

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه اراک
۱۳۵۰

دانشگاه اراک
دانشکده علوم پایه
گروه زیست شناسی

تأثیر تغذیه برگ با ۲۴-آپی بر اسینولید بر اسانس گیاه به لیمو در شرایط تنش شوری

پژوهشگر

مرضیه شهبازی

استاد راهنما

دکتر فریبا امینی

استاد راهنمای دوم

دکتر غلامرضا اصغری

تابستان ۹۳

بسم الله الرحمن الرحيم

تأثیر تغذیه برگ با ۲۴-پی براسینولید بر اسانس گیاه به لیمو در شرایط تنش شوری

توسط:

مرضیه شهبازی

پایان نامه

ارائه شده به مدیریت تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه

کارشناسی ارشد

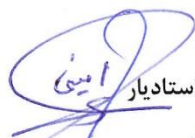
در رشته فیزیولوژی گیاهی

از

دانشگاه اراک

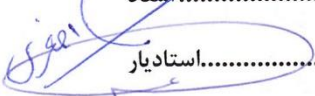
اراک-ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه:



دکتر فریبا امینی (استاد راهنمای اول) استادیار

دکتر غلامرضا اصغری (استاد راهنمای دوم) استاد



دکتر مهتری عسکری (استاد مشاور) استادیار



دکتر محمد رضا امیرجانی (استاد داور) استادیار

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس فراوان به درگاه خداوندی برم که دگر بار الطاف بیکران خود را شامل این حقیر نمود تا با استعانت از بارگاه احدیتش گامی دیگر در جهت کسب دانش بردارم و دری بر نادانسته‌های خود بگشایم و امید که در آینده نیز مشمول عنایات خاصه‌اش قرار گیرم.

بر دستان پدر و مادری که بذر عشق به آموختن را در وجودم نهادند بوسه می‌زنم و آن دور که تجلی مهر و لطف خداوندی بر من هستند عاشقانه می‌ستایم.

از استاد راهنمای عزیزم سرکار خانم دکتر امینی که در تمام طول پروژه مرا صمیمانه یاری نمودند صمیمانه تشکر می‌کنم و آرزوی توفیق روز افزون را برای ایشان خواستارم. از مقام شامخ استاد دکتر غلامرضا اصغری رئیس محترم دانشگاه علوم پزشکی اصفهان استاد راهنمای دوم که در نهایت لطف و بزرگواری تمام کمال یاری و همکاری را مبذول داشتند نهایت تشکر و قدردانی را دارم. از خانم دکتر عسگری مشاور مهربان و دلسوزم کمال تشکر را دارم.

از اساتید و پرسنل دانشکده شیمی و داروسازی اصفهان؛ به ویژه جناب آقای مهندس حیدری که نهایت همکاری و لطف را در حق اینجانب داشتند کمال تشکر را دارم. از، سرکار خانم جوانی و خانم شریعت زاده و کلیه دوستان عزیزم که در طول دوران پروژه مرا صمیمانه یاری نمودند، قدردانی می‌کنم و توفیق روزافزون ایشان را از درگاه خداوند منان خواستارم.

از مدیریت گروه زیست‌شناسی و اساتید گروه زیست‌شناسی کمال تشکر را دارم. از سرکار خانم بیگی، آقای بنه و آقای احمدی نیز که در امور آزمایشگاه مرا یاری نمودند کمال تشکر را دارم. یاد و خاطره تمامی دوستان عزیزم در دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد، که ذکر نام یکایک ایشان در این مجال نمی‌گنجد را گرامی داشته و برای تمامی آنها سعادت، سلامت و پیروزی را آرزو دارم.

تقدیم به :

**روح پاک پدرم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی،
ایستادگی را تجربه نمایم .**

و به مادرم :

**دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود و
وجودش برایم همه مهر**

تقدیم به همسرم :

**به پاس قدر دانی از قلبی آکنده از عشق و معرفت که محیطی سرشار از
سلامت و امنیت و آرامش و آسایش برای من فراهم آورده است**

تقدیم به دوست همیشگی ام خانم طاعی:

به پاس همراه بودنش در تمامی مراحل زندگی ام و تشویق های سرشار از انرژی اش که شوق صدچندان در وجودم را ایجاد میکند.

سپاسگذار کسانی هستم که سراغاز تولد من هستند. از یکی زاده

میشوم و از دیگری جاودانه. استادی که سپیدی را بر تخته سیاه

..زندگیم نگاشت و مادری که تار مویی از او بیای من سیاه نماند

این پایان نامه با حمایت مالی حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه اراک انجام شد،
در این خصوص از مسئولین مربوطه تشکر به عمل می آید.

چکیده

تأثیر تغذیه برگ با ۲۴-پی‌براسینولید بر اسانس گیاه به‌لیمو در شرایط تنش شوری

مرضیه شهبازی

تنش شوری یکی از معمول‌ترین تنش‌های غیر زنده است که به طور قابل‌توجهی باعث کاهش رشد و عملکرد بیشتر گونه‌های گیاهی می‌شود. کاهش پتانسیل تورژسانس گیاه و در پی آن کاهش تورژسانس سلول‌ها که در اثر شوری رخ می‌دهد مهم‌ترین عامل بازدارندگی رشد گیاهان تحت شرایط شوری است. براسینواستروئیدها گروهی از تنظیم‌کننده‌های رشد هستند که در جهت تولید عکس‌العمل‌های مطلوب فیزیولوژیکی در گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. به منظور بررسی اثر ۲۴-پی‌براسینولید بر اسانس گیاه به‌لیمو تحت تنش شوری با غلظت‌های مختلف (۰-۵۰-۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار)، آزمایشی با غلظت‌های مورد نظر ۲۴-پی‌براسینولید (۰، ۱ و ۲ میکرومولار)، در همه غلظت‌های شوری به صورت فاکتوریل در قالب طرحی کاملاً تصادفی در ۳ تکرار صورت گرفت. نتایج نشان داد، در آنالیز اسانس گیاه به‌لیمو حدود ۲۰ جزء که میزان آن چشمگیر بود استخراج شد، که بیشترین میزان درصد نسبی اجزاء مربوط به دو جزء ژرانیال و سیترال به ترتیب ۲۲/۵۲٪ و ۱۵/۸۸٪ می‌باشد. محتوای یون پتاسیم، آنزیم گایاکول پراکسیداز، کلروفیل و کاروتنوئیدها با ۲۴-پی‌براسینولید افزایش معنی‌داری را نسبت به عدم مصرف آن در هر دو شرایط شور و شاهد نشان داد. افزایش آنتوسیانین، پرولین، پراکسیداسیون لیپید، نشت‌پذیری یونی، میزان جذب یون سدیم و آنزیم کاتالاز که در تنش شوری مشهود بود، در تمایز با پی‌براسینولید کاهش معنی‌داری نشان دادند. در کل کاربرد ۲۴-پی‌براسینولید به صورت اسپری کردن بر روی برگ‌ها در زمان ابتدایی رشد باعث بهبود تحمل به تنش شوری در گیاه به‌لیمو شد.

واژگان کلیدی: تنش شوری، ۲۴-پی‌براسینولید، به‌لیمو، اسانس، پرولین، پراکسیداسیون لیپید

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: کلیات و اهداف

۱	۱-۱- گیاه‌شناسی به‌لیمو
۱	۱-۱-۱- خصوصیات مورفولوژیکی
۲	۱-۲- پراکنش جغرافیایی گیاه
۲	۱-۳- ترکیبات شیمیایی و مواد مؤثره گیاه به لیمو
۳	۱-۴- اهمیت دارویی و تجاری گیاه
۴	۲-۱- براسینواستروئیدها
۵	۱-۲- تاریخچه‌ی استروئیدها
۵	۲-۲- ساختار شیمیایی براسینواستروئیدها
۶	۲-۳- تأثیر براسینواستروئیدها بر گیاهان
۷	۳-۱- تنش شوری
۷	۱-۳-۱- اثرات تنش شوری بر گیاه
۷	۲-۳-۱- تنش شوری و کم‌آبی
۸	۳-۳-۱- تنش شوری و اثرات سمی یون‌ها
۹	۴-۳-۱- تعدیل و تنظیم یون‌ها و مقاومت به تنش شوری
۱۰	۳-۴-۱- ورود Na^+ به سلول
۱۰	۳-۴-۲- تعادل پتاسیم
۱۱	۴-۳-۱- تنش شوری و مقاومت به تنش
۱۱	۴-۱- اثر تنش شوری و اپی‌براسینولید بر تغییرات متبولیکی در گیاهان
۱۲	۵-۱- اثر تنش شوری و اپی‌براسینولید بر واکنش‌های اکسیداتیو و نشت پذیری یونی
۱۵	۶-۱- تأثیر متقابل اپی‌براسینولید و تنش شوری بر فرآیند فتوسنتز و زنگیزه‌های فتوسنتزی
۱۷	۷-۱- تأثیر تنش شوری و اپی‌براسینولید بر سطوح یون‌ها
۱۹	۸-۱- نقش محلول‌های سازگار در مقاومت نسبت به تنش شوری
۱۹	۸-۱-۱- اثر تنش شوری بر میزان پرولین
۲۲	۸-۲- اثر اپی‌براسینولید بر میزان پرولین
۲۳	۹-۱- آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و تأثیر متقابل تنش شوری و اپی‌براسینولید بر آن‌ها
۲۵	۱۰-۱- اثر تنش و اپی‌براسینولید بر میزان اسانس گیاهان
۲۷	۶-۱- اهداف پایان‌نامه

فصل دوم: مواد و روش ها

- ۲۹ ۱-۲- طرز تهیه و ساخت محلول ۲۴- اپی براسینولید
- ۲۹ ۲-۲- کشت درون شیشه گیاه به لیمو
- ۳۰ ۳-۲- خصوصیات خاک مورد استفاده برای کشت گیاهان
- ۳۱ ۴-۲- تیماردهی گیاه در شرایط گلخانه
- ۳۲ ۵-۲- روش تهیه عصاره‌ی حاوی اسانس
- ۳۲ ۶-۲- جداسازی و شناسایی اجزاء تشکیل دهنده‌ی اسانس
- ۳۳ ۷-۲- سنجش کلروفیل a, b و کل
- ۳۴ ۸-۲- سنجش میزان آنتوسیانین
- ۳۴ ۹-۲- اندازه گیری کاروتنوئیدها
- ۳۵ ۱۰-۲- اندازه‌گیری نشت پذیری غشاء سلولی در گیاه به لیمو
- ۳۵ ۱۱-۲- اندازه گیری پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء در گیاه به لیمو
- ۳۶ ۱۲-۲- اندازه گیری اسید آمینه پرولین
- ۳۷ ۱۳-۲- تعیین فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و گایاکول پراکسیداز
- ۳۷ ۱-۱۳-۲- تهیه عصاره آنزیمی
- ۳۸ ۱-۱۳-۲- سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز CAT
- ۳۸ ۲-۱۳-۲- سنجش فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز GPOX
- ۳۸ ۱۴-۲- اندازه گیری سدیم و پتاسیم در بخش هوایی گیاه به لیمو
- ۳۹ ۱۵-۲- روش‌های پردازش آماری

فصل سوم: نتایج

- ۴۱ ۱-۳- اپی براسینولید و تنش شوری بر پارامترهای رشد گیاه به لیمو
- ۴۱ ۱-۱-۳- اثر ۲۴- اپی براسینولید و تنش شوری بر مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی و غیرفتوسنتزی گیاه به لیمو
- ۴۳ ۲-۱-۳- اثر ۲۴- اپی براسینولید و تنش شوری بر نشت‌پذیری غشاء سلولی در گیاه به لیمو
- ۳۶ ۳-۱-۳- نتایج اثر ۲۴- اپی براسینولید و تنش شوری بر پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء در گیاه به لیمو
- ۴۵ ۴-۱-۳- اپی براسینولید و تنش شوری بر مقدار اسید آمینه پرولین در گیاه به لیمو
- ۴۶ ۵-۱-۳- اثر ۲۴- اپی براسینولید و تنش شوری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانت‌های آنزیمی در گیاه به لیمو
- ۴۶ ۱-۵-۱-۳- اثر ۲۴- اپی براسینولید و تنش شوری بر فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) در گیاه به لیمو
- ۴۸ ۶-۱-۳- اثر ۲۴- اپی براسینولید و تنش شوری بر میزان یون سدیم و پتاسیم در گیاه به لیمو

- ۴۸ ۳-۱-۶-۱- اثر ۲۴- اپی براسینولید و تنش شوری بر میزان یون سدیم در گیاه به لیمو
- ۴۸ ۳-۱-۶-۲- اثر ۲۴ اپی براسینولید و تنش شوری بر میزان جذب پتاسیم در گیاه به لیمو
- ۴۹ ۳-۲-۳- اثر ۲۴ اپی براسینولید و تنش شوری بر میزان اجزاء اسانس در برگ گیاه به لیمو
- ۵۰ ۳-۲-۱- اجزاء متشکله اسانس

فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

- ۵۳ ۴-۱-۱- اثر ۲۴- اپی براسینولید و تنش شوری بر نشت پذیری غشاء و پراکسیداسیون لیپیدی در گیاه به لیمو
- ۵۵ ۴-۲-۲- اثر ۲۴- اپی براسینولید و تنش شوری بر میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی و غیرفتوسنتزی در گیاه به لیمو
- ۵۸ ۴-۳-۳- اثر ۲۴- اپی براسینولید و تنش شوری بر مقدار اسیدآمینه پرولین در گیاه به لیمو
- ۶۰ ۴-۴-۴- اثر ۲۴ اپی براسینولید و تنش شوری بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت آنزیمی در گیاه به لیمو
- ۶۳ ۴-۵-۵- اثر ۲۴- اپی براسینولید و تنش شوری بر میزان جذب سدیم و پتاسیم در برگ گیاه به لیمو

- ۶۳ ۴-۶-۴- اثر ۲۴- اپی براسینولید و تنش شوری بر درصد نسبی اجزاء اسانس در برگ گیاه به لیمو
- ۶۳ ۴-۶-۱- بیشترین درصد اجزای جدا شده از اسانس برگ گیاه به لیمو تحت تنش شوری و ۲۴- اپی براسینولید

- ۶۴ ۴-۶-۱-۱- ژرانیال
- ۶۴ ۴-۶-۱-۲- سیترال
- ۶۸ نتیجه گیری نهایی
- ۷۰ پیشنهادات
- ۷۱ پیوستها

منابع

خلاصه انگلیسی

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۲۰	جدول ۱-۱- تعدادی از اسمولیت‌های موثر در روند مقاومت به تنش شوری
۳۱	جدول ۱-۲- نتایج آزمایش تجزیه‌ی خاک
۵۱-۵۲	جدول ۳- درصد نسبی اجزای تشکیل‌دهنده اسانس تحت تنش شوری و ۲۴-پی‌براسینولید

فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۴۳	نمودار ۱-۳- اثر غلظت‌های متفاوت هورمون ۲۴-پی براسینولید بر کلروفیل a، b، کلروفیل کل، محتوای کاروتنوئید و آنتوسیانین
۴۴	نمودار ۲-۳- اثر غلظت‌های متفاوت هورمون ۲۴-پی براسینولید بر نشت پذیری یونی در گیاه به لیمو تحت تنش شوری و شاهد
۴۵	نمودار ۳-۳- اثر غلظت‌های متفاوت هورمون ۲۴-پی براسینولید بر پراکسیداسیون لیپید در گیاه به لیمو تحت تنش شوری و شاهد
۴۰	نمودار ۴-۳- اثر غلظت‌های متفاوت هورمون ۲۴-پی براسینولید بر پرولین در گیاه به لیمو تحت تنش شوری و شاهد
۴۷	نمودار ۵-۳- اثر غلظت‌های متفاوت هورمون ۲۴-پی براسینولید بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و گایاکول پراکسیداز
۴۹	نمودار ۶-۳- اثر غلظت‌های متفاوت هورمون ۲۴-پی براسینولید بر میزان جذب پتاسیم و سدیم در گیاه به لیمو تحت تنش شوری و شاهد.

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۴	شکل ۱- اشکال هندسی اجزاء اسانس الف-ژرانیول ب-سیترال و لیمونن ج-ا و ۸ سینوئل چ- سالویجنین ح-اوپاتورین
۶	شکل ۲-ساختمان عمومی براسینواستروئیدها

پیوست‌ها

صفحه

عنوان

- پیوست ۱: منحنی استاندارد پرولین
- پیوست ۲: نتایج تجزیه واریانس اثر ۲۴-پی‌براسینولید بر میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل، کارتنوئید، آنتوسیانین تحت تنش شوری در گیاه به‌لیمو
- پیوست ۳: نتایج مقایسه میانگین اثر ۲۴-پی‌براسینولید بر میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل، کارتنوئید، آنتوسیانین تحت تنش شوری در گیاه به‌لیمو
- پیوست ۴: نتایج تجزیه واریانس اثر ۲۴-پی‌براسینولید بر میزان نشت‌پذیری یونی، پراکسیداسیون لیپیدی و پرولین تحت تنش شوری در گیاه به‌لیمو
- پیوست ۵: نتایج مقایسه میانگین اثر ۲۴-پی‌براسینولید بر میزان نشت‌پذیری یونی، پراکسیداسیون لیپیدی و پرولین تحت تنش شوری در گیاه به‌لیمو
- پیوست ۶: نتایج تجزیه واریانس اثر ۲۴-پی‌براسینولید بر میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت تحت تنش شوری در گیاه به‌لیمو
- پیوست ۷: نتایج مقایسه میانگین اثر ۲۴-پی‌براسینولید بر میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت تحت تنش شوری در گیاه به‌لیمو
- پیوست ۸: نتایج تجزیه واریانس اثر ۲۴-پی‌براسینولید بر یون‌های سدیم و پتاسیم تحت تنش شوری در گیاه به‌لیمو
- پیوست ۹: نتایج مقایسه میانگین اثر ۲۴-پی‌براسینولید بر میزان یون‌های سدیم و پتاسیم تحت تنش شوری در گیاه به‌لیمو
- پیوست ۱۰: پیوست ۱۰- نتایج تجزیه واریانس اجزاء اسانس به‌لیمو تحت تنش شوری و اپی-براسینولید (بتا-اسیمن، زینجیبرن، کاریوفیلن، ۱ و ۸-سینوئل، سدرین)

فصل اول

کلیات و اهداف

۱-۱- گیاه‌شناسی به‌لیمو

به‌لیمو با نام علمی لیپیا سیتریودرا^۱ درختچه‌ای خزان پذیر از سلسله پلنتا^۲، شاخه^۳ مگنولیافیتا، رده مگنولپسیدا^۴، رسته لامیالس^۵، خانواده وربناسه^۶ و گونه آلوسیسی تریفیلا^۷ است (Anonymous, 2007). در فارسی به آن به‌لیمو، وربن، لوکیسه (قهرمان، ۱۳۷۳)، در عربی لویزه (رضایی و جایمند، ۱۳۸۰) و در فرانسوی به آن ورون می‌گویند.

۱-۱-۱- خصوصیات مورفولوژیکی

به‌لیمو درختچه‌ای همیشه سبز و برافراشته به طول ۱/۵-۲ متر (راشدی و لطیف، ۱۳۸۰) با برگ‌های ساده سرنیزه ای به طول ۷-۱۰ سانتی‌متر، نوک‌دار، در قاعده گره‌ایی و با رگبرگ‌های موازی، عموماً به صورت دسته‌های ۳ تایی و یا چهارتایی به رنگ سبز روشن است (کریمی و هادی، ۱۳۸۱). گل آذین آن انتهایی و به صورت مشخص دارای دو فرورفتگی (راشدی و لطیف، ۱۳۸۰)، رنگ جام گل از خارج سفید و از داخل به رنگ آبی مایل به بنفش، ساقه دراز و منشعب (آزاد، ۱۳۷۸) و میوه آن در نظر گیاه‌شناسی، شفت (هسته‌دار) و دارای ۲۱ عدد بذر است (کریمی و هادی، ۱۳۸۱).

¹ Lippia citriodora L.

² Planta

³ Magnoliophyta

⁴ Magnolipsida

⁵ Lamiales

⁶ Verbena ceae

⁷ Aloysia triphylla

۱-۱-۲- پراکنش جغرافیایی گیاه

گیاه به‌لیمو بومی کشور امریکای جنوبی (شیلی و پرو) است که به صورت وسیع در باغ‌های کشورهای اروپایی کشت می‌شود. گیاه به‌لیمو بیشتر در زمین‌های آفتاب‌گیر، با خاک دارای نفوذ پذیری (خاک لومی سبک)، رطوبت و آب کافی رشد می‌نماید (زرگری، ۱۳۷۱). این گیاه در برابر سرما و وزش باد شدید حساس است (راشدی و لطیف، ۱۳۸۰). امروزه این گیاه در شمال کشورمان (ایران) کشت و کار می‌شود و گونه‌های بومی آن در جنس *Lippia* در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری کشورمان کشت می‌شود (امین، ۱۹۹۱).

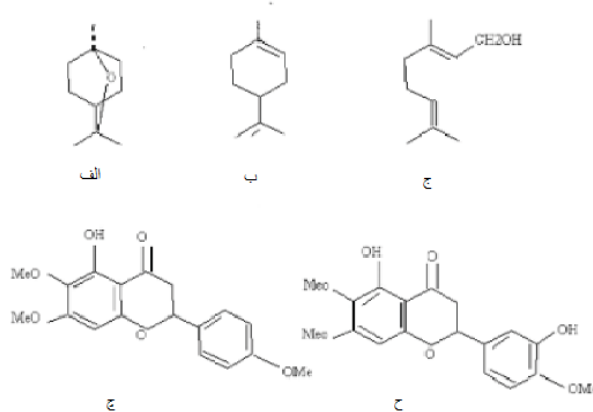
۱-۱-۳- ترکیبات شیمیایی و مواد موثره گیاه به‌لیمو

ماده‌ی اصلی برگ گیاه به‌لیمو را اسانس (کریمی و هادی، ۱۳۸۱) و لوژیتر به میزان ۹٪ تا ۱۵٪ (رضایی و جایمند، ۱۳۸۰) تشکیل می‌دهد. این اسانس سبکتر از آب، رنگ آن زرد مایل به سبز روشن و با بویی مشابه لیمو است. این اسانس اغلب با اسانس مرکبات مخلوط می‌گردد. از هر ۱۰۰ کیلوگرم برگ گیاه، حدود ۵۱۰ گرم اسانس به دست می‌آید (رضایی و جایمند، ۱۳۸۰). بسته به زمان برداشت محل کاشت، شیوه نمونه برداری و استخراج مقدار و نوع مواد موجود در برگ به‌لیمو می‌تواند با نوسانات و تفاوت‌هایی همراه باشد. در نمونه‌های خارجی مواد عمده موجود در اسانس را ژرانیول (شکل ۱-الف)، سیترال، لیمونن (شکل ۱-ب) و ۸-سینوئل (شکل ۱-ج) یاد کرده‌اند. ولی در نمونه ایرانی مواد عمده اسانس، لیمونن، نرول و ۱-اکتان-۳-آل و آلفا-کورکومن تشخیص داده شده‌است. ۱۳ فلاونوئید از گروه متوکسی فلاون‌ها مانند سالویجنین (شکل ۱-چ) اوپاتورین (شکل ۱-ح) و تئولین و دیوزمتین، هم از برگ به‌لیمو گزارش شده است. سایر ترکیبات طبیعی موجود در برگ این گیاه را تری‌ترپن‌ها، موسیلاژ و تانن تشکیل می‌دهند (کریمی و هادی، ۱۳۸۱). ترکیب ۱ و ۸-سینوئل با جرم ملکولی ۱۵۴، ترکیبی مونوترپنی اکسیژناز حلقوی، مایعی بی‌رنگ، با طعم تند و سردکننده که در آب غیرقابل حل بوده ولی با الکل، کلروفرم، اتر، اسیداستیک و اسانس‌ها قابل امتزاج است. موارد استعمال سینوئل با اثر میکروب‌کشی درمانی مشابه ترکیب لیمونن است با این تفاوت که برخلاف آن، کمتر مخاط را تحریک می‌کند. ترکیب ۱ و ۸-سینوئل دارای اثرات کرم‌کشی، ضدآلرژی،

گندزدایی، قارچ‌کشی، باکتری‌کشی، تسکین‌دهنده، خلط‌آور، پایین‌آورنده‌ی فشار خون، جلوگیری از التهاب گلو، التهاب حنجره، تحریک سیستم مرکزی اعصاب و تولید صفرا به وسیله‌ی کبد و درموردی سبب قرمز شدن پوست و آلرژی‌زا است. ترکیب لیمونن نیز یک مونوترپن تک حلقه‌ای با جرم ملکولی ۱۳۶ به شکل-های راست‌گرد، چپ‌گرد و شکل راسمیک و مایعی بی‌رنگ با بویی شبیه لیمو و در آب غیرقابل حل ولی در الکل قابل حل است. در مجاورت هوا، یک لایه‌ی اکسید تشکیل می‌دهد و این لایه رفتاری همانند لاستیک یا روغن‌های خشک شونده دارد (راشدی و لطیف، ۱۳۸۰). ترکیب لیمونن ماده‌ی تلخ مرکبات و لیمو و دارای اثر سمی و تحریک‌کننده پوست است. لیمونن در فرمول فرآورده‌های دارویی مانند قرص بی‌کربنات-سدیم و پمادهای ضد عفونی کننده دارد، همچنین در ساخت ویتامین آ از آن استفاده می‌شود. ترکیب لیمونن در صنایع عطرسازی، به منظور معطر نمودن مواد آرایشی، ساخت صابون‌های رنگی، خوشبوکننده‌ها، طعم‌دهنده‌ها، به عنوان حلال در ساخت رزین‌ها و مرطوب‌کننده به کار می‌رود (راشدی و لطیف، ۱۳۸۰).

۱-۱-۴- اهمیت دارویی و تجاری گیاه

در فرهنگ گیاه‌درمانی ایران، برگ‌های این گیاه به صورت دم‌کردنی به منظور آرام‌بخشی، ضد تشنج و بر طرف‌کننده‌ی تپش قلب و سرگیجه مصرف دارد (امین، ۲۰۰۹). همچنین به عنوان ادویه در مصارف خانگی برای خوشبو و معطر ساختن گوشت، ماهی، انواع مربا، پوره و غیره به کار می‌رود.



شکل ۱- اشکال هندسی اجزاء اسانس الف-ژرانیول ب-سیترال و لیمونن ج-۸۱ سینوئل ج- سالویجینین ح-اوپاتورین

۱-۲- براسینواستروئیدها^۸

وابستگی طبیعی گیاهان نیاز به مکانسیم تنظیم کننده‌ی مشخص برای پاسخ گویی به نیازهای نمو و چالش‌های محیطی می‌باشد. هورمون‌های مختلف گیاهی یا به تنهایی فعالیت می‌کنند و یا در مرتب کردن این مکانسیم‌ها فعالیت می‌کنند. در کل براسینواستروئیدها به رخ داد طبیعی استروئیدهای- $\alpha 5$ کلستان نسبت داده شده‌اند که باعث تحریک رشد در غلظت‌های نانو یا میکرومولار می‌شوند. براسینواستروئیدها با کاربرد استرول‌ها^۹ بعنوان پیش ماده که ساختاری شبیه استرول‌های اشتقاقی، هورمون‌های استروئیدی انسان و هورمون‌های پوست اندازه‌ی حشرات دارند، سنتز شده‌اند. براسینواستروئیدها چند دهه قبل با تاثیر بر افزایش رشد گیاه شناخته شده‌اند (Choe, 2006). براسینواستروئیدها گروه جدید هورمون‌های گیاهی با فعالیت معنی‌دار تحریک رشد هستند. اولین بار از گرده‌های گیاه *Brassica napus* L. جدا و شناسایی شدند. براسینواستروئیدها در مقادیر بسیار بسیار پایین (نانوگرم) در گیاهان وجود دارند. غلظت درونی براسینواستروئیدها در بافت‌های مختلف گیاهی، متفاوت است. بافت‌های جوان رویشی (در حال گسترش) دارای مقادیر بالاتری از براسینواستروئیدها نسبت به بافت‌های بالغ هستند (Yokota and Takahasi., 1986).

۱-۲-۱- تاریخچه‌ی استروئیدها

تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مختلفی در مراحل پیچیده‌ی تکثیر درگیر می‌باشد. از این رو، دانشمندان گیاهی پی بردند که دانه‌ی گرده می‌تواند منبع غنی از فیتوهورمون‌ها باشد. جستجوی هورمون‌های گیاهی جدید از دانه‌ی گرده در سال ۱۹۶۰ توسط وزارت کشاورزی ایالت متحده آمریکا آغاز شد که منجر به کشف ماده‌ای بنام براسین^{۱۰} از دانه گرده کلزا شد که محرک رشد میانگه دوم لوبیا در سنجش زیستی بود. (Grove et al., 1979). اولین ساختار خاص براسین‌ها، براسینولید بود که از دانه گرده کلزا در غلظت

⁸. Brassinosteroids

⁹. Esteroles

¹⁰. Brassin