بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه تبریز

مرکز تحقیقات علوم پایه

گروه فیتوشیمی

پایان‌نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته فیتوشمی

عنوان

سنتز نانوذرات اکسید روی با استفاده از عصاره گیاه نسترن وحشی (*Rosa canina*)

استاد راهنما

دکتر سعید جعفری‌راد

استاد مشاور

مهندس مرتضی کوثری‌نسب

پژوهشگر

میثم مهرابی

بهمن‌ماه ۱۳۹۳

تقدیم به

پدر و روح مادر عزیزم

آنان که وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر

مویشان سپیدی گرفت تا رویم سپید بماند

آنان که فروغ نگاهشان، گرمی کلامشان و روشنی رویشان سرمایه های جاودان زندگیم هستند

در برابر وجود گرانمایشان زانوی ادب بر زمین می نهم

و

با تمام احترام، بر دستانشان بوسه می زنم.

با تشکر از استاد با کمالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر سعید جعفری را که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند؛

با تشکر از زحمات استاد مشاور ارجمندم، جناب آقای مهندس مرتضی کوثری نسب.

و تشکر از سرکار خانم دکتر بهارک دیوبند که بی دریغ و با گشاده رویی، مرا از راهنمایی های ارزشمند خویش بهره مند ساختند.

همچنین با تشکر از زحمات فراوان جناب آقای رحیم خلیلی فائزی.

و تمام سپاسم برای خانواده عزیزم که آرامش روحی و آسایش فکری فراهم نمودند تا با حمایت های همه جانبه در محیطی مطلوب، مراتب تحصیلی و نیز پایان نامه درسی را به نحو احسن به اتمام برسانم.

نام خانوادگی: مهرابی **نام**: میثم

عنوان پایان‌نامه: سنتز نانوذرات اکسید روی با استفاده از عصاره گیاه نسترن وحشی (*Rosa canina*)

استاد راهنما: دکتر سعید جعفری‌راد

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته**: شیمی **گرایش**: فیتوشیمی

دانشگاه: تبریز **دانشکده**: مرکز تحقیقات علوم پایه

تعداد صفحات: ۱۱۹ **تاریخ دفاع**: ۱۳۹۳/۱۰/۴

واژه‌های کلیدی: نانو ذرات، عصاره، اکسید روی، متابولیت ثانویه، نسترن وحشی، فیتوسنتز

چکیده

استفاده عصاره گیاهان در فیتوسنتز نانو ذرات، می‌تواند به‌عنوان یک روش دوستدار طبیعت و یک جایگزین مناسب ممکن، برای روش‌های مرسوم مانند روش‌های فیزیکی و شیمیایی استفاده شود.

در این پژوهش میوه گیاه نسترن وحشی بانام علمی *Rosa canina*، از محلات اطراف شهرستان مهاباد، در طی سه ماه از سال جمع‌آوری و خشک گردیدند. جهت بررسی فیتوشیمیایی، عصاره گوشت میوه گیاه، به روش خیساندن در حلال متانول تهیه و از عصاره به‌دست‌آمده در غلظت‌های مختلف، برای تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه با استفاده از روش مهار رادیکال آزاد ۲و۲-دی‌فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH)، استفاده گردیده است. عصاره گوشت میوه گیاه، با روش خیساندن و با حلال آب تهیه و از عصاره به‌دست‌آمده برای فیتوسنتز نانو ذرات اکسید روی با دو روش استفاده از مایکروویو و روش مرسوم در فیتوسنتز نانو ذرات استفاده گردیده است. بررسی ساختار، اندازه و توزیع اندازه ذرات با استفاده از تکنیک‌های XRD، FT-IR، SEM و DLS، انجام گردیده است. در پژوهش انجام‌شده، بیشینه توزیع اندازه ذرات سنتز پایین‌تر از ۱۰۰ نانومتر و در محدوده مواد نانو ساختار قرارگرفته است. بررسی آنتی‌باکتریال ذرات سنتز شده در برابر چهار باکتری استافیلوکوکوس اورئوس، لیستریا مونوسیتوژن، اشرشیا کولی و سالمونلا تیفیموریوم انجام شده است که در بین این باکتری‌ها، در برابر باکتری استافیلوکوکوس اورئوس بیشترین فعالیت آنتی‌باکتریال مشاهده گردیده است.

فهرست مطالب

۱ فصل اول: مقدمه ۲

۱-۱ شیمی گیاهی ۲

۱-۱-۱ ترکیبات گیاهی ۲

۱-۱-۲ متابولیتهای ثانویه ۳

۱-۱-۲-۱ آلکالوئیدها: ۳

۱-۱-۲-۲ ترکیبات فنلی ۴

۱-۱-۲-۳ فلاونوئیدها ۴

۱-۱-۲-۴ ترپنوئیدها: ۶

۱-۱-۲-۵ اسانس ۶

۱-۱-۳ پیشمادههای ساختاری متابولیتهای ثانویه ۷

۱-۲ عصاره ۱۰

۱-۲-۱ روشهای استخراج ۱۰

۱-۲-۱-۱ خیساندن ۱۰

۱-۲-۱-۲ دم کردن ۱۱

۱-۲-۱-۳ هضم کردن ۱۱

۱-۲-۱-۴ پرکولاسیون ۱۱
۱-۲-۱-۵ روش سوکسله ۱۲
۱-۲-۱-۶ استخراج با استفاده از سیال فوق بحرانی ۱۳
۱-۲-۱-۷ استخراج با کمک امواج ریزموج ۱۳
۱-۲-۱-۸ استخراج با کمک امواج اولتراسوند ۱۵
۱-۳ گیاه شناسی ۱۷
۱-۳-۱ معرفی گیاه و جایگاه آن در تقسیمات گیاه ۱۷
۱-۳-۲ ویژگی گیاه نسترن وحشی ۱۸
۱-۳-۳ ترکیبات شیمیایی نسترن وحشی ۱۹
۱-۳-۴ خواص درمانی نسترن وحشی ۲۰
۱-۴ آنتی میکروبها ۲۰
۱-۵ آنتی اکسیدانها ۲۱
۱-۶ روشهای بررسی خاصیت آنتیاکسیدانی عصاره گیاه ۲۳
۱-۶-۱ روش DPPH ۲۳
۱-۶-۲ روش FRAP ۲۴
۱-۷ فناوری نانو ۲۴
۱-۷-۱ دو رویکرد در به وجود آوردن سیستم‌های فناوری نانو نقش دارند: ۲۶

۱-۷-۲ تفاوت عمده بین نانو مواد و توده مواد ۲۶

۱-۸ نانو ذرات فلزی ۲۸

۱-۸-۱ خواص نانو ذرات فلزی ۲۹

۱-۸-۲ روشهای متداول برای تهیه نانو ذرات ۲۹

۱-۸-۳ نانو ذرات اکسید روی ۳۲

۱-۹ سنتز نانو ذرات با کمک مایکروویو ۳۴

۱-۹-۱ فرایند گرمایش توسط مایکروویو ۳۶

۱-۹-۲ تجهیزات دستگاه مایکروویو ۳۶

۱-۱۰ تهیه نانو ذرات با استفاده از عصاره گیاهان ۳۷

۱-۱۱ اختراعات ۳۹

۱-۱۱-۱ روش تولید نانوذره اکسید روی و کاربرد آن (patent No: US 8,512,672 B2) ۴۰

۱-۱۱-۲ سنتز نانو ذرات اکسید روی و استفاده فوتوکاتالیستی (Patent No: US 8,252,256 B2) ۴۲

۱-۱۲ هدف از کار حاضر ۴۴

۲ فصل دوم ۴۶

۲-۱ تجهیزات دستگاهی ۴۶

۲-۲ محلولها ۵۱

۲-۲-۱ محلول نیترات روی شش آبه ۵۱
۲-۲-۲ محلول DPPH ۵۲
۲-۲-۳ محلول استوک ۵۲
۲-۳ روشها ۵۲
۲-۳-۱ تهیه عصاره متانولی میوه گیاه نسترن وحشی ۵۲
۲-۳-۲ تهیه عصاره اتانولی میوه نسترن وحشی ۵۳
۲-۳-۳ تهیه عصاره آبی میوه نسترن وحشی ۵۳
۲-۳-۴ تهیه عصاره آبی گیاهان شاتره و پنیرک ۵۴
۲-۳-۵ واکنش سنتز نانو ذرات اکسید روی با استفاده از عصاره اتانولی ۵۴
۲-۳-۶ واکنش سنتز نانو ذرات اکسید روی با استفاده از عصاره آبی ۵۵
۲-۳-۷ واکنش سنتز نانو ذرات اکسید روی با روش مایکروویو و با استفاده از عصاره آبی ۵۶
۲-۳-۸ واکنش سنتز نانو ذرات اکسید روی با استفاده از عصاره آبی گیاهان شاتره و پنیرک ۵۶
۲-۳-۹ بررسی خاصیت آنتیباکتریال نانو ذرات اکسید روی ۵۶
۲-۳-۱۰ بررسی خاصیت آنتیاکسیدانی با استفاده از روش DPPH ۵۷
۳ فصل سوم ۶۰
۳-۱ بررسی خاصیت آنتیاکسیدانی ۶۰
۳-۱-۱ بررسی خاصیت آنتیاکسیدانی عصاره گوشت میوه نسترن وحشی ۶۰

۳-۱-۲ بررسی خاصیت آنتیاکسیدانی عصاره گیاهان شاتره و پنیرک ۶۳

۳-۲ مراحل فیتو سنتز نانو ذرات اکسید روی..... ۶۶

۳-۲-۱ مکانیسم احتمالی تشکیل نانو ذرات اکسید روی با استفاده از عوامل کاهنده گیاهی ۶۷

۳-۲-۲ عوامل مؤثر بر فیتوسنتز نانو ذرات فلزی ۶۹

۳-۲-۳ اثر عصاره در فیتوسنتز نانو ذرات..... ۶۹

۳-۳ سنتز نانو ذرات اکسید روی ۷۰

۳-۳-۱ سنتز نانو ذرات با استفاده از عصاره اتانولی گوشت میوه نسترن وحشی ۷۰

۳-۳-۱-۱ شناسایی نانو ذرات سنتز شده..... ۷۱

۳-۳-۲ سنتز نانو ذرات اکسید روی با استفاده از عصاره آبی گوشت میوه نسترن وحشی ۷۴

۳-۳-۲-۱ شناسایی و بررسی ساختار نانو ذرات اکسید روی ۷۵

۳-۳-۲-۲ بررسی اندازه ذرات اکسید روی..... ۷۸

۳-۳-۲-۲-۱ بررسی اندازه ذرات در شرایط مختلف غلظت محلول نمک روی..... ۸۱

۳-۳-۲-۲-۲ بررسی اندازه نانو ذرات در دماهای مختلف کوره..... ۸۴

۳-۳-۳ سنتز نانو ذرات اکسید روی با کمک مایکروویو..... ۸۸

۳-۳-۳-۱ شناسایی و بررسی ساختار نانو ذرات اکسید روی ۸۸

۳-۳-۳-۲ بررسی اندازه ذرات اکسید روی..... ۹۰

۳-۳-۳-۲-۱ بررسی اندازه ذرات با غلظتهای مختلف در روش استفاده از مایکروویو ۹۲

۳-۳-۳-۲-۲بررسی اندازه ذرات در دماهای مختلف کوره در روش استفاده از مایکروویو ۹۶

۳-۳-۴ سنتز نانو ذرات اکسید روی با استفاده از عصاره آبی شاتره..... ۹۹

۳-۳-۴-۱ شناسایی، بررسی ساختار و بررسی اندازه ذرات سنتز شده..... ۹۹

۳-۳-۵ سنتز نانو ذرات اکسید روی با روش مایکروویو و با استفاده از عصاره آبی گیاه شاتره..... ۱۰۲

۳-۳-۵-۱ شناسایی ساختار و بررسی اندازه ذرات سنتز شده..... ۱۰۲

۳-۳-۶ سنتز نانو ذرات اکسید روی با استفاده از عصاره گیاه پنیرک ۱۰۵

۳-۳-۶-۱ شناسایی، بررسی ساختار و بررسی اندازه ذرات سنتز شده..... ۱۰۵

۳-۳-۷ سنتز نانو ذرات اکسید روی با روش مایکروویو و با استفاده از عصاره آبی پنیرک ۱۰۸

۳-۳-۷-۱ شناسایی، بررسی ساختار و بررسی اندازه ذرات..... ۱۰۸

۳-۴ بررسی خاصیت ضد باکترایی نانو ذرات اکسید روی سنتز شده..... ۱۱۱

۳-۵ نتیجه گیری..... ۱۱۳

۳-۶ پیشنهادات..... ۱۱۴

۴ مراجع..... ۱۱۵

فهرست تصاویر

تصویر ۱-۱: ایزوپرن ۶

تصویر ۱-۲: ارتباط متابولیتهای ثانویه و اولیه ۸

تصویر ۱-۳: دستگاه سوکسله ۱۲

تصویر ۱-۴: استفاده دستگاه مایکروویو در عصارهگیری ۱۴

تصویر ۱-۵: فروپاشی حباب و رهاسازی محتوای گیاه ۱۶

تصویر ۱-۶: نمایی از میوه گیاه نسترن وحشی ۱۸

تصویر ۱-۹: تقسیمبندی مواد نانو ساختار ۲۶

تصویر ۱-۱۰: مقایسه اندازه ذرات کربن و نمودار نسبت سطح به حجم با قطر ذرات ۲۷

تصویر ۱-۱۱: نمودار رابطه نقطه ذوب با قطر ذرات ۲۸

تصویر ۱-۱۲: نمایی از روشهای پایدارسازی نانو ذرات ۳۲

تصویر ۱-۱۳: کاربردهای متفاوت اکسید روی ۳۴

تصویر ۱-۱۴: نمونهای از تأثیر مایکروویو در تغییر شکل نانو ذرات ۳۵

تصویر ۱-۱۵: فرایندهای پلاریزاسیون دوقطبی و انتقال یونی در گرمایش توسط مایکروویو ۳۶

تصویر ۱-۱۶: نمایی از پایداری نانو ذرات بهوسیله متابولیتهای ثانویه ۳۸

تصویر ۱-۱۷ : تولید نانو ذرات با استفاده از عصاره گیاه ۳۹

تصویر ۱-۱۸: تصویرTEM و طیف XRD مربوط به اختراع patent No: US 8,512,672 B2.. ۴۱
تصویر ۱-۱۹: نانو ذرات ZnO_E در تصویر شماره ۱ و نانو ذراتZnO_W در تصویر شماره ۲..... ۴۲
تصویر ۱-۲۰: مکانیسم اکسیداسیون سیانید توسط اکسید روی..... ۴۳
تصویر ۲-۱: آون مدل ۳۴۹۱..... ۴۶
تصویر ۲-۲: کوره مدل KDA-C12..... ۴۷
تصویر ۲-۳: روتاری RV 10 ..... ۴۷
تصویر ۲-۴: حمام امواج فراصوت..... ۴۸
تصویر ۲-۵ : میکروسکوپ الکترونی روبشی..... ۴۹
تصویر ۲-۶: دستگاه DLS..... ۵۱
تصویر ۲-۷: عصاره آبی گوشت میوه گیاه نسترن وحشی..... ۵۴
تصویر ۲-۹: نمایی از انجام بررسی آنتی‌اکسیدانی و محلول استوک در سمت چپ، و محلول DPPH در سمت راست..... ۵۸
تصویر ۳-۱ مکانیسم احتمالی تشکیل نانو ذرات اکسید روی توسط عوامل کاهنده گیاهی..... ۶۸
تصویر ۳-۲: کمپلکس یون فلز روی با آسکوربیک اسید..... ۶۹
تصویر ۳-۳: طیف XRD محصول حاصل از واکنش با عصاره اتانولی..... ۷۳
تصویر ۳-۴: طیف FT_I R محصول حاصل از واکنش عصاره اتانولی..... ۷۴
تصویر ۳-۵: طیف XRD نانو ذرات اکسید روی..... ۷۶

تصویر ۳-۷: طیف مادون‌قرمز نانو ذرات اکسید روی سنتز شده در بخش ۳-۳-۲..... ۷۸

تصویر ۳-۸: تصویر SEM اکسید روی سنتز شده در بخش ۳-۳-۲..... ۷۹

تصویر ۳-۹: طیف EDX نانو ذرات روی اکسید حاصل از بخش ۳-۳-۲..... ۸۰

تصویر ۳-۱۰: نمودار DLS ذرات اکسید روی سنتز شده با غلظت ۰/۰۲۵ مولار نمک فلز روی..... ۸۲

تصویر ۳-۱۱: : نمودار DLS ذرات اکسید روی سنتز شده با غلظت ۰/۰۵ مولار نمک فلز روی..... ۸۳

تصویر ۳-۱۲: نمودار DLS ذرات اکسید روی سنتز شده با غلظت ۰/۱ مولار نمک فلز روی..... ۸۳

تصویر ۳-۱۳: نمودار DLS ذرات اکسید روی سنتز شده با غلظت ۰/۰۲۵ مولار نمک فلز روی و دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد کوره..... ۸۵

تصویر ۳-۱۴: نمودار DLS ذرات اکسید روی سنتز شده با غلظت ۰/۰۲۵ مولار نمک فلز روی و دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد کوره..... ۸۶

تصویر ۳-۱۵: طیف XRD ذرات سنتز شده در بخش ۳-۳-۳..... ۸۹

تصویر ۳-۱۶: طیف مادون‌قرمز نانو ذرات روی اکسید سنتز شده در بخش ۳-۳-۳..... ۹۰

تصویر ۳-۱۷ : تصویر SEM اکسید روی سنتز شده در بخش ۳-۳-۳..... ۹۲

تصویر ۳-۱۸ : نمودار DLS ذرات اکسید روی سنتز شده با غلظت ۰/۰۲۵ مولار نمک فلز روی و با روش یاری شده با مایکروویو..... ۹۳

تصویر ۳-۱۹: نمودار DLS ذرات اکسید روی سنتز شده با غلظت ۰/۰۵ مولار نمک فلز روی و با روش یاری شده با مایکروویو..... ۹۴

تصویر ۳-۲۰: : نمودار DLS ذرات اکسید روی سنتز شده با غلظت ۰/۱ مولار نمک فلز روی و با

روش یاری شده با مایکروویو..... ۹۵

تصویر ۳-۲۱ : نمودار DLS ذرات اکسید روی سنتز شده با غلظت ۰/۰۲۵ مولار نمک فلز روی و دمای کوره ۵۰۰ درجه سانتیگراد با روش یاری شده با مایکروویو..... ۹۷

تصویر ۳-۲۲: نمودار DLS ذرات اکسید روی سنتز شده با غلظت ۰/۰۲۵ مولار نمک فلز روی و دمای کوره ۶۰۰ درجه سانتیگراد با روش یاری شده با مایکروویو..... ۹۸

فهرست جداول

جدول ۱-۱: منابع و فعالیت زیستی تعدادی از متابولیتهای ثانویه..... ۸

جدول ۲-۱:مقدار گرم نیترات روی برای غلظتهای مختلف در ۵۰ میلیلیتر..... ۵۲

جدول ۳-۱: آمادهسازی غلظت نهایی نمونهها برای سنجش DPPH..... ۶۱

جدول ۳-۲: مقدار جذب نمونهها با غلظتهای مختلف و RC%..... ۶۲

جدول ۳-۳: مقدار جذب نمونهها و RC% گیاه پنیرک..... ۶۴

جدول ۳-۴: مقدار جذب نمونهها و RC% گیاه شاتره..... ۶۵

جدول ۳-۵: اندازه ذرات و مقادیر پتانسیل زتا و ویسکوزیته محلول موردسنجش DLS با غلظتهای متفاوت..... ۸۴

جدول ۳-۶: اندازه ذرات و مقادیر پتانسیل زتا و ویسکوزیته محلول موردسنجش DLS در دماهای مختلف کوره..... ۸۶

جدول ۳-۷: اندازه ذرات و مقادیر پتانسیل زتا ذرات سنتز شده با کمک مایکروویو و ویسکوزیته

محلول موردسنجش DLS با غلظت¬های متفاوت..... ۹۵

جدول ۳-۸: اندازه ذرات و مقادیر پتانسیل زتا و ویسکوزیته محلول مورد سنجش DLS در دماهای مختلف کوره..... ۹۸

جدول ۳-۹ منطقه مهار رشد (میلیمتر) برای غلظتهای متفاوت، علیه باکتریهای غذایی بیماریزا.. ۱۱۱

فهرست نمودارها

نمودار ۱-۱: فعالیت آنتیاکسیدانی با توجه به غلظت عصاره..... ۲۳

نمودار ۱-۲:مصرف اکسید روی در مناطق مختلف جهان..... ۳۳

نمودار ۳-۱: مقدار RC برحسب غلظت عصاره متانولی نسترن وحشی..... ۶۳

نمودار ۳-۲: ارتباط غلظت و مقدار RC برای عصارههای شاتره پنیرک و نسترن وحشی..... ۶۶

نمودار ۳-۳: مراحل فیتوسنتز نانو ذرات..... ۶۷

علائم و اختصارات

ORAC	Oxygen Radical Absorbance Capacity
TRAP	Total Radical Capacity Trapping Antioxidant Parameter
CBA	Crocin Bleaching Assay
IOU	Inhibited Oxygen Uptake
DPPH	1-diphenyl-1-2-picrylhydrazyl
FRAP	Ferric Reduciting Ability of Plasma
TPTZ	Trypyrudyl-S-Triazine
UV-Vis	Ultraviolet and Visible
SEM	Scanning Electeron Microscopy
SE	Secondary Electerons
BSE	Back Scattered Electerons
LVSTD	Low Vaccum Secandary Tescan Electeron
EDX	Energy-dispersive X-Ray analysis
DLS	Dynamic Light Scattering
pH	Potential of Hydrogen
IR	Infra Red

فصل اول

مقدمه و پیشینه تحقیق

۱ فصل اول: مقدمه

۱-۱ شیمی گیاهی

شیمی گیاهی یا فیتوشیمی[1]: علمی است که به بررسی ترکیبات آلی که توسط گیاهان تولید و در آن‌ها ذخیره می‌شود می‌پردازد. یا به عبارت دیگر علمی که به شناسایی ساختمان شیمیایی ترکیبات گیاهی می‌پردازد، در اصطلاح شیمی گیاهی گفته می‌شود [۱].

ترکیبات شیمیایی موجود در گیاهان را بر اساس منشأ بیوسنتزی، بر اساس اینکه از چه ترکیبی منشأ می‌گیرند و ساخته می‌شوند، خواص حلالیت (محلول در آب باشند یا محلول در چربی) و وجود برخی از گروه‌های آمینی یا برخی از گروهای اساسی موجود در گیاه، مثلاً وجود آلکالوئید، فنول و غیره در آن‌ها طبقه‌بندی می‌کنند [۲].

۱-۱-۱ ترکیبات گیاهی

متابولیت‌های اولیه: نقش غذایی دارند و برای رشد گیاه لازم هستند. اسیدهای آمینه، پلی ساکاریدها، کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها از این جمله می‌باشند. شناسایی این ترکیبات به علت اسکلت و ساختمان خاصی که دارند آسان می‌باشد.

متابولیت‌های ثانویه: ترکیبات خاصی که در گیاهان ساخته و ذخیره می‌شوند که بر پیکر موجود زنده تأثیر فیزیولوژیکی برجا می‌گذارند و برای درمان برخی بیماری‌ها کاربرد دارند. مواد مذکور در طی یک سلسله فرایندهای پیچیده بیوشیمیایی، به مقدار بسیار کم در گیاهان ساخته می‌شوند. گیاهان و قارچ‌ها حاوی مسیرهای متابولیکی متنوعی هستند که از مسیرهای تولید متابولیت‌های اولیه منشعب شده و منجر به تولید ترکیباتی می‌شوند که موجود زنده نیازی به آن‌ها ازنظر ادامه حیات ندارد. مجموعه این راه‌های متابولیکی حاشیه‌ای را متابولیسم ثانویه می‌نامند [۳].

[1] Phytochemistry

۱-۱-۲ متابولیت‌های ثانویه

تقسیم‌بندی مواد مؤثر گیاهان که امروزه مورد تأیید است، به‌صورت چهار گروه اصلی آلکالوئیدها[۱]، گلیکوزیدها[۲]، اسانس‌ها[۳] و سایر مواد مؤثر می‌باشد. منظور از سایر مواد مؤثر، ترکیباتی چون مواد تلخ[۴]، فلاوُن‌ها، فلاوُنوئیدها[۵]، موسیلاژها[۶] (و کربوهیدرات‌های خاص مشابه آن)، ویتامین‌ها[۷]، تانن‌ها[۸]، اسید سیلیسیک[۹] (و اسیدهای خاص مشابه آن) و بالاخره ترکیب‌های دیگر که به دلیل ناهماهنگی و گستردگی ساختمان‌های شیمیایی، در سه گروه قبلی جای نمی‌گیرند [۴]. این متابولیت‌ها کاربردهای مختلفی در صنایع گوناگون و به‌ویژه پزشکی دارند. اسانس‌ها و مواد معطر دارویی، فرمون‌ها، حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها، هورمون‌های گیاهی و مواد آللوپاتیک (ایجادکننده انواع مقاومت‌ها و یا بازدارنده رشد و نمو) از این جمله هستند. در این میان ترکیبات دارویی و اسانس‌ها دارای اهمیت ویژه‌ای هستند [۵].

۱-۱-۲-۱ آلکالوئیدها:

تعریف دقیق آلکالوئیدها تا حدی مشکل است زیرا مرز مشخصی میان آلکالوئیدها و آمین‌های پیچیده طبیعی وجود ندارد. باوجوداین می‌توان گفت آلکالوئیدها آن دسته از مواد اساسی گیاهی هستند که شامل یک یا چند اتم نیتروژن (معمولاً به‌عنوان یک بخش حلقه) هستند. آلکالوئیدهای واقعی به‌صورت ترکیب‌هایی تعریف می‌شوند که به‌طور اساسی از چهار فاکتور برخوردار هستند: ۱) در ساختار خود حاوی اتم نیتروژن باشند. ۲) دارای خاصیت بازی باشند. ۳) مؤثر باشند یعنی پس از ورود به بدن انسان سبب ایجاد تغییر شوند. ترکیب‌های نیتروژن‌داری از گیاهان که مشخصات

[1] Alkaloid
[2] Glycoside
[3] Volatile oil
[4] Bitter material
[5] Flavonoides
[6] Mucilage
[7] Vitamins
[8] Tannins
[9] Silisic acid