١٥٧٤٣٠

مطالعه فعالیت ضداکسایشی ترکیبات فنولی و ترکیب اسیدهای چرب در چند ژنوتیپ گردوی منطقه کلیایی

ولی اکبری

دانشکده علوم

گروه زیست شناسی

بهمن ۱۳۸۹

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

اساتید راهنما :

پروفسور رضا حیدری

دکتر رشید جامعی

"حق طبع و نشر هر گونه مطالب این پایان نامه در انحصار دانشگاه ارومیه می باشد"

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
IRANDOC
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

۱۵۷۶۳۰

۲۳۹۰/۳/۲

پایان نامه آقای / خانم : ولی اکبری به تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۲۰ شماره ۲-۱۱۷٤

مورد پذیرش هیات محترم داوران با رتبه عالی و نمره ۱۹/ (به حروف نوزده و هم) قرار گرفت.

۱- استاد راهنما و رئیس هیئت داوران: دکتر رضا حیدری – دکتر رشید جامعی

۲- داور خارجی: دکتر جلیل خارا

۳- داور داخلی: دکتر سیاوش حسینی

٤- معاونت پژوهشی دانشکده: دکتر کریم اکبری

خرم آن روز کزین منزل ویران بروم راحت جان طلبم و ز پی جانان بروم

گرچه دانم که به جایی نبرد راه غریب من ببویم سر آن زلف پریشان بروم

تقدیم به:

پدر عزیزم

و

مادر مهربان و دلسوزم

در برابر وجود گرامیشان زانوی ادب بر زمین می‌نهم و با دلی مملو از عشق و محبت بر دستان پر مهرشان بوسه می‌زنم

تقدیم به حمیده و فرشته خواهران عزیز و مهربانم

و

برادران خوبم سجاد، مجتبی و مصطفی

تقدیم به نو شکفته‌ها آرش و عرشیا، حوریه، شیما و هستی عزیز

و تقدیم به:

روح بزرگی که خیلی زود از میان کالبدی کوچک به اوج پرواز کرد... روحت شاد"علی" عزیز

تقدیر و تشکر

از اساتید راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر حیدری و دکتر جامعی که در انجام این رساله مرا یاری نمودند از جناب آقای دکتر جلیل خارا و دکتر سیاوش حسینی که داوری این پایان نامه را بر عهده داشتند از جناب آقای پروفسور ژیرایر کاراپتیان و جناب آقای دکتر ناصر عباسپور که در زمینه نوشتن مقاله از راهنمای‌های بی دریغ‌شان بهره‌مند شدم همچنین از جناب آقای دکتر خلیل فرهادی استاد محترم گروه شیمی تجزیه و خانم فرناد مسئول محترم آزمایشگاه بیوشیمی که همکاری زیادی با اینجانب داشتند کمال تقدیر و تشکر دارم.

از آقایان بخشعلی اکبری، دوستعلی شکوهی، حسن صادقی و حیدر عیدانی که مراحلی از زندگی‌ام را مدیون این عزیزان می‌دانم تشکر می‌کنم.

از دوستان بسیار عزیزم آقایان بهزاد احمدی، نادر فعله گری، یعقوب پورمحمد، ابوالقاسم رحمانی، فرزین فریدونی، مصیب رضایی، مجید درویشی، مرتضی غلامی، سروش کارگر، یاسر بهرامی، محمدصادق خسروی، عزیز عذار، کیومرث شاکرمی، حسین عریانی، بهروز فیضی، سیدرضا عالی، حسن کریمی، ابراهیم علی نیا، مجید اسدی، اباذر خلجی

و خانم‌ها سحر محمدپور، ابتسام حسینی، مهناز باقرلو، ارغوان گلبازحق، هاجر موحدی نژاد، نسیبه میرزایی ، آذین فیض مقدم، زهرا قندالی دوست، هانیه مراد بیگی و همچنین تمامی دیگر کسانی که به نحوی در انجام این پروژه مرا یاری نمودند کمال تقدیر و تشکر دارم و برایشان روزهای شاد همراه با کامیابی را آرزومندم.

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

چکیده ۱

فصل ۱: کلیات ۲

۱-۱- گیاه شناسی گردو ۲

۱-۱-۱- صفات تشریحی تیره گردو ۳

۱-۱-۲- تیره ی گردو در ایران ۳

۱-۲- دیرینه شناسی گردو ۵

۱-۳- ترکیبات فنولی در گیاهان ۵

۱-٤- عملکرد و بیوسنتز ترکیبات فنولی در گیاهان ۱۲

۱-۵- ترکیبات فنولی در مواد غذایی ۱۴

۱-٦- ترکیبات فنولی و سلامتی انسان ۱۴

۱-۷- گردو و ترکیبات فنولی ۱۴

۱-۸- رادیکال های آزاد و ضداکسایندە ها ۱۷

۱-۹- ترکیبات تشکیل دهنده ی مغز گردو ۱۸

۱-۱۰- اسیدهای چرب ۱۸

۱-۱۰-۱- ساختمان اسید های چرب n-3 و n-6 ..... ۱۸

۱-۱۰-۲- اسیدهای چرب گردو و اهمیت کلینیکی و اپیدمیولوژیکی آنها ۲۱

فصل دوم: مواد و روشها ۲۳

۲-۱- مواد گیاهی ۲۳

۲-۲- عصاره گیری ترکیبات فنولی ۲۳
۲-۳- تعیین محتوای فنول کل ۲۴
۲-٤- تعیین محتوای فلاوونوئیدی کل ۲۵
۲-۵- ظرفیت جمع آوری رادیکال DPPH ۲۵
۲-٦- ظرفیت جمع آوری رادیکال سوپراکسید ۲۶
۲-۷- ظرفیت جمع آوری رادیکال نیتریت ۲۷
۲-۸- اندازه گیری قدرت احیا ۲۸
۲-۹- آنالیز اسیدهای چرب بوسیله ی کروماتوگرافی گازی (GC) ۲۸
۲-۹-۱- تجهیزات آزمایشگاهی ۲۸
۲-۹-۲- مواد آزمایشگاهی ۲۸
۲-۹-۳- استخراج روغن ۲۹
۲-۹-٤- طرز تهیهٔ استرمتیلیک اسیدهای چرب ۲۹
۲-۹-۵- شرایط دستگاه گاز کروماتوگراف برای تزریق نمونه‌ها: ۳۰
۲-۹-٦- شناسایی و اندازه‌گیری اسیدهای چرب به روش کروماتوگرافی گازی ۳۱
۲-۱۰- کروماتوگرافی مایع با قدرت تفکیک بالا (HPLC) ۳۳
۲-۱۰-۱- عصاره گیری برای آنالیز ترکیبات فنولی توسط دستگاه کروماتوگرافی با کارایی بالا (HPLC) ۳۳
۲-۱۰-۲- به کارگیری کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا(HPLC) ۳۳
۲-۱۱- آنالیز آماری ۳۴
فصل سوم: نتایج ۳۵
۳-۱- محتوای فنول و فلاوونویید ۳۵
۳-۲- فعالیت جمع آوری رادیکال DPPH ۳۶
۳-۳- فعالیت جمع آوری رادیکال سوپراکسید ۳۷

٤-٣- جمع آوری رادیکال نیتریت ٣٨
٥-٣- قدرت احیاکنندگی ٣٩
٦-٣- روابط بین محتوای فنولی و فاکتورهای مختلف اندازه گیری شده ٤٣
٧-٣- اسیدهای چرب ٥١
٨-٣-کروماتوگرامهای مربوط به کروماتوگرافی گازی ٥٣
٩-٣- کروماتوگرافی مایع با قدرت تفکیک بالا ٥٦
فصل چهارم: بحث ٦٤
١-٤- استخراج ترکیبات فنولی ٦٤
٢-٤- محتوای فنول و فلاوونویید ٦٤
٣-٤- آزمایشات مربوط به فعالیتهای ضداکسایشی ٦٥
٤-٤- فعالیت جمع آوری رادیکال DPPH ٦٦
٥-٤- فعالیت جمع آوری رادیکال سوپراکسید ٦٧
٦-٤- جمع آوری رادیکال نیتریت ٦٧
٧-٤- قدرت احیا کنندگی ٦٨
٨-٤- اسید های چرب ٦٨
٩-٤- کروماتوگرافی مایع با قدرت تفکیک بالا (HPLC) ٦٩
نتیجه گیری ٧٢
پیشنهادات ٧٣
منابع ٧٤
Abstract ٨٦

فهرست جداول

جدول۱. مهم ترین رده‌های ترکیبات فنولی..... ۷

جدول۲. محتوای فنول (بر حسب گالیک اسید در ۱۰۰ گرم پودر نمونه) و فلاوونویید..... ٤۱

جدول۳. جمع‌آوری رادیکال DPPH، سوپراکسید، نیتریت و قدرت احیا..... ٤۲

جدول٤. ترکیب اسیدهای چرب (بر حسب درصد) حاصل از کروماتوگرافی گازی..... ٥۲

جدول٥. انواع و میزان ترکیبات فنولی اندازه‌گیری شده (میلی گرم در ۱۰۰ گرم نمونه)..... ٥٦

فهرست نمودارها

نمودار ۱. محتوای فنول ۳۵
نمودار ۲. محتوای فلاوونویید ۳۶
نمودار ۳. درصد جمع‌آوری رادیکال DPPH ۳۷
نمودار ٤. درصد جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید ۳۸
نمودار ٥. درصد جمع‌آوری رادیکال نیتریت ۳۹
نمودار ٦. قدرت احیاکنندگی ٤۰
نمودار ۷. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و درصد جمع‌آوری رادیکال DPPH پوست بیرونی (میان‌بر) ٤۳
نمودار ۸. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و درصد جمع‌آوری رادیکال DPPH پوست درونی (درون‌بر) ٤۳
نمودار ۹. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و درصد جمع‌آوری رادیکال DPPH مربوط به پوسته‌ی دانه (Pellicle) ٤٤
نمودار ۱۰. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و درصد جمع‌آوری رادیکال DPPH مغز (Kernel) ٤٤
نمودار ۱۱. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و درصد جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید پوست بیرونی (میان‌بر) ٤٥
نمودار ۱۲. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و درصد جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید پوست درونی (درون‌بر) ٤٥
نمودار ۱۳. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و درصد جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید مربوط به پوسته‌ی دانه (Pellicle) ٤٦
نمودار ۱٤. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و درصد جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید مغز (Kernel) ٤٦
نمودار ۱٥. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و درصد جمع‌آوری رادیکال نیتریت پوست بیرونی (میان‌بر) ٤۷
نمودار ۱٦. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و درصد جمع‌آوری رادیکال نیتریت پوست درونی (درون‌بر) ٤۷
نمودار ۱۷. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و درصد جمع‌آوری رادیکال نیتریت مربوط به پوسته‌ی دانه (Pellicle) ٤۸
نمودار ۱۸. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و درصد جمع‌آوری رادیکال نیتریت مغز (Kernel) ٤۸
نمودار ۱۹. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و قدرت احیاکنندگی پوست بیرونی (میان‌بر) ٤۹
نمودار ۲۰. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و قدرت احیاکنندگی پوست درونی (درون‌بر) ٤۹
نمودار ۲۱. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و قدرت احیاکنندگی مربوط به پوسته‌ی دانه (Pellicle) ٥۰
نمودار ۲۲. رابطه‌ی بین محتوای فنولی و قدرت احیاکنندگی مغز (Kernel) ٥۰
نمودار ۲۳. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی گازی (GC) مربوط به مغز ژنوتیپ K1 ..... ٥۳
نمودار ۲٤. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی گازی (GC) مربوط به مغز ژنوتیپ B1 ..... ٥۳
نمودار ۲٥. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی گازی (GC) مربوط مغز ژنوتیپ G1 ..... ٥٤
نمودار ۲٦. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی گازی (GC) مربوط مغز ژنوتیپ K2 ..... ٥٤
نمودار ۲۷. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی گازی (GC) مربوط مغز ژنوتیپ K3 ..... ٥٥
نمودار ۲۸. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی گازی (GC) مربوط به مغز ژنوتیپ B2 ..... ٥٥
نمودار ۲۹. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به پوست بیرونی (میان‌بر) ژنوتیپ K1 ..... ٥۷
نمودار ۳۰. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به پوست بیرونی (میان‌بر) ژنوتیپ B1 ..... ٥۷
نمودار ۳۱. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به پوست بیرونی (میان‌بر) ژنوتیپ K2 ..... ٥۸
نمودار ۳۲. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به پوست بیرونی (میان‌بر) ژنوتیپ K3 ..... ٥۸
نمودار ۳۳. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به پوست بیرونی (میان‌بر) ژنوتیپ G1 ..... ٥۹

نمودار ۳٤. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به پوست بیرونی (میان‌بر) ژنوتیپ B2..... ۵۹
نمودار ۳۵. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به پوسته‌ی دانه (Pellicle) ژنوتیپ B2..... ٦۰
نمودار ۳٦. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به پوسته‌ی دانه (Pellicle) ژنوتیپ B1..... ٦۰
نمودار ۳۷. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به پوسته‌ی دانه (Pellicle) ژنوتیپ K3..... ٦۱
نمودار ۳۸. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به پوسته‌ی دانه (Pellicle) ژنوتیپ K1..... ٦۱
نمودار ۳۹. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به پوسته‌ی دانه (Pellicle) ژنوتیپ G1..... ٦۲
نمودار ٤۰. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به پوسته‌ی دانه (Pellicle) ژنوتیپ K2..... ٦۲
نمودار ٤۱. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به پوست سخت (درون‌بر) ژنوتیپ G1..... ٦۳
نمودار ٤۲. کروماتوگرام حاصل از کروماتوگرافی (HPLC) مربوط به مغز (Kernel) ژنوتیپ G1..... ٦۳

فهرست شکل‌ها

شکل ۱. برش عرضی میوه گردو..... ٤

شکل ۲. ساختمان شیمیایی هیدروکسی بنزوئیک، هیدروکسی سینامیک اسیدها و الاژی تانن ها..... ۹

شکل ۳. هسته فلاوون..... ۱۰

شکل ٤. مهم ترین رده فلاوونوئیدها به همراه مثالهایی از آگلیکون ها و منشا آنها..... ۱۱

شکل ٥. بیوسنتز ترکیبات فنولی..... ۱۳

شکل ٦. نمونه هایی از اسید های چرب با چند پیوند دوگانه n-3 و n-6..... ۱۹

شکل ۷. متابولیسم اسیدهای چرب n-3 و n-6 ..... ۲۰

شکل ۸ . دستگاه سوکسله..... ۲٤

شکل ۹. دستگاه اسپکتروفتومتر..... ۲٤

شکل ۱۰. دستگاه pH متر..... ۲۷

شکل ۱۱. دستگاه HPLC..... ۳٤

چکیده

عمده‌ی بیماری‌ها عمدتا به خاطر حضور گونه‌های فعال اکسیژن/ نیتروژن در ارتباط با تنش اکسایشی هستند. ضداکساینده‌ها ترکیباتی هستند که در جهت مهار واکنش های اکسایشی حاصل از رادیکال‌های آزاد از قبیل رادیکالهای اکسیژن، سوپراکسید، هیدروکسیل و نیتریل عمل می کنند. بنابراین آسیب‌های سلولی و بافتی ناشی از این واکنش‌ها را مهار و یا به تاخیر می‌اندازند. اخیرا فراهم آوردن ضداکساینده‌های طبیعی از مواد تغذیه ای توجه ویژه ای را به خود جلب کرده است. عصاره ها و ترکیبات فنولی گردو نیز می توانند به عنوان ضداکساینده‌ی طبیعی و جایگزینی برای ضداکساینده‌های مصنوعی از قبیل BHT (۲و٦-دی-ترت-بوتیل ٤- متیل فنول) به کار گرفته شوند. به هر حال به خاطر سمی بودن بعضی از ضداکساینده‌های مصنوعی تلاش برای کشف و استفاده از ضداکساینده‌های طبیعی موجود در میوه‌ها وسبزیجات افزایش یافته است. دید کلی از این کار سنجش ظرفیت ضداکسایشی و ضد رادیکالی در بخش های مختلف میوه ی ٦ ژنوتیپ مختلف گردوی رشد یافته در منطقه ی کلیایی از استان کرمانشاه بود. خاصیت ضداکسایشی عصاره‌های متانولی ژنوتیپ‌های مختلف از طریق میزان قدرت احیا، جمع آوری رادیکال DPPH، سوپراکسید و نیتریت سنجیده شد. محتوای فنول و فلاوونویید کل آنها نیز اندازه گیری شد. تفاوت های معنی‌داری در محتوای فنولی و فعالیت جمع آوری رادیکال در بخش‌های مختلف ژنوتیپ‌های مختلف مشاهده شد. همچنین رابطه‌ی مستقیمی بین محتوای فنول و فعالیت جمع‌آوری رادیکال دیده شد. اما این رابطه‌ی مستقیم همیشه برقرار نبود. این نتایج بیانگر آن هستند که ژنوتیپ‌های مختلف ترکیبات فنولی متعدد دارند و ترکیبات فنولی متعدد قدرت جمع آوری رادیکال متفاوت دارند. متفاوت بودن نوع ترکیبات فنولی بوسیله‌ی آنالیز کروماتوگرافی مایع با قدرت بالا (HPLC) ثابت شد. ترکیب اسید های چرب در این مطالعه از طریق گروماتوگرافی گازی جفت شده به آشکار ساز یونی تعیین شد.

فصل ۱: کلیات

۱-۱- گیاه شناسی گردو

نام گردو به هر گونه درخت از رده‌ی *Juglans* که به خانواده‌ی گردوها یا *Juglandaceae* تعلق دارد اطلاق می شود. نام علمی این جنس از کلمه‌ی لاتین *Jovis-Glans* به معنی فندق ژوپیتر گرفته شده است. آنها درختانی برگ‌ریز به ارتفاع ٤٥-١٠ متر، با برگهای مرکب شانه‌ای بدون گوشوارک به طول ٩٠-٢٠ سانتیمتر، تعداد ٢٥-٥ برگچه و درختی یک پایه هستند که گلهای نر و ماده روی یک درخت به صورت جداگانه ظاهر می‌شوند. گل نر شامل ٤ کاسبرگ با تعداد زیادی پرچم و گل ماده نیز دارای ٤ کاسبرگ و دو برچه است که تخمدان زیرین یک خانه‌ای محتوی یک تخمک مستقیم را تشکیل می دهد، در نهایت به میوه شفت تبدیل می‌گردد. تیره ی گردو از لحاظ وضع تخمدان وتخمک با تیره‌ی راش تفاوت مشخص دارند. تیره‌ی گردو دارای ٦ تا ٧ جنس و تقریبا ٥٠ گونه است که همگی در نیمکره‌ی شمالی قرار دارند و هیچ نمونه‌ای از آن در آفریقا نمی‌روید. گردو دارای گلهای تک جنس، دارای پوشش کاسبرگی و هر یک به طور منفرد و در کنار یک برگک مادر که با دو برگک فرعی کوچک همراه است قرار دارد (٢).

سنبله یا شاتون نر: همیشه در شاخه‌های سال گذشته (در کنار یا محل برگهای افتاده) و به طور آویخته ظاهر می‌شود. گلهای نر دارای پوشش ٣ تا ٤ قطعه ای و با ١٠ تا ٤٠ پرچم است که در وسط آنها معمولا آثار یک مادگی که نشانه‌ی تک جنس شدن گل و تبدیل آن از گل نر ماده به یک گل نر است ملاحظه می-شود.

سنبله یا شاتون ماده : حالت ایستاده دارد و همیشه در انتهای شاخه‌ی بهاره ظاهر می شود و دارای ٢ تا ٤ گل است. گلهای ماده دارای پوششی از قطعات کوچک چسبیده به برگک و برگک‌های فرعی است و از

سوی دیگر به تخمدان که زیرین است پیوستگی دارند. کلاله دوتایی و کاملا گسترده است. گامت‌های ماده-ی گردو دگرگشن است، گرده افشانی آن به وسیله‌ی باد انجام می شود و حشرات در آن نقشی ندارند. میوه ی گردو شفت، با میان‌بر گوشتی و درون‌بر سخت چوبی شده و استخوانی است که هنگام رویش دانه، در اثر یک شکافت طولی حلقوی به صورت دو کفه از هم باز می شود. دانه (مغز گردو) شامل دولپه‌ی حجیم، سرشار از مواد چربی است و سطح خارجی آن بوسیله‌ی درون بر میوه که شیار دار، سخت و ناصاف است چین می‌خورد.

۱-۱-۱- صفات تشریحی تیره گردو

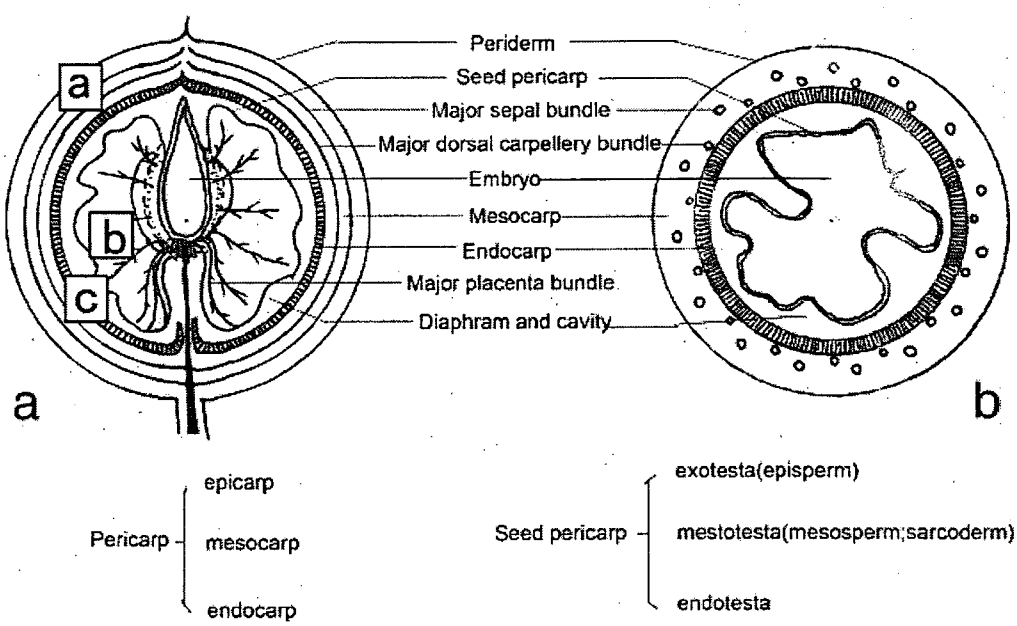
اپیدرم برگ‌های این گیاهان شامل کرک‌های ترشح کننده‌ای است که در انتهای مسطح آنها سلول‌های ترشح کننده با محتوای ترکیبات معطر قرار دارد. مواد مترشح آنها پس از ترشح از دیواره ی سلولزی سلول ها خارج شده بین اپیدرم سلول های ترشح کننده و کوتیکول آن قرار می گیرد. از اختصاصات مهم تیره‌ی گردو یکی کرک‌های پایه‌دار و ترشح کننده در سطح اندام و دیگری وجود تراکئیدهایی با تزئینات نردبانی و مارپیچی و همچنین فیبرهای مسدود در ساختار تشریحی چوب است (۲).

۲-۱-۱- تیره ی گردو در ایران

تیره‌ی گردو در ایران دارای دو جنس تک گونه است. یکی از این گونه ها به نام ژوگلانس رژیا (*Juglans regia* L.) است که احتمالا دارای چند واریته در جنگل‌های جلگه‌ای و ساحلی شمال تا ارتفاع ۱۵۰۰ متر از سطح دریاست، به طور پراکنده در جنگل‌های غرب ایران انتشار دارد. گردوهایی که در نقاط گردو خیز ایران کاشته شده اند از گونه گردوی معمولی یا *Juglans* هستند. از جنس های دیگر این تیره می‌توان از پتروکاریا (*Pterocarya*) نام برد که میوه‌ی آن دارای دو بال است (که در اثر چوبی و غشایی شدن برگک‌ها حاصل می شود). این جنس دارای گونه پتروکاریا فراگزینی فولیا (*P. fraxinifolia*) است که

در جنگل‌های شمال از آستارا تا گلستان (گرگان) انتشار دارد و ضمنا دارای نام‌های محلی چون کوچی، لاری، موتال، کحال و غیره است (۲). رقم‌های گردو در ایران از نظر باغبانی هنوز کاملاً مشخص نشده‌اند. این گردوها در نقاط مختلف ایران با نام های گوناگون محلی نامیده می شوند. با وجود تفاوت های ظاهری، ممکن است برخی از انواع، رقم واحدی باشند ولی نام های گوناگون داشته باشند. با این توصیف مهمترین انواع گردو که در ایران کاشته می شوند عبارتند از :

گردوی کاغذی، سنگی، ماکویی، سوزنی، نوک کلاغی، ضیا آبادی، خوشه‌ای، سبزوار، آمیخته خراسان، مازندران، کرمانشاه، کردستان، شهمیرزاد، قزوین و طالقان، همدان وتویسرکان، سایر مناطق.



شکل ۱. برش عرضی میوه گردو

۲-۱- دیرینه شناسی گردو

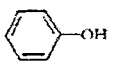
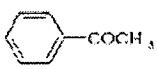
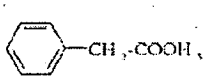
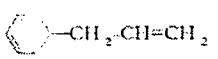
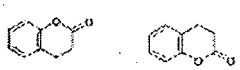
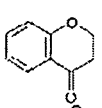
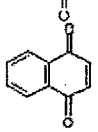
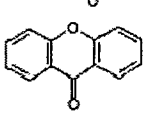
برابر بررسی‌های دیرینه شناسی گیاهی و گرده شناسی در روی کره‌ی زمین، گونه های مختلف گردو از زمان‌های بسیار قدیم به ویژه از دوران سوم زمین شناسی وجود داشته است و از دوران چهارم زمین شناسی به بعد آثار درخت گردو از جمله گرده‌ی آن در کشورهای اروپای شرقی به دست آمده است. منشاء درخت گردو را آسیای غربی و نواحی هیمالیا می دانند. در ایران نیز گردو در جنگلهای شمال از آستارا تا گلی داغ در جلگه و ساحل تا ارتفاع۲۲۰۰ متر از سطح دریا انتشار دارد و به طور پراکنده یا کم و بیش انبوه در جنگلها از جمله جنگلهای غرب و در راه سنندج به مریوان به طور خودرو دیده می‌شوند. احتمالا کهن‌ترین درخت گردو در ایران در "اورگان" شهرکرد وجود دارد. برابر نوشته‌ای که از نزدیک این درخت از زیر خاک بدست آمده است، تاریخ کاشت آن به زمان یزدگرد ساسانی و حدود۱٤۰۰ سال پیش می رسد.

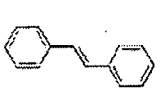
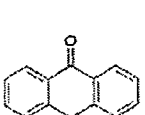
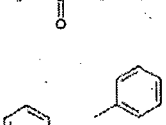
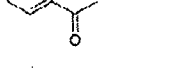
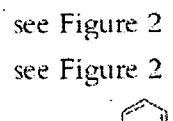
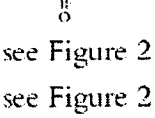
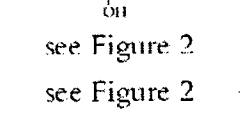
۳-۱- ترکیبات فنولی در گیاهان

ترکیبات فنولی ترکیباتی با ساختار پایه فنول هستند. آنها دارای حداقل یک عامل OH هستند که به طور مستقیم به حلقه‌ی آروماتیک (بنزن) متصل شده است. حلقه‌ی آروماتیک بر روی عامل هیدروژنی گروه OH تاثیر می‌گذارد و آن را ناپایدار می‌کند در نتیجه این ترکیبات خاصیت اسیدی ضعیفی را از خود نشان می دهند. پلی فنول‌ها ترکیباتی هستند که دارای بیش از یک عامل OH متصل به یک یا بیش از یک حلقه‌ی آروماتیک (بنزن) هستند. این اصطلاح تا حدودی گمراه کننده است چون اغلب تصور می شود که پلی-فنول‌ها فقط به صورت ساختارهای پلیمری از یک ترکیب فنولی وجود دارند. ترکیبات فنولی در گیاهان عمدتا به صورت استر و گلیکوزیدها و نه به صورت ترکیبات آزاد حضور دارند که این امر در فرایند استخراج فنول‌ها از بافت‌های گیاهی مهم است. چهار دسته از متابولیت‌های ثانویه که به صورت عمده در گیاهان حضور دارند شامل ترپنوییدها، آلکالوئیدها، ترکیبات حاوی سولفور و ترکیبات فنولی هستند (۳۱).

ترکیبات فنولی گروه پیچیده و بزرگی هستند (حدود ۸۰۰۰ ترکیب شناخته شده) که فنول‌های ساده تا ترکیبات با پلیمریزاسیون بالا از جمله تانن‌ها را شامل می‌شوند (۲۱). ترکیبات فنولی وابسته به ساختمان آگلیکون (aglycone) به چندین دسته تقسیم می شوند (جدول ۱).

جدول ۱. مهم ترین رده‌های ترکیبات فنولی (منبع : ۵۲).

Basic skeleton	Class	Basic structure	Examples
C_6	Simple phenols		Phenol, cresol, resorcinol
	Benzoquinones		Benzoquinone
C_6-C_1	Hydroxybenzoic acids	see Figure 1	Gallic acid, vanillic acid
	Condensed tannins	see Figure 1	Gallotannins, ellagitannins
C_6-C_2	Acetophenones		Annphenone
	Phenyl acetic acids		*p*-Hydroxyphenylacetic acid
C_6-C_3	Hydroxycinnamic acids	see Figure 1	Caffeic acid, ferulic acid
	Phenylpropenes		Eugenol, myristicin
	Coumarins, isocoumarins		Umbilliferone, scopoletin
	Chromones		Eugenin
C_6-C_4	Naphthoquinones		Juglone
C_6-C_1-C_6	Xanthones		Mangostin, mangiferin

C_6-C_2-C_6	Stilbenes		Resveratrol
	Anthraquinones		Emodin
C_6-C_3-C_6	Chalcones		Phloridzin, arbutin
	Dihydrochalcones		Phloretin
	Aurones		Sulferetol
	Flavones	see Figure 2	Apigenin, luteolin
	Flavonols	see Figure 2	Quercetin, myricetin
	Dihydroflavonol		Taxifolin
	Flavanones	see Figure 2	Hesperitin, naringenin
	Flavanol	see Figure 2	(epi)Catechin
	Flavandiol or leucoanthocyanidin		(+)-Leucocyanidin
	Anthocyanidins	see Figure 2	Cyanidin, pelargonidin
	Isoflavonoids	see Figure 2	Daidzein, genistein
$(C_6$-C_3-$C_6)_2$	Biflavonoids		Agathisflavone
$(C_6$-C_3-$C_6)_n$	Proanthocyanidins	see Figure 2	Procyanidins
$(C_6$-$C_3)_2$	Lignans, neolignans		Sesamin, secoisolariciresinol
$(C_6$-$C_3)_n$	Lignins		