



دانشکده علوم

گروه شیمی کاربردی

عنوان

بررسی فیتوشیمیایی گیاه هویج کوهی *Astrodaucus Orientalis* بومی استان اردبیل

اساتید راهنما

دکتر غلامحسن ایمانزاده

دکتر سید مهدی رضوی

استاد مشاور

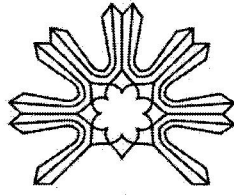
دکتر علیرضا قاسمیان

توسط

سهیلا دولتی

دانشگاه محقق اردبیلی

تابستان ۱۳۹۰



دانشگاه محقق اردبیلی

دانشکده علوم

عنوان

بررسی فیتوشیمیایی گیاه هویج کوهی *Astrodoucus Orientalis* بومی استان اردبیل

توسط

سهیلا دولتی

پایان نامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته شیمی آلی

از

دانشگاه محقق اردبیلی اردبیل-ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته دفاع از پایان نامه با درجه:

دکتر غلامحسین ایمانزاده (استاد راهنمای اول و رئیس کمیته)

دکتر سید مهدی رضوی (استاد راهنمای دوم و رئیس کمیته)

دکتر علیرضا قاسمیان (مشاور)

دکتر محمد رضا زمانلو (داور داخلی)

دکتر غلامرضا دهقان (داور خارجی)

دانشیار

استادیار

استاد یار

استادیار

استادیار

**تقدیم به پدر و مادر دلسوز و مهربان**

**و**

**همسر نیک اندیشم**

## بسم الله الرحمن الرحيم

حمد و سپاس خداوند باری تعالی، خالق حی و توانا، رب رحیم و پروردگار حلیم، او که یادش آرامبخش دلها و عمل به فرامینش ضامن رهائی از ظلمتهاست.

مهربانا، هزاران بار شکر به شکرانه‌ی پدر و مادری دلسوز و مهربان و همسری نیکاندیش که شمع وجودشان را عاشقانه به پایم سوزاندند.

و من اکنون در میانه‌ی یک راه نورانی و پرثمر به نقطه عطف دیگری رسیده‌ام، پایان خوشی که امیدوارم آغاز نویدبخشی برای آینده بهتر باشد. بر خود واجب میدانم از همه عزیزانی که در انجام این پایان نامه به هر طریق مرا یاری نمودند، سپاسگزاری کرده و برای آنها آرزوی توفیق روزافزون داشته باشم.

از سروران ارجمند، اساتید توانا و دلسوز، جناب آقای دکتر ایمانزاده و جناب آقای دکتر رضوی، اساتید راهنمای اینجانب، به پاس زحمات فراوان و راهنمایی‌های ارزنده‌شان، کمال تشکر و قدردانی را دارم. چرا که با هدایت‌ها و پشتیبانی‌های بی‌دریغ خود، اجازه‌ی فعالیت در زمینه‌ی مورد علاقه بنده را داده و راه موفقیت را بر من هموار ساختند. از آقای دکتر قاسمیان که مشاورت این تحقیق را بر عهده داشتند، سپاسگزاری می‌نمایم. همچنین از آقایان دکتر محمدرضا زمانلو و دکتر غلامرضا دهقان در کسوت داوران داخلی و خارجی و نیز مدیر محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر زهری، کمال تشکر و سپاس را دارم.

آرزوی سلامتی، عزت دنیا و آخرت و پیروزی برای همه‌ی عزیزان دارم.

نام خانوادگی دانشجو: دولتی	نام: سهیلا
عنوان پایان نامه: بررسی فیتوشیمیایی گیاه هویج کوهی <i>Astrodaucus Orientalis</i> بومی استان اردبیل	
استاد (اساتید) راهنما: دکتر غلامحسن ایمانزاده و دکتر سید مهدی رضوی استاد (اساتید) مشاور: دکتر علیرضا قاسمیان	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: شیمی گرایش: آلی دانشگاه: محقق اردبیلی	
دانشکده: علوم	تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۰/۴/۲۲
تعداد صفحه: ۱۰۱	
کلید واژه‌ها: <i>Astrodaucus Orientalis</i> ، چتریان، هویج کوهی، متابولیت‌های ثانویه، سوکسله.	
چکیده:	
<p>گیاه <i>Astrodaucus Orientalis</i> گیاهی است دوساله یا پایا، متعلق به تیره‌ی چتریان که بومی استان اردبیل بوده و در نقاط مختلف استان پراکنش دارد. در تحقیق حاضر، گیاه مورد بحث از نظر فیتوشیمیایی مورد بررسی قرار گرفته است. ترکیبات فرار گل‌آذین و برگ گیاه هویج کوهی به روش تقطیر با بخار آب حاصل شده و سپس توسط روش GC/MS مورد آنالیز قرار گرفت. در مجموع ۴ و ۳ ترکیب به ترتیب از اسانس‌های گل‌آذین و برگ شناسایی شدند. علاوه بر این متابولیت‌های ثانویه گیاه نیز مورد بررسی قرار گرفت. اندام‌های هوایی آستراداکوس با استفاده از دستگاه سوکسله عصاره‌گیری شده و عصاره‌ی هگزانی برگ این گیاه، با روش کروماتوگرافی مایع در خلاء و پره پاراتیو TLC مورد آنالیز واقع شد. در این بررسی‌ها، یک مشتق فنلی جدید تحت عنوان ۲ و ۴ - دی هیدروکسی فنیل (E) -۶- اکتا دکنوت از این گیاه استخراج شد. ساختار این ترکیب با استفاده از روش‌های اسپکتروسکوپی مختلف نظیر <math>^1\text{H-NMR}</math>، <math>^{13}\text{C-NMR}</math>، H-H cosy، HMBC، Mass و IR شناسایی گردید. در بررسی فیتوشیمیایی گیاه هویج کوهی هیچ ترکیب کومارینی از این گیاه استخراج نگردید. از آنجایی که ترکیبات کومارینی در جنس‌های پیشرفته‌تری نظیر <i>Prangos</i>، <i>Herachum</i>، ... وجود دارند، بنابراین نبود کومارین در این گیاه می‌تواند دال بر این نکته باشد که این گیاه از جمله جنس‌های کمتر تحول یافته‌ی تیره‌ی چتریان است.</p>	

## فهرست

صفحه

عنوان

### فصل اول (مقدمه)

۲	۱-۱-اهمیت مطالعات فیتوشیمیایی (اهمیت گیاهان دارویی)
۴	۲-۱- ترکیبات طبیعی
۵	۱-۲-۱- انواع ترکیبات طبیعی
۶	۲-۲-۱- آلکالوئیدها
۶	۱-۲-۲-۱- طبقه‌بندی آلکالوئیدها
۷	۲-۲-۲-۱- توزیع آلکالوئیدها
۷	۳-۲-۲-۱- خواص آلکالوئیدها
۸	۴-۲-۲-۱- بیوسنتز آلکالوئیدها
۹	۵-۲-۲-۱- نقش بیولوژیکی آلکالوئیدها
۱۰	۳-۲-۱- گلیکوزیدها
۱۱	۱-۳-۲-۱- طبقه‌بندی گلیکوزیدها
۱۳	۴-۲-۱- ترین‌ها یا ترینوئیدها
۱۴	۱-۴-۲-۱- طبقه‌بندی ترینوئیدها
۱۶	۲-۴-۲-۱- همی‌ترینوئیدها یا همی‌ترین‌ها (C5)
۱۶	۳-۴-۲-۱- مونوترپن‌ها (C10)
۱۷	۱-۳-۴-۲-۱- مونوترپن‌های خطی
۱۷	۲-۳-۴-۲-۱- مونوترپن‌های تک‌حلقه‌ای
۱۹	۳-۳-۴-۲-۱- مونوترپن‌های دو حلقه‌ای
۲۰	۴-۴-۲-۱- سزکوئی‌ترین‌ها (C15)
۲۰	۵-۴-۲-۱- دی‌ترین‌ها (C20)
۲۱	۶-۴-۲-۱- سزترترین‌ها (C25)
۲۱	۷-۴-۲-۱- تری‌ترین‌ها (C30)



۲۲	..... ۱-۲-۴-۸- تتراترپن‌ها (C40)
۲۳	..... ۱-۲-۴-۹- پلی‌ترین‌ها (Cn>40)
۲۴	..... ۱-۲-۵- فلاونوئیدها
۲۴	..... ۱-۲-۵-۱- ساختار فلاونوئیدها
۲۵	..... ۱-۲-۵-۲- طبقه‌بندی فلاونوئیدها
۲۷	..... ۱-۲-۵-۳- اثرات بیولوژیکی فلاونوئیدها
۲۸	..... ۱-۲-۶- کومارین‌ها
۲۹	..... ۱-۲-۶-۱- طبقه‌بندی کومارین‌ها
۲۹	..... ۱-۲-۷- اسانس‌ها
۳۰	..... ۱-۲-۷-۱- شیمی اسانس‌ها
۳۰	..... ۱-۲-۷-۲- خصوصیات فیزیکی اسانس‌ها
۳۱	..... ۱-۲-۷-۳- محل تجمع اسانس در گیاهان
۳۲	..... ۱-۲-۷-۴- تفاوت اسانس‌ها با روغن‌های ثابت (غیرفرار)
۳۲	..... ۱-۲-۷-۵- کاربرد اسانس‌ها
۳۳	..... ۱-۳- پیشینه تحقیق
۳۳	..... ۱-۳-۱- تعریف و توصیف گیاه هوپج‌کوهی (گیاه‌شناسی)
۳۵	..... ۱-۳-۲- بررسی‌های فیتوشیمیایی گیاه هوپج‌کوهی
۳۸	..... ۱-۳-۳- اثرات بیولوژیکی و خواص درمانی هوپج‌کوهی

## فصل دوم (بخش تجربی)

۴۱	..... ۲-۱- جمع‌آوری و شناسایی گیاه
۴۱	..... ۲-۲- آماده‌سازی نمونه‌های گیاهی
۴۲	..... ۲-۳- تقطیر اسانس
۴۳	..... ۲-۳-۱- آنالیز اسانس
۴۳	..... ۲-۳-۲- کروماتوگرافی گازی توأم با طیف‌سنج جرمی (GC/Mass)
۴۴	..... ۲-۳-۳- مشخصات دستگاه GC/MS
۴۴	..... ۲-۳-۴- شناسایی ترکیبات تشکیل‌دهنده‌ی اسانس

۴۴	..... ۵-۳-۲- شاخص بازداري کواتس
۴۶	..... ۴-۲- عصاره‌گيري
۴۷	..... ۱-۴-۲- بررسي مقدماتي عصاره‌ها
۴۸	..... ۲-۴-۲- فراکسيونه کردن عصاره‌ها
۵۰	..... ۳-۴-۲- بررسي‌هاي آناليتيکال
۵۱	..... ۴-۴-۲- خالص‌سازي ترکيبات
۵۱	..... ۵-۴-۲- preparative TLC تهيه‌ي صفحات
۵۲	..... ۶-۴-۲- اساس کار روش Preparative TLC
۵۴	..... ۷-۴-۲- تعيين ساختمان ترکيبات ( بررسي‌هاي اسپكتروسکوپي )
۵۴	..... ۸-۴-۲- مشخصات دستگاه‌هاي NMR مورد استفاده

### فصل سوم (نتايج)

۵۶	..... ۱-۳- نتايج اسانس‌گيري
۵۹	..... ۲-۳- آناليز اسانس گل‌آذين گياه هويج کوهي
۶۰	..... ۳-۳- آناليز اسانس برگ‌هاي گياه هويج کوهي
۶۱	..... ۴-۳- طيف‌هاي مربوط به ترکيبات شناسايي شده و توصيف آنها
۷۰	..... ۵-۳- نتايج حاصل از تخليص عصاره‌ها
۷۷	..... ۶-۳- بحث و نتيجه‌گيري
۹۵	..... منابع

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- شيوه‌ی اتصال سربهدم در ترين‌ها ..... ۱۶
- شکل ۲-۱- تصوير هر بار يومی آستراداکوس ..... ۳۵
- شکل ۳-۱- ميوه‌ی آستراداکوس ..... ۳۵
- شکل ۱-۲- شکل دستگاه کلونجر ..... ۴۳
- شکل ۲-۲- شکل دستگاه سوکسله ..... ۴۶
- شکل ۳-۲- شکل دستگاه روتاری اواپراتور ..... ۴۷
- شکل ۴-۲- بررسی مقدماتی عصاره‌ی هگزانی (راست)- عصاره‌ی دی‌کلرومتانی (چپ) ، در طول موج ۳۶۵ نانومتر ..... ۴۸
- شکل ۵-۲- کروماتوگرافی مایع درخلاء ..... ۴۸
- شکل ۶-۲- بررسی مقدماتی فراکسیون‌های حاصل از VLC ، توسط لکه‌گذاری و پیشرفت آنها بر روی صفحات TLC ..... ۵۱
- شکل ۷-۲- ژل‌کیش ..... ۵۲
- شکل ۸-۲- تصوير حاصل از preparative TLC ..... ۵۳
- شکل ۱-۳- طیف کروماتوگرام اسانس گل‌آذین گیاه هویج‌کوهی ..... ۵۷
- شکل ۲-۳- طیف کروماتوگرام اسانس برگ گیاه هویج‌کوهی ..... ۵۸
- شکل ۳-۳- طیف جرمی نمونه‌ی مجهول و طیف جرمی استاندارد (Sabinene) ..... ۶۲
- شکل ۴-۳- طیف جرمی نمونه‌ی مجهول و طیف جرمی استاندارد (2-β -Pinene) ..... ۶۳
- شکل ۵-۳- طیف جرمی نمونه‌ی مجهول و طیف جرمی استاندارد (α-Pinene) ..... ۶۴
- شکل ۶-۳- طیف جرمی نمونه‌ی مجهول و طیف جرمی استاندارد (α-Thujene) ..... ۶۵
- شکل ۷-۳- طیف جرمی نمونه‌ی مجهول و طیف جرمی استاندارد ..... ۶۵
- ..... (3-Hexyne -2,5- diol -2,5dimethyl) ۶۶
- شکل ۸-۳- طیف جرمی نمونه‌ی مجهول و طیف جرمی استاندارد (AR-Curcumene) ..... ۶۷
- شکل ۹-۳- طیف جرمی نمونه‌ی مجهول و طیف جرمی استاندارد (α-Zingiberene) ..... ۶۹
- شکل ۱۰-۳- تصوير حاصل از preparative TLC برای فراکسیون ۹۵:۵ استون:کلروفرم ..... ۷۰

- شکل ۳-۱۱ - ساختار مولکولی ۲ و ۴-دی هیدروکسی فنیل (E)-۶-اکتا - دکنوآت ..... ۷۶
- شکل ۳-۱۲ - طیف  $^1\text{H-NMR}$  ترکیب در  $\text{CDCl}_3$  (400 MHz) ..... ۸۱
- شکل ۳-۱۳ - طیف گسترده  $^1\text{H-NMR}$  ترکیب در  $\text{CDCl}_3$  (400 MHz) ..... ۸۲
- شکل ۳-۱۴ - طیف گسترده  $^1\text{H-NMR}$  ترکیب در  $\text{CDCl}_3$  (400 MHz) ..... ۸۳
- شکل ۳-۱۵ - طیف گسترده  $^1\text{H-NMR}$  ترکیب در  $\text{CDCl}_3$  (400 MHz) ..... ۸۴
- شکل ۳-۱۶ - طیف  $^{13}\text{C-NMR}$  ترکیب در  $\text{CDCl}_3$  (125 MHz) ..... ۸۵
- شکل ۳-۱۷ - طیف گسترده  $^{13}\text{C-NMR}$  ترکیب در  $\text{CDCl}_3$  (125 MHz) ..... ۸۶
- شکل ۳-۱۸ - طیف گسترده  $^{13}\text{C-NMR}$  ترکیب در  $\text{CDCl}_3$  (125 MHz) ..... ۸۷
- شکل ۳-۱۹ - طیف گسترده  $^{13}\text{C-NMR}$  ترکیب در  $\text{CDCl}_3$  (125 MHz) ..... ۸۸
- شکل ۳-۲۰ - طیف گسترده  $^{13}\text{C-NMR}$  ترکیب در  $\text{CDCl}_3$  (125 MHz) ..... ۸۹
- شکل ۳-۲۱ - طیف IR ترکیب شناسایی شده ..... ۹۰
- شکل ۳-۲۲ - طیف H-H-Cosy (500 MHz) ..... ۹۱
- شکل ۳-۲۳ - طیف HMBC (500 MHz) ..... ۹۲
- شکل ۳-۲۴ - طیف جرمی ترکیب ..... ۹۳
- شکل ۳-۲۵ - طیف HRMS ترکیب ..... ۹۴

## فهرست جداول

- جدول ۱-۱- طبقه‌بندی ترپنوئیدها براساس تعداد واحدهای ایزوپرنی ..... ۱۵
- جدول ۲-۱- زیرگروه‌ها و منابع غذایی فلاونوئیدها ..... ۲۷
- جدول ۳-۱- عناصر معدنی ( $g.100 g^{-1}$ ) موجود در گونه‌های مختلف گیاهان خودرو ..... ۳۸
- جدول ۱-۲- زمان جمع‌آوری گیاه ..... ۴۱
- جدول ۲-۲- روند و مقدار افزایش حلالها ..... ۵۰
- جدول ۱-۳- نتایج حاصل از آنالیز اسانس گل‌آذین گیاه هویج کوهی ..... ۵۹
- جدول ۲-۳- نتایج حاصل از آنالیز اسانس برگ گیاه هویج کوهی ..... ۶۰
- جدول ۳-۳- جابجایی‌های شیمیایی مربوط به طیف  $^1H-NMR$  ..... ۷۲
- جدول ۴-۳- جابجایی‌های شیمیایی مربوط به طیف  $^{13}C-NMR$  ..... ۷۴

# فصل اول

مقدمه

## ۱-۱- اهمیت مطالعات فیتوشیمیایی<sup>۱</sup> (اهمیت گیاهان دارویی<sup>۲</sup>)

فیتوشیمی دانش بررسی و مطالعه‌ی ترکیبات شیمیایی گیاهی است. به بیان دیگر می‌توان گفت: شاخه‌ای از علم شیمی است که موضوع آن، مطالعه‌ی ترکیبات شیمیایی گیاهان است. در مفهوم اختصاصی‌تر، فیتوشیمی با شیمی گیاهان دارویی مرتبط است و در طول قرون متمادی، بسیاری از ترکیبات گیاهی نقش اساسی در صنایع داروسازی داشته‌اند.

استفاده از ترکیبات دارویی مشتق از گیاهان، نه تنها قدمت زیادی دارد، بلکه به دلیل عوارض جانبی بی‌شمار داروهای شیمیایی از یک سو و نارسایی‌های متعدد طب نوین در درمان برخی از بیماریها، با گذشت زمان، بار دیگر پرورش و تولید گیاهان دارویی با رشد قابل توجهی روبرو شده است.

در حقیقت استفاده‌ی روز افزون مردم از گیاهان دارویی را می‌توان به دلایل زیر دانست:

- ۱- تهیه‌ی برخی از مواد موثره‌ی فعال که در صنایع دارویی از اهمیت بسیار برخوردارند، بطور مصنوعی امکانپذیر نبوده و تنها بصورت طبیعی از گیاهان مورد نظر قابل استخراج‌اند [۱].
- ۲- مواد دارویی مصنوعی (شیمیایی) اگر چه بطور سریع اثر می‌بخشند و دارای تأثیر مشخص نیز می‌باشند (ممکن است صرفاً مسکن باشند یا فقط تب بر و یا ...) ولی اکثر آنها عوارض جانبی نامطلوبی بر بدن انسان بر جای می‌گذارند. در حالی که مواد دارویی حاصله از گیاهان با آنکه به تدریج تأثیر می‌بخشند، ولی دارای اثرات مفید جانبی چندی می‌باشند و از این رو فواید جامعی از نظر دوام و سلامت بدن دارند [۱].
- ۳- مواد موثره‌ی گیاهان بخصوص عطریات و اسانس‌ها، موارد استفاده‌ی متعدد و متفاوتی در صنایع لوازم آرایش و صنایع مواد شیمیایی خانگی (نظیر: شامپو، صابون، عطر و ...) دارند، بطوری که بدون حضور این مواد، ساخت و تهیه‌ی بسیاری از محصولات صنایع شیمیایی یاد شده امکان پذیر نخواهد بود [۱].

در نتیجه، آشنایی علمی و بنیادی انسانها با خواص و آثار مفید مواد دارویی طبیعی، موجبات استفاده‌ی روز افزون از آنها را فراهم آورده است [۱].

تخمین زده شده که حدود ۸۰٪ از کل داروها از منابع گیاهی مشتق می‌شوند، مخصوصاً آنهایی که در مناطق گرمسیر یافت می‌شوند. اگر چه بسیاری از این نوع گیاهان اغلب در مناطق دور دستی رشد می‌کنند که گونه‌های آنها تا این زمان شناسایی شده‌اند و تنها حدود ۱۵٪ از گونه‌های شناخته شده در این مناطق، در مورد خواص دارویی‌شان تحقیق و بررسی شده‌اند. بنابراین تعداد بیشماری از داروهای مشتق شده از گیاهان و ترکیبات مفید دیگر وجود دارند که در کل جهان، کشف و شناسایی شده‌اند [۲].

به‌طور کلی گیاهان دارویی با صفات زیر مشخص می‌شوند:

الف) گیاه دارویی سه جنبه کاربردی دارد: طبّی، ادویه‌ای، عطری و برخی در آن واحد دو یا هر سه جنبه را دارند [۱]؛

ب) ممکن است اندام خاصی چون: ریشه، ساقه، برگها، گل و ... حاوی مواد موثره مورد نظر باشد. از این رو نمی‌توان تمام اندام‌های گیاه مربوطه را منبع دارویی مورد نظر دانست [۱].

ج) معمولاً از اندام‌های مورد نظر به صورت تازه استفاده نمی‌شود. یعنی، اندام‌های مورد نظر باید تحت تأثیر عملیات خاصی چون؛ تمیز شدن، هوا خوردن، خشک گردیدن، پالودگی و امثال آنها قرار گیرند و پس از آن مورد استفاده واقع شوند [۱].

د) گیاهان دارویی مورد عمل در کشاورزی ممکن است هم محصولات زراعی و هم محصولات باغی را شامل گردند. در صورتی که محصولات کشاورزی دیگر هر کدام، معمولاً یا در رده‌ی زراعت قرار می‌گیرند یا در رده‌ی باغبانی (البته به‌طور مرسوم، فعالیت‌های مربوط به تولید و فرآوری گیاهان دارویی در محدوده‌ی امور باغبانی منظور می‌شود) [۱].

اساساً از گیاهان حاوی مواد موثره استفاده‌های مختلفی به عمل می‌آید و این گیاهان به سه گروه اصلی گیاهان دارویی، گیاهان ادویه‌ای و گیاهان عطری طبقه‌بندی می‌شوند:

الف - گیاهان دارویی: مواد موثره‌ی موجود در این گیاهان بطور مستقیم یا غیر مستقیم اثر درمانی دارند و به عنوان دارو مورد استفاده قرار می‌گیرند؛

ب - گیاهان ادویه‌ای: از مواد موثره‌ی فعال موجود در این دسته از گیاهان، در صنایع غذایی، کنسروسازی، نوشابه‌سازی و ... به منظور بهبود در رنگ، طعم و مزه‌ی آنها استفاده می‌شود؛

ج - گیاهان عطری: اندام‌های خاصی در این گیاهان حاوی اسانس‌اند و اسانس از راه تقطیر با بخار آب از آن اندام استخراج می‌شود. گاهی اوقات از یک گیاه به تنهایی می‌توان هر سه استفاده را نمود.



کشف گونه‌های جدید دارویی از بین گیاهان آورده شده از سرزمین‌های دور و پی بردن به ارزش بهداشتی این گونه‌های جدیدالاکتشاف و یافتن مواد جدیدی از ویتامین‌ها، هورمون‌ها، مواد ضد میکروبی، ضد ویروسی و همچنین ضد توموری در میان آنها ما را به احتمال حضور مواد موثره‌ی ارزشمند در بین گیاهان ایران نیز بیش از پیش امیدوار ساخته است [۱].

## ۱-۲- ترکیبات طبیعی<sup>۱</sup>

ترکیبات طبیعی حاصل از گیاهان، دسته‌ی وسیعی از ترکیبات بالغ بر ۱۰۰/۰۰۰ ترکیب با وزن مولکولی کم هستند، که تحت عنوان متابولیت‌های ثانویه<sup>۲</sup> شناخته می‌شوند [۲ و ۳]. متابولیت‌های ثانویه گیاهی، ترکیباتی آلی هستند که مستقیماً در رشد، نمو یا تولید مثل گیاه دخیل نیستند. این ترکیبات دارای ساختار شیمیایی پیچیده‌تری نسبت به متابولیت‌های اولیه (نظیر اسیدهای آمینه) که برای بقاء زندگی سلولها ضروری‌اند، می‌باشند. سلول‌های گیاهی مقادیر متنوعی از این فرآورده‌ها را تولید می‌کنند. بسیاری از این ترکیبات سمی هستند و اغلب در وزیکول‌های خاص یا واکوئل‌ها ذخیره می‌شوند. این نوع ذخیره‌سازی از یک طرف نوعی سمیت‌زدایی برای گیاه است و از طرف دیگر نوعی مخزن ذخیره برای موادی نظیر مولکول‌های غنی از نیتروژن است. اگر چه متابولیت‌های ثانویه‌ی گیاهی بسیار رایج هستند، اما هر گیاهی قادر به تولید هر نوع ترکیب ثانویه‌ای نیست و برخی ترکیبات نیز تنها منحصر و محدود به گونه خاصی هستند. اهمیت متابولیت‌های ثانویه برای گیاهان از ماهیتی اکولوژیک برخوردار است، و این ترکیبات نیز دارای کارکردهای متنوعی‌اند که از آن جمله می‌توان به عملکرد دفاعی در برابر صیادان، انگلها و عوامل بیماریزا، فیتو الکسین‌ها (سموم گیاهی) در هنگام ابتلاء به قارچ جهت جلوگیری از گسترش میسیلیوم قارچ در گیاه، رقابت‌های بین گونه‌ای، یا تسهیل فرآیندهای تولیدمثلی (مثل تولید بوهای جاذب و یا مواد رنگی) و یا ایجاد ارتباط با گرده‌افشانها اشاره کرد.

از سوی دیگر متابولیت‌های ثانویه‌ی گیاهان، تحت عنوان ترکیبات طبیعی نامگذاری می‌شوند که با اثرات سلامتی‌بخش و مفید برای انسانها، در ارتباط بوده و دارای خواص دارویی متنوعی هستند [۴]. بسیاری از این ترکیبات طبیعی معمولاً برای فرآیندهای متابولیکی اساسی گیاه ضروری نیستند، اما اغلب در مورد عملکرد مناسب گیاه در ارتباط با محیط، بحرانی هستند [۲ و ۳].

---

1-Natural product  
2-Secondary metabolites

اعتقاد بر این است که ترکیبات طبیعی نقش حیاتی را در فیزیولوژی<sup>۱</sup> و اکولوژی<sup>۲</sup> (بوم‌شناسی) گیاهی که از آن حاصل شده‌اند، دارند. مخصوصاً به عنوان عوامل دفاعی در مقابل آفت‌ها و عوامل بیماریزا کاربرد دارند و یا عوامل جذب‌کننده‌ی ارگانسیم‌های مفید برای گیاهان از جمله حشرات گرده‌افشان<sup>۳</sup> محسوب می‌شوند. همچنین، به دلیل فعالیت بیولوژیکی آنها، بسیاری از ترکیبات طبیعی گیاهان، بعنوان دارو برای انسانها بکار گرفته شده‌اند [۲].

بیش از هزاران سال است که ترکیبات طبیعی نقش بسیار مهمی را در سراسر جهان در درمان و پیشگیری بسیاری از بیماری‌های مربوط به انسانها داشته‌اند. در حقیقت بیش از ۶۰٪ از عوامل ضد سرطانی رایج و مفید از منابع گیاهی مشتق شده‌اند [۵].

این حقیقت اثبات شده است که ترکیبات طبیعی مشتق از گیاهان، منابعی برای آنتی‌بیوتیک‌های جدید، آنتی‌اکسیدانها، عوامل ضدسرطان و ضد HIV و دیگر عوامل دارویی ارائه می‌دهند [۶].

## ۱-۲-۱- انواع ترکیبات طبیعی

گیاهان دارویی علاوه بر ترکیبات عمومی و اساسی، هر کدام حداقل دارای یک ماده‌ی موثره‌ی ثانویه مخصوص هستند. این مواد موثره‌ی مخصوص که شامل هزاران نوع می‌باشند به ترکیبات طبیعی گیاهی موسوم‌اند [۱].

بطور کلی مواد طبیعی گیاهی را به دو دسته‌ی مواد اولیه و مواد ثانویه تقسیم می‌کنند. مواد اولیه برای موجودات زنده، اساسی و ضروری هستند، یعنی حیات موجودات زنده بستگی به حضور این مواد در پیکر آنان دارد. ولی حضور مواد ثانویه برای تداوم حیات چندان و یا بطور مطلق ضروری نیست [۱].

مواد ثانویه، همانطور که اشاره شد به متابولیت‌های ثانویه نیز مشهورند که شامل ترکیباتی نظیر: آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، روغنهای فرّار (اسانس) و سایر مواد موثره می‌باشند [۱].

منظور از سایر مواد موثره نیز ترکیباتی چون: تریپن‌ها یا تریپنوئیدها [۷]، فلاونوئیدها، ویتامین‌ها، اسیدسیلیسیک (و اسیدهای خاص مشابه آن)، کومارین‌ها، تانن‌ها و بالاخره ترکیبات دیگر امثال آن می‌باشند.

---

1-Physiology  
2-Ecology  
3-Insect Pollinators

باشند که بدلیل ناهماهنگی و گستردگی ساختمان‌های شیمیایی‌شان در سه گروه قبلی جای نمی‌گیرند [۱].

### ۱-۲-۲-۱- آلكالوئیدها<sup>۱</sup>

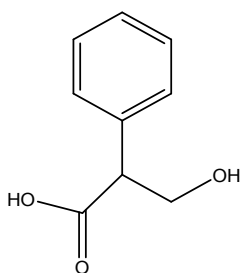
آلكالوئیدها یکی از متنوع‌ترین ترکیبات گروه‌های متابولیت‌های ثانویه هستند که در ارگانسیم‌های زنده یافت می‌شوند [۸]. یک تعریف دقیق از اصطلاح آلكالوئید تا حدی مشکل است، چرا که هیچ مرز مشخصی میان آلكالوئیدها و سایر کمپلکس‌های آمینی وجود ندارد [۹]. آلكالوئیدها ترکیبات حاوی نیتروژن‌اند که غالباً دارای یک حلقه‌ی ناجور هستند [۷]. این ترکیبات چنان‌که از نامشان پیداست خاصیت قلیایی دارند و در محیط اسیدی تولید نمک می‌نمایند [۱].

### ۱-۲-۲-۱- طبقه‌بندی آلكالوئیدها

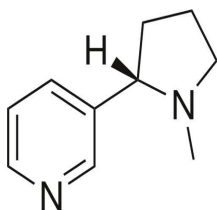
یک تعریف عمومی و ساده از آلكالوئیدها در سال ۱۹۸۳ توسط پلتیر<sup>۲</sup> پیشنهاد شد: یک آلكالوئید، ترکیب حلقوی دارای نیتروژن است که به توزیع در ارگانسیم‌های زنده محدود می‌شود [۸]. آلكالوئیدها را بر حسب خصوصیات بیوشیمیایی و شیمیایی در چند گروه قرار می‌دهند: الف) آلكالوئیدهای حقیقی<sup>۳</sup>: که منشأ آن آمینواسیدهایی نظیر اورنیتین/آرژینین<sup>۴</sup>، هیستیدین<sup>۵</sup> و [۸] و ترکیبات شیمیایی هتروسیلکیک ازت دار می‌باشند [۱].  
مثالهایی از این آلكالوئیدها شامل: آتروپین<sup>۶</sup> (۱)، نیکوتین<sup>۷</sup> (۲) و مورفین<sup>۸</sup> (۳) می‌باشد [۹].

---

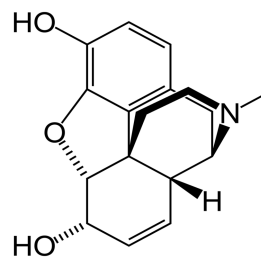
1-Alkaloids  
2-Pelletier  
3-True Alkaloids  
4-Ornithine/Arginine  
5-Histidine  
6-Atropin  
7-Nicotin  
8-Morphine



(۱)

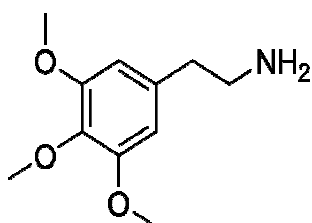


(۲)



(۳)

ب) پروتوآلکالوئیدها<sup>۱</sup>: این دسته از آلکالوئیدها از اسیدهای آمینه ساخته شده و محتوی ترکیبات شیمیایی ازت دار خطی (غیر حلقوی) میباشند [۱]. این نوع آلکالوئیدها به آمینهای بیولوژیکی نیز معروفند [۹]. مثالی از این دسته از آلکالوئیدها ترکیب مسکالین (۴) می باشد.



(۴)

ج) آلکالوئیدهای کاذب<sup>۲</sup>: این دسته از آلکالوئیدها از اسیدهای آمینه تشکیل نشده اند ولی در ساختمان شیمیایی آنها ازت وجود دارد [۱].

## ۱-۲-۲-۲- توزیع آلکالوئیدها

منبع اصلی آلکالوئیدها در گذشته، گیاهان گلدار بوده است، اما در سالهای اخیر در تعداد نمونه های حاوی آلکالوئید افزایش بیشماری صورت گرفته که از آن جمله به حیوانات، حشرات، ارگانسیم های دریایی، میکروارگانسیم ها و گیاهان پست می توان اشاره کرد [۸].

## ۱-۳-۲-۲- خواص آلکالوئیدها

بیشتر آلکالوئیدها، مواد کریستالی هستند که در اثر ترکیب با اسیدها، تولید نمک می نمایند. در گیاهان، آنها ممکن است به حالت آزاد، نمک و یا N-اکسیده وجود داشته باشند. علاوه بر عناصر کربن،