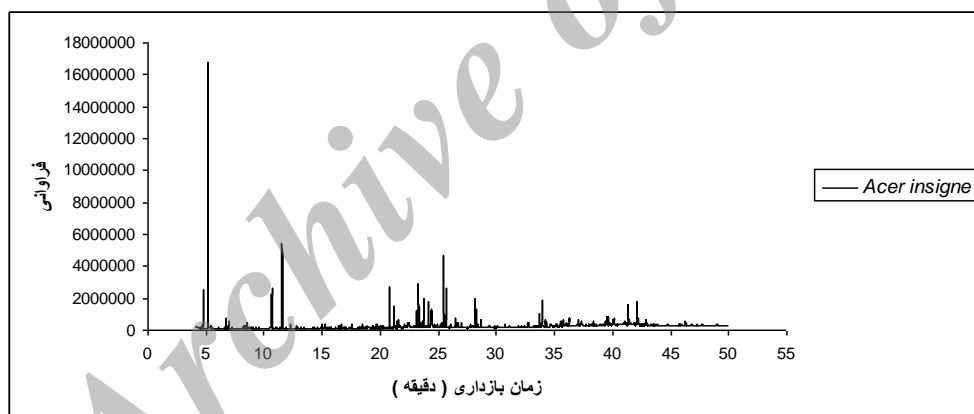
1. Folin- ciocalteu
2. 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl

جدول ۱. بازده استخراج عصاره‌های مواد استخراجی گره‌ها، استخراج با حلال اتانول-آب (۱:۹ v/v)

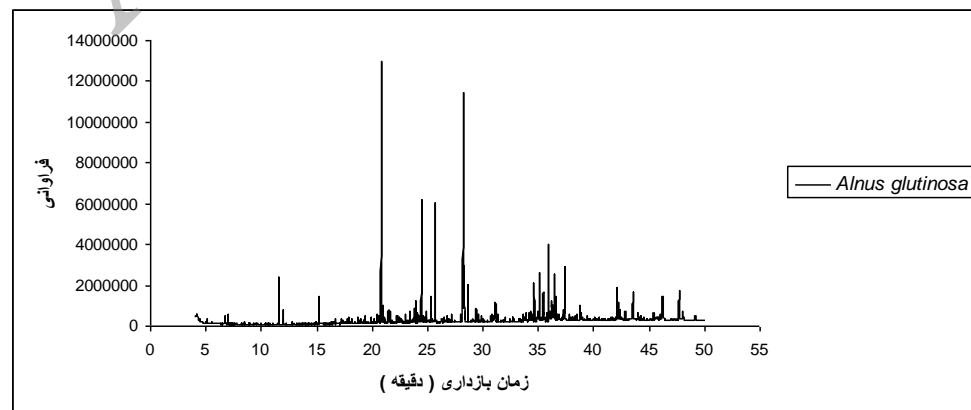
| نام گونه | بازده استخراج (%) |
|---------------|-------------------|
| راش | ۳,۱۹ |
| افراپلت | ۳,۱۹ |
| توسکای قشلاقی | ۱,۷۹ |
| ممرز | ۴,۳۳ |



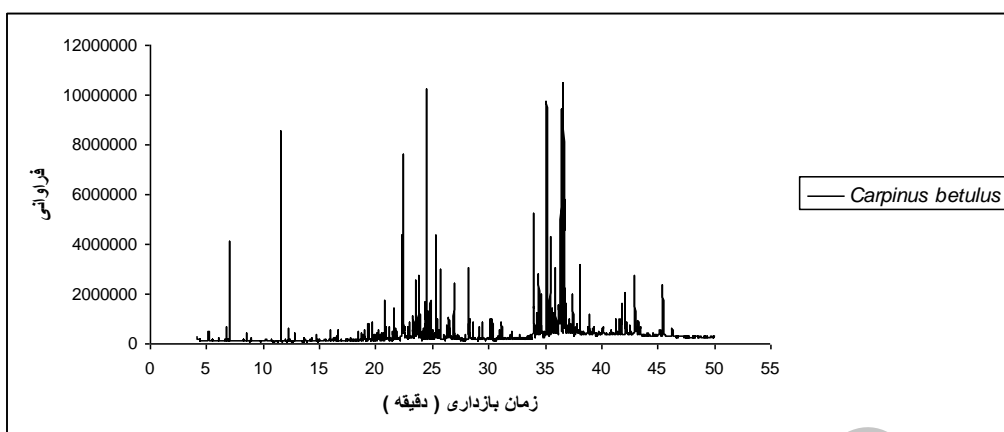
(الف)



(ب)



(ج)



(د)

شکل ۱. کروماتوگرام گازی (GC) عصاره مواد استخراج شده از گره‌های گونه‌های الف) راش، ب) افرایت، ج) توسکای قشلاقی، د) ممرز؛ استخراج با حلال اتانول- آب (۷۷/۹:۱)

جدول ۲. بازده (%) گروه‌های اصلی ترکیبات شناسایی شده در عصاره‌های مواد استخراجی گره‌ها؛ استخراج با حلال اتانول- آب (۷۷/۹:۱)

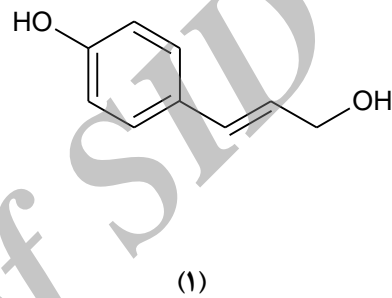
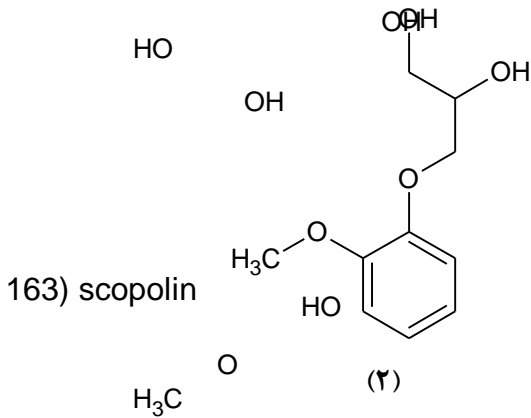
| نام ترکیب | راش | افرا | توسکا | ممرز |
|-----------------------------------|-------|------|-------|------|
| قندها | ۳۲،۵۷ | ۲۵،۱ | ۲۴،۶ | ۲۹ |
| اسیدهای چرب | ۴،۸ | ۱۰،۶ | ۲۶،۶ | ۴،۲ |
| موم‌ها | ۱ | ۰،۹ | ۱،۷ | ۰،۱ |
| * ترپنوییدها | | | | |
| a) اسیدهای رزینی | | | | |
| b) سایر ترپنوییدها | ۰،۳ | ۳،۱ | ۱،۳ | ۰،۴ |
| استروئیدها | ۱،۹ | ۶ | ۴،۲ | ۱،۳ |
| آلکالوئید تالبوتین | ۷،۶ | | | |
| مونومرهای آروماتیکی | ۱۹،۲ | ۰،۷ | ۸،۹ | ۶،۶ |
| ترکیبات آروماتیکی | ۵،۷ | ۰،۵ | ۱،۶ | ۷،۴ |
| * مونومرهای فنولی زیست فعال | | | | |
| a) اسیدهای فنولی زیست فعال | ۱،۷ | ۲ | ۲،۱ | ۲،۳ |
| b) سایر مونومرهای فنولی زیست فعال | ۵،۱ | ۹،۸ | ۳،۸ | ۱،۵ |
| کینون‌ها | ۱،۱ | ۰،۵ | | ۰،۲ |
| ترکیبات فنولی زیست فعال | ۳،۷ | ۱،۹ | ۰،۳ | |

جدول ۲ نشان می‌دهد نوع و مقدار مواد استخراجی در گونه‌های مختلف متفاوت است. اسیدهای رزینی در پهن‌برگان شناسایی نشدند.

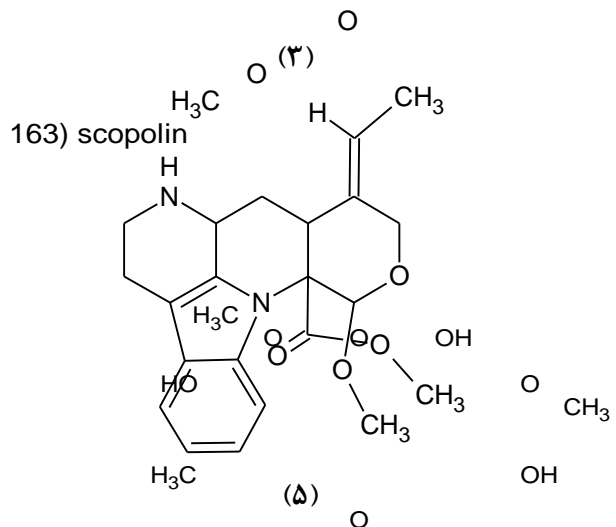
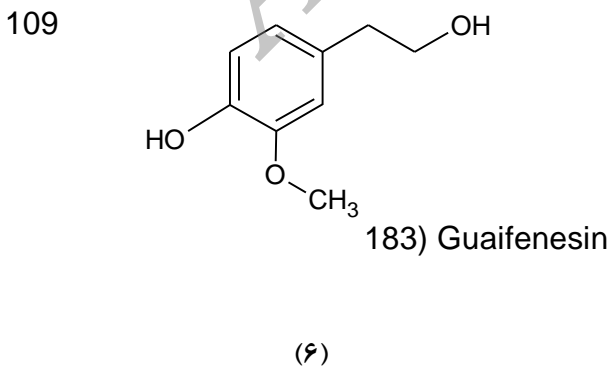
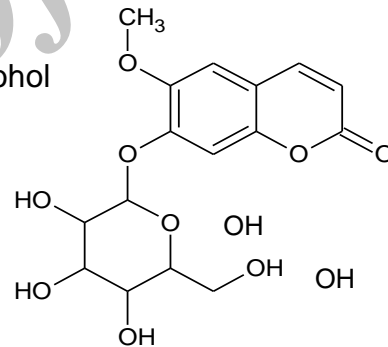
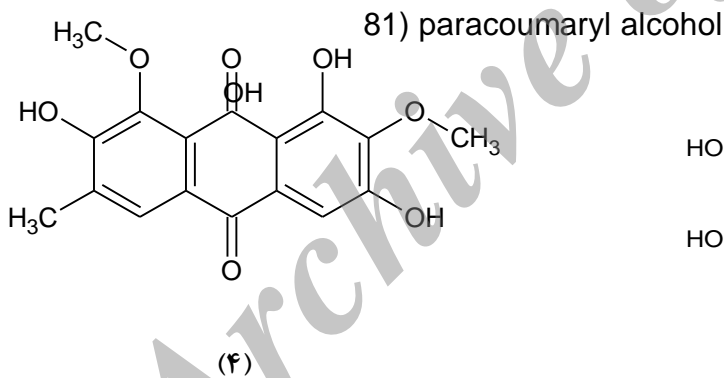
جدول ۲ بازده گروه‌های اصلی ترکیبات شناسایی شده در عصاره‌های مواد استخراجی گره‌ها را نشان می‌دهد.

دارند و به ترتیب ۲۴/۹ و ۱۴/۲ درصد عصاره اتانولی **HO** این گونه‌ها را تشکیل می‌دهند. **CH₃ OH** شکل ۲ تعدادی از ترکیبات مهم شناسایی شده در عصاره‌های اتانولی گره‌های گونه‌های **HO** را افزایش می‌دهد. **paracoumaryl alcohol** **benzoic acid**

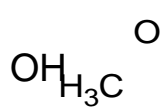
آلکالوئیدها، که از نظر زیستی ترکیباتی فعال‌اند و خواص ضد میکروبی دارند [۱۲]، فقط **H₃C** گونه راش شناسایی شدند و ۷/۶ درصد از عصاره اتانولی راش را آلکالوئید تالبوتین^۱ تشکیل می‌دهد. مونومرها و ترکیبات آروماتیکی در گونه راش و مونومرها و ترکیبات فنولی در گونه افراپلت بیشترین مقدار را



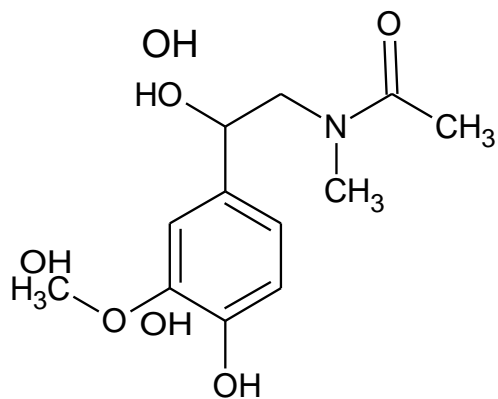
ifenesisin



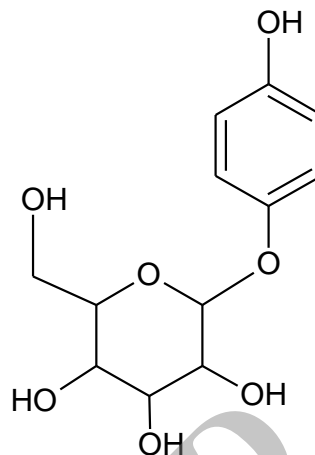
1. Talbotine



HO



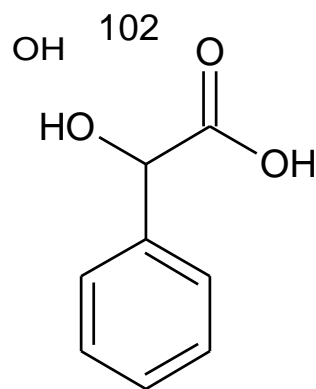
(۸)



(۷)

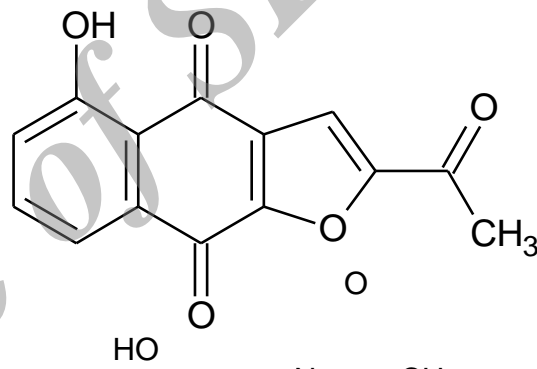
H₃C

O



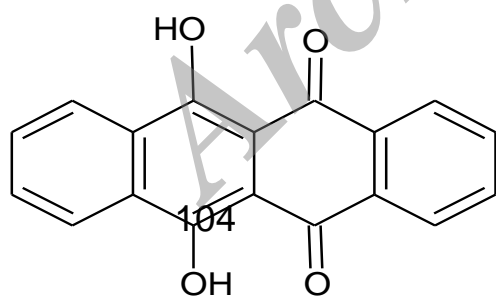
25

(۱۰)

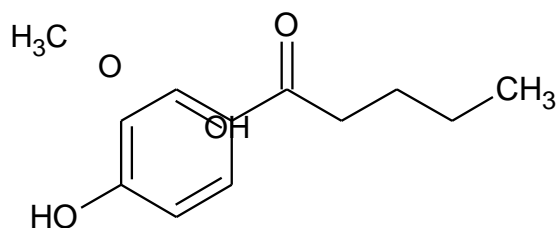


(۹)

N CH₃
CH₃



(۱۲)



(۱۱)

شکل ۲. تعدادی از ترکیبات مهم شناسایی شده در عصاره‌های اتانولی گره‌ها

130

نشان می‌دهد.

جدول ۳ زمان‌های بازداری ترکیبات مهم شناسایی شده در کروماتوگرام‌های گازی شکل ۱ را

جدول ۳. زمان‌های بازداری ترکیبات مهم شناسایی شده در عصاره‌های اتانولی مواد استخراجی گره‌ها

| شماره ترکیب در شکل ۲ | نام ترکیب | زمان بازداری (دقیقه) |
|----------------------|---|----------------------|
| راش | | |
| ۱ | پاراکوماریل الکل | ۲۴,۱۵ |
| ۲ | گویافنسنین | ۳۶,۱۸ |
| ۳ | اسکوپولین | ۳۴,۷۷ |
| ۴ | ۹، ۱۰- آنتراکیندیون، ۳، ۷- تری‌هیدروکسی - ۲، ۸- دی‌متوکسی - ۶ | ۲۶,۲۲ |
| | متیل | |
| ۵ | آلکالوئید تالبوتین | ۳۷,۲۵ |
| افرا پلت | | |
| ۶ | هومووانیل الکل | ۲۰,۱۹ |
| ۱ | پاراکوماریل الکل | ۲۴,۱۴ |
| ۷ | آربوتین | ۳۹,۶۵ |
| ۸ | متانفرین | ۴۰,۱۱ |
| ۹ | ۲- استیل - ۵- هیدروکسی نفتو ۲، ۳ فوران - ۴، ۹- دیون | ۱۸,۴۳ |
| توسکای قشلاقی | | |
| ۱۰ | ماندلیک اسید | ۳۷,۳۵ |
| ۱۱ | پنتانوئیل فنول | ۳۹,۴۴ |
| ممرز | | |
| ۱۲ | ۶، ۱۱- دی‌هیدروکسی - ۵، ۱۲- نفتاکنیدیون | ۳۵,۳۶ |

ارزیابی ظرفیت کل فنولی و خواص

آنتی‌اکسیدان عصاره‌ها

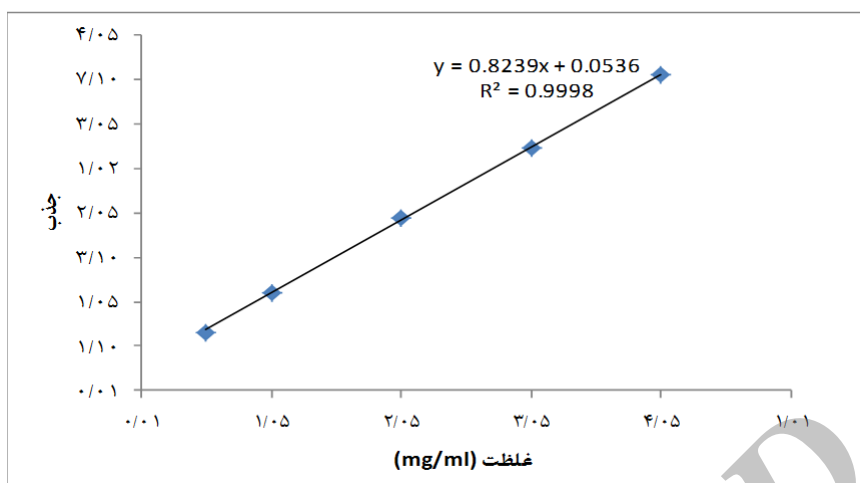
ارزیابی ظرفیت کل فنولی توسط واکنشگر

فولین سیوکالتیو

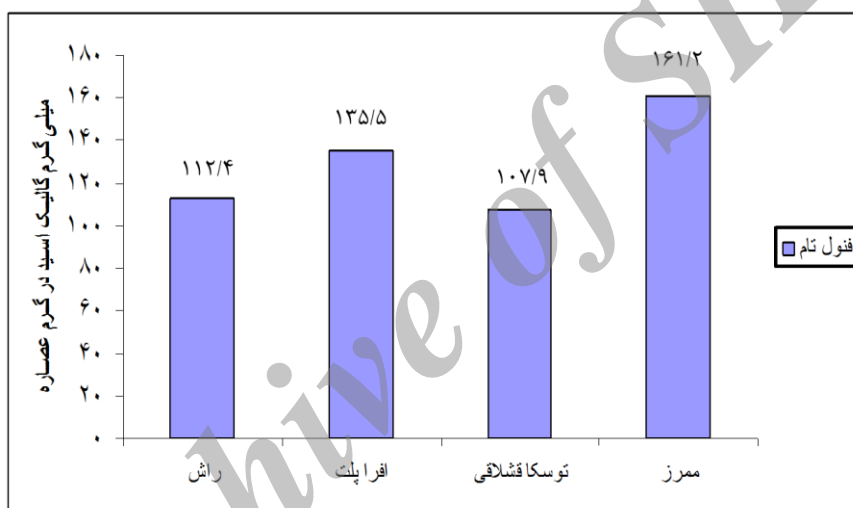
شکل ۳ منحنی استاندارد گالیک اسید و ظرفیت کل فنولی عصاره‌های اتانولی گره‌ها را نشان می‌دهد.

با مقایسه ظرفیت کل فنولی عصاره‌ها در این روش با مقادیر ترکیبات فنولی به دست آمده در آنالیز GC/MS، که در جدول ۲ آمد، مشاهده می‌شود بین مقادیر به دست آمده از ترکیبات فنولی عصاره‌ها در روش ارزیابی ظرفیت کل فنولی توسط واکنشگر

فولین سیوکالتیو و آنالیز GC/MS تفاوت‌هایی وجود دارد. این تفاوت می‌تواند به این دلیل باشد که در روش فولین سیوکالتیو ارزیابی ظرفیت کل فنولی بر اساس کاهش کمپلکس فسفوتنگستات- فسفومولیدات توسط آنتی‌اکسیدان‌هاست؛ که در عصاره‌های اتانولی گره‌های این گونه‌ها، علاوه بر ترکیبات فنولی، ترکیبات آنتی‌اکسیدان دیگری نیز وجود دارد. در نتیجه، ارزیابی ظرفیت کل فنولی بر اساس روش فولین سیوکالتیو نمی‌تواند به طور کامل و دقیق بیانگر مقدار ترکیبات فنولی عصاره‌ها باشد و نمی‌تواند با نتایج حاصل از آنالیز GC/MS مقایسه شود.



(الف)



(ب)

شکل ۳. الف) منحنی استاندارد گالیک اسید، ب) ظرفیت کل فنولی عصاره‌های اتانولی گردهای گونه‌های راش، افراپلنت، توسکای قشلاقی، و ممرز (میلی گرم گالیک اسید در گرم عصاره)

بیشترین مقدار درصد مهار رادیکال DPPH را به خود اختصاص می‌دهد؛ طوری که این میزان مهار بیشتر از درصد مهار رادیکال DPPH توسط استاندارد BHA (۳- ترت- بوتیل- ۴- هیدروکسی- آنیزول) است. به طور کلی، می‌توان گفت خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های اتانولی حاصل از گردهای این گونه‌ها زیاد است. زیرا در این آزمون وقتی غلظت عصاره‌ها کمی بیشتر از ۰/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر باشد تغییر

ارزیابی میزان توانایی به‌دام‌اندازی رادیکال

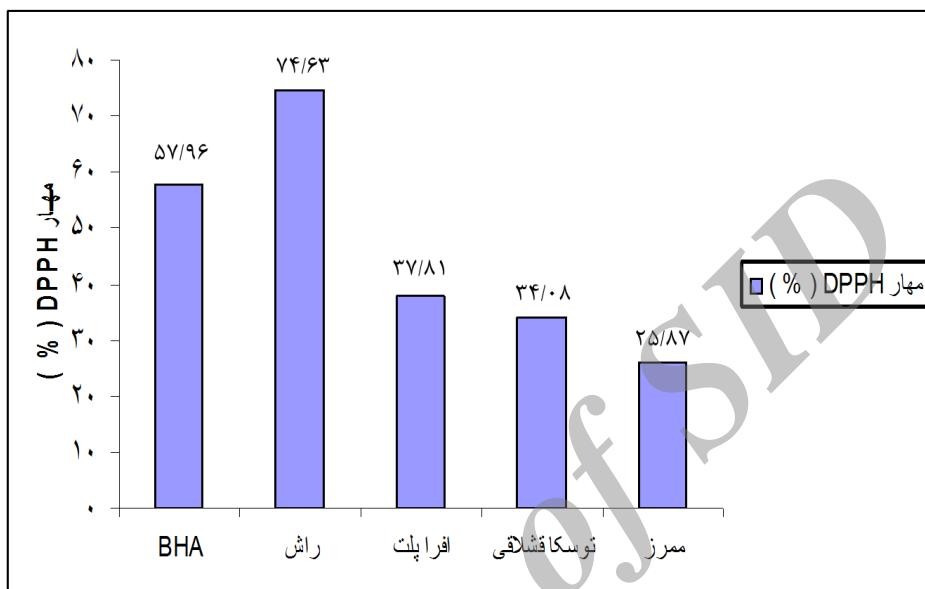
DPPH و ظرفیت کلیت‌کنندگی یون آهن II

شکل‌های ۴ و ۵ به ترتیب ارزیابی میزان توانایی به‌دام‌اندازی رادیکال DPPH و ارزیابی ظرفیت کلیت‌کنندگی یون آهن II را توسط عصاره‌های اتانولی گردها نشان می‌دهند.

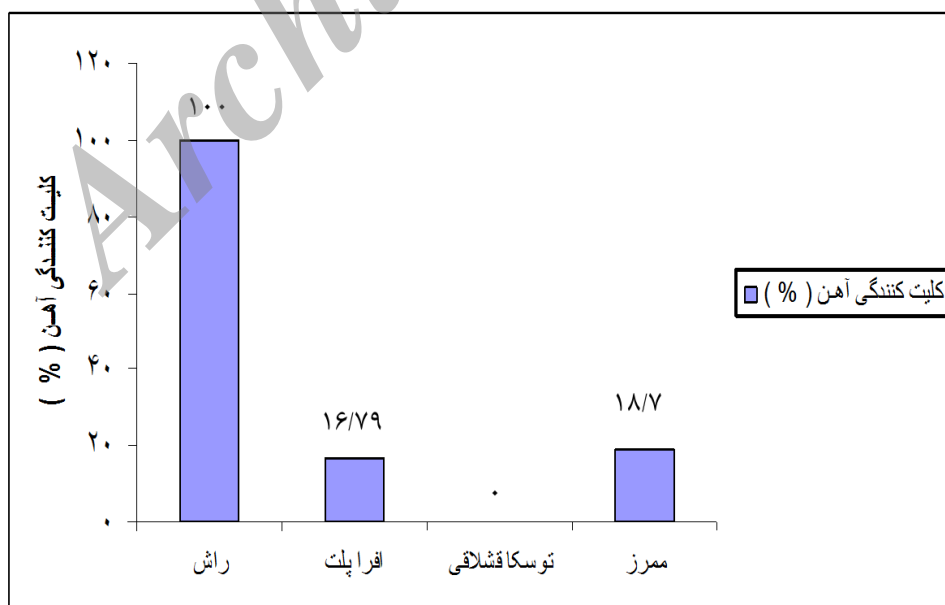
شکل ۵ نشان می‌دهد عصاره اتانولی گونه راش

غلظت‌های بیشتر از ۰/۵ میلی گرم بر میلی لیتر
عصاره‌ها به طور کامل رادیکال‌های DPPH را مهار
می‌کنند.

رنگ محلول اتانولی رادیکال‌های DPPH توسط
عصاره‌ها خیلی سریع است و به طور کامل از بنفش
به رنگ زرد تغییر پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، در



شکل ۴. ارزیابی میزان توانایی به‌دام‌اندازی رادیکال DPPH توسط عصاره‌های اتانولی گره‌های گونه‌های راش، افراپلت، توسکای قشلاقی، و ممرز (غلظت عصاره‌ها ۰/۵ میلی گرم بر میلی لیتر)



شکل ۵. ارزیابی ظرفیت کلیت‌کنندگی یون آهن II توسط عصاره‌های اتانولی گره‌های گونه‌های راش، افراپلت، توسکای قشلاقی، و ممرز (غلظت عصاره‌ها ۲ میلی گرم بر میلی لیتر)

بالای آلکالوئیدها و ترکیبات آروماتیکی در گونه راش می‌تواند دلیلی بر دوام طبیعی زیاد راش در برابر عوامل مخرب بیولوژیک باشد. علاوه بر ترکیبات فنولی، سایر ترکیبات آنتی‌اکسیدان در عصاره‌های اتانولی گره‌ها وجود دارند. در نتیجه، ارزیابی ظرفیت کل فنولی بر اساس روش فولین سیوکالتیو نمی‌تواند به طور کامل و دقیق بیانگر مقدار ترکیبات فنولی عصاره‌ها باشد و با نتایج آزمون GC/MS مقایسه شود. خواص آنتی‌اکسیدان عصاره‌های اتانولی، علاوه بر مقدار، به نوع ترکیبات عصاره‌ها بستگی دارد. به طور کلی، خواص آنتی‌اکسیدان عصاره‌های اتانولی گره‌ها زیاد است.

همچنین شکل ۵ نشان می‌دهد در ارزیابی کلیت‌کنندگی یون آهن II عصاره گونه راش در غلظت ۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر یون آهن II را به طور کامل مهار می‌کند و در همین غلظت عصاره گونه توسکا هیچ گونه درصد مهاری ندارد. به عبارت دیگر، با توجه به مقدار و نوع ترکیبات عصاره‌های گونه‌های مختلف و توانایی هر ترکیب در مهار یون آهن II، ظرفیت کلیت‌کنندگی در عصاره‌های گونه‌های مختلف در یک غلظت مشخص متفاوت است.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد اسیدهای رزینی در گونه‌های پهن‌برگان وجود ندارد. همچنین درصد

Archive of SID

References

- [1]. Neacus, M., Eklund, P. C., Sjöholm, R. E., Pietarinen, S. P., Ahotupa, M. O., Holmbom, B. R., and Willfor, S. M. (2007). Antioxidant flavonoids from knotwood of *Jack pine* and European aspen. *Holz Roh Werkst*, 65: 1-6.
- [2]. Willfor, S., Hemming, J., Reunanen, M., Eckerman, C., and Holmbom, B. (2003). Lignans and lipophilic extractives in Norway spruce knots and stemwood. *Holzforschung*, 57 (1): 27-36.
- [3]. Holmbom, B., Eckerman, C., Eklund, P., Hemming, J., Nisula, L., Reunanen, M., Sjöholm, R., Sundberg, A., Sundberg, K., and Willfor, S. (2003). Knots in trees-A new rich source of lignans. *Phytochemistry Reviews*, 2: 331-340.
- [4]. Holmbom, B., Willfor, S., Hemming, J., Pietarinen, S., Nisula, L., Eklund, P., and Sjöholm, R. (2007). Knot in trees: A rich source of bioactive polyphenols. In: *Materials, Chemicals and Energy from Forest Biomass*. Eds: Argyropoulos, D., Oxford University press. 350-362.
- [5]. Si, C. L., Jiang, J. Z., Liu, S. C., Hu, H. Y., Ren, X. D., Yu, G. J., and Xu, G. H. (2013). A new lignan glycoside and phenolics from the branch wood of *pinus banksiana* Lambert. *Holzforschung*, 67 (4): 357-363.
- [6]. Piispanen, R., Willfor, S., Saranpää, P., and Holmbom, B. (2008). Variation of lignans in Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) Knotwood: within-stem variation and the effect of fertilization at two experimental sites in Finland. *Trees*, 22: 317-328.
- [7]. Pietarinen, S. P., Willfor, S. M., Ahotupa, M. O., Hemming, J. E., and Holmbom, B. R. (2006). Knotwood and bark extracts: strong antioxidant from waste materials. *Wood Science*, 52: 436-444.
- [8]. Lindberg, L. E., Willfor, S. M., and Holmbom, B. R. (2004). Antibacterial effects of knotwood extractives on paper mill bacteria. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 31: 137-147.
- [9]. Ramamoorthy, P. K. and Bono, A. (2007). Antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content of morinda citrifolia fruit extracts from various extraction processes. *Engineering Science and Technology*, 2(1): 70-80.
- [10]. Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., and Nakamura, T. (1992). Antioxidative properties of xanthin on autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Agricultural and Food Chemistry*, 40: 945-948.
- [11]. Dinis, T. C. P., Mederia, V. M., and Almeida, L. M. (1994). Action of phenolic derivatives (acetoaminophen, salicylate and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 315: 161-169.
- [12]. Umezawa, T. (2001). *Chemistry of Extractives*. Kyoto: Kyoto University press. 213-232.