





دانشگاه شاهد

دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

زیست شناسی - رشته علوم گیاهی - گرایش فیزیولوژی

عنوان:

اثر سالیسیلیک اسید بر برخی پارامترهای رشدی، فیزیولوژیکی و شیمیایی گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) تحت تنش نیکل

استاد راهنما:

دکتر طیبه رجبیان

استادان مشاور:

دکتر پروانه ابریشم چی

دکتر مسعود تقی زاده

نام دانشجو:

الهه سلطانی مایوان

زمستان ۹۱

صفحه صورتجلسه

(صفحه رعایت حقوق)

کلیه حقوق مادی و معنوی این پروژه متعلق به دانشگاه شاهد می باشد

تقدیم به

پدر بزرگوارم

به پاس قلب بزرگش که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهِش به شجاعت می‌کراید

مادر گرانقدرم

که ترنم دلنشین صدایش با شکوه‌ترین ترانه عشق و امید را در گوشم زمزمه می‌کند و نگاه پرمهرش دگر می‌و

پشتبان قلمم است

و خدا را شکر می‌گویم برای وجود این دو عزیز که هر چه دارم و هستم به برکت و دعای خیر آن‌هاست

و تقدیم به همه آنانی که هستی علم، مدیون آن‌هاست

مشکر و قدردانی

سپاس بیکران بجانہ مہربانی را کہ بہ قلم قداست و بہ انسان کرامت بخشید و او را بہ زیور علم و معرفت بیاراست. اینک کہ بالطف و عنایت خداوند توفیق آن را یافتم تا مرحلہ دیکری از تحصیل علم را بہ پایان برسانم بر خود لازم می دانم از تمام بزرگوارانی کہ مراد طول این تحقیق یاری کردند، مشکر و قدردانی نمایم.

سپاس بی حد خود را تقدیم می کنم بہ استاد محترم سرکار خانم دکتر طیبہ رحبیان کہ راہنمایی این پایان نامہ را بر عہدہ داشتند و بار، نمودہای ارزندہ شان مراد بہ عمر رساندن این پژوهش مساعدت فرمودند و برای ایشان آرزوی سلامتی و موفقیت روز افزون دارم.

از استادان بزرگوار، سرکار خانم دکتر پروانہ ابریشم چی و جناب آقای دکتر مسعود تقی زادہ کہ با مشاورت و رہنمودہای خود پیوستہ حامی و روشن کننده راہم بودند، کمال سپاس و مشکر را دارم.

از اساتید ارجمند، سرکار خانم دکتر صبور او سرکار خانم دکتر کریمی کہ با نظرات مفیدشان مرا مرہون لطف خود قرار دادند، بی نہایت سپاسگزارم.

از سرکار خانم دکتر کریمی مدیر تحصیلات تکمیلی گروه زیست شناسی بہ خاطر زحمات و دقت عمل فراوانشان مشکر می کنم. از مسؤل محترم آزمایشگاہ فیزیولوژی گیاهی، سرکار خانم رحمانی کہ بیچگاہ مرا از لطف و مساعدت خود بی نصیب نگذاشتند، کمال سپاس و مشکر را دارم.

از کارشناسان محترم آزمایشگاہ، سرکار خانم مهندس محمدیان، سرکار خانم علی پور صمیمانہ سپاسگزارم.

برای دوستان عزیزم که پیوسته با پشتیبانی خود در دوران تحصیل و انجام این پژوهش همراهیم نمودند، آرزوی موفقیت روز افزون دارم.

از پدر و مادر عزیزم که همواره در طول زندگی از حمایت‌های بی‌دینشان برخوردار بوده‌ام و پیوسته مشوق من در فراگیری علم و دانش بوده‌اند سپاسگزارم. از خواهران مهربانم و برادر عزیزم که وجودشان شادی، بخش و صفا بخش‌یای آرامش من است، بسیار متشکرم و از خداوند متعال سلامت، سعادت و بهروزی برایشان خواستارم.

در پایان از تمامی دوستان و بزرگوارانی که هم‌یک‌به‌نوعی مراد ارئه این تحقیق بر من منت خود قرار دادند، سپاسگزارم و دوام عمر همه‌ی بزرگواران را به دعای خوانم.

چکیده

بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) یکی از گیاهان دارویی تیره نعنائیان (Lamiaceae) با اثرات درمانی آرام بخش، پادنفخ، پاداسپاسم، پادباکتری، پادالتهاب و پاداکسایشی است. نیکل به عنوان یکی از فراوان ترین آلاینده های فلزات سنگین در محیط زیست می باشد. این فلز در غلظت های بالا موجب اثرات سمی در گیاهان می شود. مهم ترین علل سمیت نیکل نتیجه انباشت گونه های فعال اکسیژن (ROS) است. گیاهان برای حفاظت در برابر ROS که باعث آسیب های اکسایشی می شوند، مجهز به یک سیستم جاروب کننده شامل پاداکسایشی های آنزیمی و غیر آنزیمی می باشند. همچنین سالیسیلیک اسید به عنوان یک مولکول علامتی در سلول های گیاهی، می تواند در تنظیم رشد و نمو گیاهان و پاسخ های دفاعی آنها نقش داشته باشد. هدف از اجرای این پژوهش بررسی برخی پارامترهای رشدی، شیمیایی و فیزیولوژیکی در گیاه بادرنجبویه تحت تاثیر تنش غلظت های سمی فلز نیکل و در برهم کنش با سالیسیلیک اسید و شناسایی سازوکارهای احتمالی درگیر در ایجاد تحمل و مقاومت به تنش ایجاد شده بود. بذرهای گیاه بادرنجبویه پس از سترون کردن به گلدان ها منتقل شدند و تحت شرایط آزمایشگاهی توسط محلول غذایی هوگلند آبیاری گردیدند. گیاهان در مرحله ۶-۸ برگی به صورت یک روز در میان تحت تیمارهای مختلف نیکل (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرومولار) قرار گرفتند و در همان روز با هورمون سالیسیلیک اسید یک میلی مولار مخلوط شده با توئین ۲۰ افشانه برگی شدند. بعد گذشت ۴۵ روز تیماردهی، برگ ها و ریشه های گیاهان تیمار شده جهت انجام آنالیزهای فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و شیمیایی برداشت شدند. اثر تنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر فاکتورهای رشد (طول اندام هوایی، طول ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه)، محتوای رنگیزه های فتوسنتزی، فاکتورهای اکسایشی (غلظت پراکسید هیدروژن، غلظت مالون دی آلدئید، پرولین، محتوای آسکوربیک اسید و آنزیم های پاداکسایشی از جمله پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز)، ترکیبات فنلی (فنل کل، فلاونوئید کل و رزمارینیک اسید)، محتوای روغن اسانس و سنجش عناصر نیکل و فسفر انجام گرفت. نتایج نشان داد که تنش فلز نیکل باعث کاهش

رشد ریشه و وزن خشک در ریشه و اندام هوایی می‌شود، اما وزن تر ریشه و اندام هوایی و رشد طولی اندام هوایی بدون تغییر باقی ماند. سالیسیلیک اسید به تنهایی باعث افزایش در تمام پارامترهای رشدی شد اما در بر هم کنش با نیکل اثر معنی‌داری بر روی فاکتورهای رشد نداشت. تنش فلز نیکل محتوای آب اکسیژنه و محتوای آسکوربیک اسید را بالا برد و همچنین سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های پاداکسایشی شد. تیمار سالیسیلیک اسید باعث کاهش در محتوای آب اکسیژنه و محتوای آسکوربیک اسید شد و همچنین در بعضی از غلظت‌های نیکل فعالیت آنزیم‌ها را افزایش داد. محتوای مالون دی‌آلدهید تقریباً بدون تغییر باقی ماند و محتوای پرولین و پروتئین به ویژه در ریشه کاهش یافت و سالیسیلیک اسید اثر مثبتی بر روی این پارامترها نداشت. محتوای ترکیبات فنلی (فنل کل، فلاونوئید کل و رزمارینیک اسید) تحت تنش نیکل افزایش یافت، اما سالیسیلیک اسید باعث کاهش در محتوای فنل کل و رزمارینیک اسید شد. با افزایش در غلظت نیکل، میزان انباشت آن در ریشه‌ها نسبت به برگ افزایش یافت و سالیسیلیک اسید باعث کاهش انتقال نیکل به سمت اندام هوایی شد. همچنین در غلظت‌های بالای نیکل میزان فسفر در برگ افزایش یافت و سالیسیلیک اسید در بیشتر غلظت‌ها باعث افزایش در میزان فسفر در برگ و ریشه شد. اثر تیمار نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان اجزای اصلی (ژرانیول، سیس و ترانس-سیترال، ژرانیال استات و ترانس کاریوفیلین) روغن اسانسی برگ نشان داد تحت تنش نیکل بیشترین میزان ترانس-سیترال (ژرانیال) و سیس-سیترال (نرال) در تیمار ۱۰۰ میکرومولار نیکل مشاهده شد و سالیسیلیک اسید به تنهایی باعث افزایش مقدار ژرانیول در اسانس شد. همچنین سالیسیلیک اسید در بر هم کنش با نیکل باعث افزایش نسبت درصد سیترال به ژرانیول شد. نتایج موجود در پژوهش نشان داد که گیاه بادرنجبویه با به کارگیری سازگارهای دفاعی (تعدیل در فعالیت آنزیم‌های پاداکسایشی و میزان ترکیبات پاداکسایشی) و کارآیی بالای ریشه برای انباشت نیکل، بادرنجبویه می‌تواند به عنوان یک گیاه دارویی متحمل به نیکل معرفی شود.

کلمات کلیدی: بادرنجبویه، تنش نیکل، سالیسیلیک اسید، آنزیم‌های پاداکسایشی، ترکیبات فنلی،

رزمارینیک اسید، روغن اسانسی.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل ۱- مقدمه
۲	۱-۱- ویژگی‌های تیره نعنایان.....
۲	۲-۱- ریخت شناسی جنس بادرنجبویه.....
۵	۳-۱- طبقه بندی آرایه شناختی بادرنجبویه.....
۵	۴-۱- انتشار جغرافیایی جنس بادرنجبویه.....
۶	۵-۱- خواص دارویی گیاه بادرنجبویه.....
۷	۶-۱- ترکیبات شیمیایی گیاه بادرنجبویه.....
۷	۱-۶-۱- روغن اسانسی.....
۹	۲-۶-۱- رزمارینیک اسید.....
۱۱	۷-۱- فلزات سنگین.....
۱۲	۸-۱- تنش فلزات سنگین و پاسخ گیاهان.....
۱۳	۹-۱- نیکل در طبیعت.....
۱۴	۱-۹-۱- جذب نیکل در گیاهان.....
۱۶	۲-۹-۱- انتقال و توزیع نیکل در گیاهان.....
۱۸	۳-۹-۱- اثرات سمی نیکل در گیاهان.....
۱۸	۱-۳-۹-۱- بازدارندگی رشد و نمو و کاهش محصول.....
۱۹	۲-۳-۹-۱- القا کلروز، نکروز و پژمردگی.....
۲۱	۳-۳-۹-۱- اختلال در فتوسنتز.....
۲۰	۱۰-۱- سازوکار نیکل در گیاهان.....
۲۱	۱-۱۰-۱- تداخل با یون‌های فلزی ضروری.....
۲۱	۲-۱۰-۱- القا تنش اکسایشی.....
۲۳	۱۱-۱- بیش انباشت کننده های نیکل.....
۲۴	۱۲-۱- سالیسیلیک اسید.....
۲۵	۱-۱۲-۱- بیوسنتز و متابولیسم سالیسیلیک اسید.....
۲۷	۲-۱۲-۱- سالیسیلیک اسید و مشتقات آن.....
۲۸	۳-۱۲-۱- علامت دهی و انتقال سالیسیلیک اسید.....
۲۹	۱۳-۱- اثر سالیسیلیک اسید در برطرف کردن سمیت ناشی از فلزات سنگین.....
۲۹	۱۴-۱- اثرات فیزیولوژیکی سالیسیلیک اسید.....
۲۹	۱-۱۴-۱- اثر بر جوانه زنی بذر.....
۳۰	۲-۱۴-۱- اثر بر رشد و تولید محصول.....
۳۰	۳-۱۴-۱- اثر بر روی ساختار برگ و کلروپلاست و فعالیت RuBisCO.....
۳۱	۱۵-۱- ارتباط سالیسیلیک اسید با سازگان پاداکسایشی و اثر آن بر روی گیاهان تحت تنش.....
۳۱	۱۶-۱- آنزیم‌های پاداکسایشی.....
۳۲	۱-۱۶-۱- پراکسیداز (POD, EC 1.11.1.7).....
۳۲	۲-۱۶-۱- کاتالاز (CAT, EC 1.11.1.6).....

۳۳	..... سوپراکسید دیسموتاز (SOD, EC 1.15.1.1).....
۳۴	..... اهداف پژوهش: ۱۷-۱.....
۳۷	فصل ۲- مواد و روش ها
۳۶	..... مواد..... ۱-۲-۱
۳۸	..... روش ها..... ۲-۲-۱
۳۶	..... سترون کردن بذرهای بادرنجیویه..... ۱-۲-۲
۳۷	..... کشت بذر برای محاسبه درصد و سرعت جوانه زنی..... ۲-۲-۲
۳۸	..... کشت گیاه در گلدان و تیماردهی..... ۳-۲-۲
۳۹	..... تهیه محلول غذایی هوگلند..... ۴-۲-۲
۴۳	..... مطالعه صفات رشدی..... ۳-۲
۴۳	..... اندازه گیری طول اندام هوایی و ریشه ها..... ۱-۳-۲
۴۳	..... اندازه گیری وزن تر (FW) اندام هوایی و ریشه ها..... ۲-۳-۲
۴۳	..... اندازه گیری وزن خشک (DW) اندام های هوایی و ریشه ها..... ۳-۳-۲
۴۳	..... مطالعات بیوشیمیایی..... ۴-۲
۴۳	..... سنجش میزان رنگیزه های فتوسنتزی (کلروفیل ها و کاروتنوئیدها)..... ۱-۴-۲
۴۴	..... سنجش پرولین در برگ و ریشه..... ۲-۴-۲
۴۴	..... روش استخراج پرولین..... ۱-۲-۴-۲
۴۵	..... رسم منحنی استاندارد و سنجش پرولین در عصاره ها..... ۲-۲-۴-۲
۴۶	..... بررسی میزان اکسیداسیون لیپید در برگ و ریشه..... ۳-۴-۲
۴۶	..... روش استخراج مالون دی آلدهید..... ۱-۳-۴-۲
۴۶	..... روش سنجش غلظت مالون دی آلدهید..... ۲-۳-۴-۲
۴۷	..... بررسی نشت الکترولیتی غشا سلول های برگ..... ۴-۴-۲
۴۷	..... تعیین میزان پراکسید هیدروژن (H_2O_2) برگ و ریشه..... ۵-۴-۲
۴۸	..... بررسی پروتئین ها..... ۶-۴-۲
۴۸	..... بررسی کمی پروتئین ها..... ۱-۶-۴-۲
۴۸	..... استخراج پروتئین..... ۲-۶-۴-۲
۴۹	..... رسم منحنی استاندارد..... ۳-۶-۴-۲
۵۰	..... سنجش پروتئین به روش برادفورد..... ۴-۶-۴-۲
۵۰	..... بررسی کیفی پروتئین ها به روش SDS-PAGE..... ۷-۴-۲
۵۱	..... تهیه محلول ها و بافرهای لازم برای SDS-PAGE..... ۱-۷-۴-۲
۵۵	..... آماده سازی سازی عصاره های پروتئینی و تزریق در سیستم SDS-PAGE..... ۲-۷-۴-۲
۵۶	..... رنگ آمیزی ژل پلی آکرلامید با کوماسی بلو..... ۳-۷-۴-۲
۵۶	..... رنگبری ژل ها..... ۴-۷-۴-۲
۵۷	..... محاسبه وزن تقریبی مولکولی نوارهای پروتئینی..... ۵-۷-۴-۲
۵۷	..... آنزیم های پاداکسایشی..... ۵-۲
۵۷	..... بررسی کمی آنزیم های پاداکسایشی..... ۱-۵-۲
۵۷	..... کاتالاز (CAT- EC 1.11.1.6)..... ۱-۱-۵-۲
۵۸	..... سنجش سوپر اکسید دیسموتاز (SOD- EC 1.15.1.1)..... ۲-۱-۵-۲
۵۹	..... پراکسیداز (POD- EC 1.11.1.7)..... ۳-۱-۵-۲

۵۹	بررسی کیفی آنزیم‌های پاداکسایشی	۲-۵-۲
۶۰	روش تهیه محلول‌ها و بافرهای لازم در سیستم ناپیوسته PAGE	۲-۵-۲-۱
۶۲	تهیه ژل به روش PAGE در سیستم بافری ناپیوسته	۲-۵-۲-۲
۶۴	آماده سازی عصاره های آنزیمی و تزریق در سیستم PAGE	۲-۵-۲-۳
۶۴	آشکارسازی نوارهای آنزیم های پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز روی ژل پلی آکریل آمید	۲-۵-۳-۳
۶۴	ظهور نوارهای کاتالاز (CAT- EC 1.11.1.6)	۲-۵-۳-۱
۶۵	ظهور نوارهای سوپر اکسید دیسموتاز (SOD- EC 1.15.1.1)	۲-۵-۳-۲
۶۶	ظهور نوارهای پراکسیداز (POD- EC 1.11.1.7)	۲-۵-۳-۳
۶۶	ظهور نوارهای آسکوربات پراکسیداز (APX- EC 1.11.1.11)	۲-۵-۳-۴
۶۷	اندازه گیری آسکوربات کل	۲-۶-۶
۶۷	آماده سازی محلول‌ها	۲-۶-۱
۶۷	روش کار	۲-۶-۲
۶۸	رسم منحنی استاندارد آسکوربیک اسید	۲-۶-۳
۶۹	تعیین غلظت عناصر در برگ و ریشه	۲-۷-۷
۶۹	سنجش میزان نیکل در برگ و ریشه	۲-۷-۱
۷۰	سنجش میزان فسفر در برگ و ریشه	۲-۷-۲
۷۰	سنجش غلظت فسفر نمونه های گیاهی	۲-۷-۱-۱
۷۱	رسم منحنی استاندارد فسفر	۲-۷-۲-۲
۷۱	فنل کل	۲-۸-۸
۷۲	روش استخراج ترکیبات فنلی به صورت ارتعاش صوتی	۲-۸-۱
۷۲	رسم منحنی استاندارد و سنجش فنل کل در عصاره ها	۲-۸-۲
۷۳	بررسی میزان فلاونوئید	۲-۹-۹
۷۳	روش استخراج ترکیبات فلاونوئیدی به صورت ارتعاش صوتی	۲-۹-۱
۷۴	رسم منحنی استاندارد و سنجش فلاونوئید در عصاره ها	۲-۹-۲
۷۴	سنجش کمی رزمارینیک اسید به روش کرماتوگرافی مایع با کارآیی بالا (HPLC)	۲-۱۰-۱
۷۵	روش استخراج رزمارینیک اسید از نمونه ها	۲-۱۰-۱-۱
۷۶	جداسازی رزمارینیک اسید به روش HPLC	۲-۱۰-۲
۷۶	رسم منحنی استاندارد رزمارینیک اسید به روش HPLC	۲-۱۰-۳
۷۷	استخراج روغن اسانسی	۲-۱۱-۱۱
۷۷	شرایط آنالیز روغن اسانسی گیاه و مشخصات دستگاه GC	۲-۱۱-۱-۱
۷۸	شناسایی نهایی اجزای اصلی روغن اسانسی	۲-۱۱-۲
۷۹	بررسی آماری داده ها	۲-۱۲-۲
۸۱	فصل ۳- نتایج	
۸۱	نتایج مربوط به درصد جوانه زنی بذرهای گیاه بادرنجبویه	۳-۱-۱
۸۱	نتایج مربوط به سرعت جوانه زنی بذرهای بادرنجبویه	۳-۲-۱
۸۳	نتایج حاصل از اثر سالیسیلیک اسید بر پارامترهای مورفولوژیکی گیاه بادرنجبویه تحت تنش نیکل	۳-۳-۳
۸۳	طول اندام هوایی گیاه	۳-۳-۱
۸۴	طول ریشه گیاه	۳-۳-۲

۸۶	وزن تر اندام هوایی	۳-۳-۳
۸۷	وزن خشک اندام هوایی	۴-۳-۳
۸۷	وزن تر ریشه	۵-۳-۳
۸۸	وزن خشک ریشه	۶-۳-۳
۸۹	وزن تر کل گیاه	۷-۳-۳
۹۰	وزن خشک کل گیاه	۸-۳-۳
۹۱	نسبت وزن تر اندام هوایی به ریشه	۹-۳-۳
۹۲	نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه	۱۰-۳-۳
۹۳	فتوسنتزی	۴-۳-۳
۹۳	کلروفیل a	۱-۴-۳
۹۴	کلروفیل b	۲-۴-۳
۹۵	کلروفیل کل	۳-۴-۳
۹۶	کاروتنوئید	۴-۴-۳
۹۷	نسبت کلروفیل a به b در برگ	۵-۴-۳
۹۸	بررسی میزان پرولین	۵-۳-۳
۹۸	پرولین برگ	۱-۵-۳
۹۹	پرولین ریشه	۲-۵-۳
۱۰۰	میزان پراکسیداسیون لیپید	۶-۳-۳
۱۰۰	پراکسیداسیون لیپید در برگ	۱-۶-۳
۱۰۱	پراکسیداسیون لیپید در ریشه	۲-۶-۳
۱۰۲	بررسی نشت الکترولیتی غشا	۳-۶-۳
۱۰۳	بررسی میزان آب اکسیژنه	۷-۳-۳
۱۰۳	بررسی میزان آب اکسیژنه در برگ	۱-۷-۳
۱۰۴	بررسی میزان آب اکسیژنه در ریشه	۲-۷-۳
۱۰۵	سنجش کمی پروتئین	۸-۳-۳
۱۰۵	پروتئین برگ	۱-۸-۳
۱۰۶	پروتئین ریشه	۲-۸-۳
۱۰۷	بررسی کیفی پروتئین	۹-۳-۳
۱۰۷	بررسی کیفی پروتئین در برگ	۱-۹-۳
۱۰۸	بررسی کیفی پروتئین در ریشه	۲-۹-۳
۱۰۹	نتایج مربوط به سنجش کمی فعالیت آنزیم‌ها در برگ و ریشه	۱۰-۳-۳
۱۰۹	آنزیم کاتالاز برگ	۱-۱۰-۳
۱۱۱	آنزیم کاتالاز ریشه	۲-۱۰-۳
۱۱۲	آنزیم سوپراکسید دیسموتاز برگ	۳-۱۰-۳
۱۱۳	آنزیم سوپراکسید دیسموتاز ریشه	۴-۱۰-۳
۱۱۴	آنزیم پراکسیداز برگ	۵-۱۰-۳
۱۱۵	آنزیم پراکسیداز ریشه	۶-۱۰-۳
۱۱۷	بررسی کیفی آنزیم‌های پاداکسایشی	۱۱-۳-۳
۱۱۷	آنزیم کاتالاز برگ	۱-۱۱-۳

۱۱۸	آنزیم کاتالاز ریشه	۲-۱۱-۳
۱۲۰	آنزیم سوپراکسید دیسموتاز برگ	۳-۱۱-۳
۱۲۲	آنزیم سوپراکسید دیسموتاز ریشه	۴-۱۱-۳
۱۲۵	آنزیم پراکسیداز برگ	۵-۱۱-۳
۱۲۶	آنزیم پراکسیداز ریشه	۶-۱۱-۳
۱۲۸	آنزیم آسکورات پراکسیداز برگ	۷-۱۱-۳
۱۲۹	آنزیم آسکورات پراکسیداز ریشه	۸-۱۱-۳
۱۳۱	نتایج مربوط به محتوای آسکوربیک اسید در گیاه بادرنجبویه	۱۲-۳
۱۳۱	نتایج مربوط به محتوای آسکوربیک اسید در برگ	۱-۱۲-۳
۱۳۲	نتایج مربوط به محتوای آسکوربیک اسید در ریشه	۲-۱۲-۳
۱۳۳	نتایج مربوط به انباشت میزان عناصر در گیاه بادرنجبویه	۱۳-۳
۱۳۳	نتایج مربوط به میزان انباشت عنصر نیکل در ریشه	۱-۱۳-۳
۱۳۴	نتایج مربوط به میزان انباشت عنصر نیکل در برگ	۲-۱۳-۳
۱۳۵	نتایج مربوط به میزان انباشت عنصر فسفر در ریشه	۳-۱۳-۳
۱۳۶	نتایج مربوط به میزان انباشت عنصر فسفر در برگ	۴-۱۳-۳
۱۳۷	نتایج حاصل از بررسی کمی فنل کل در برگ گیاه بادرنجبویه	۱۴-۳
۱۳۸	نتایج حاصل از بررسی کمی فلاوونوئید در برگ گیاه بادرنجبویه	۱۵-۳
۱۳۹	نتایج حاصل از بررسی کمی رزمارینیک اسید به روش HPLC در برگ گیاه بادرنجبویه	۱۶-۳
۱۴۱	نتایج حاصل از بررسی میزان اسانس روغنی اندام‌های هوایی	۱۷-۳
۱۴۴	فصل ۴- بحث	
۱۴۶	جوانه زنی بذر بادرنجبویه تحت تنش نیکل	۱-۴
۱۴۷	اثر نیکل و سالیسیلیک اسید بر روی پارامترهای رشدی	۲-۴
۱۵۰	اثر نیکل و سالیسیلیک اسید بر روی رنگی‌های فتوسنتزی	۳-۴
۱۵۳	محتوای پرولین در برگ و ریشه در برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید	۴-۴
۱۵۵	پراکسیداسیون لیپید در برگ و ریشه در برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید	۵-۴
۱۵۷	بررسی آب اکسیژنه برگ و ریشه در برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید	۶-۴
۱۶۱	میزان پروتئین کل برگ و ریشه در برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید	۷-۴
۱۶۲	بررسی آنزیم‌های پاداکسایشی برگ و ریشه در برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید	۸-۴
۱۷۱	انباشت نیکل در برگ و ریشه در برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید	۹-۴
۱۷۴	برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر جذب عناصر معدنی در برگ و ریشه گیاه بادرنجبویه	۱۰-۴
۱۷۶	اثر نیکل و سالیسیلیک اسید بر روی محتوای فنل کل، فلاوونوئید و ترکیب فنلی رزمارینیک اسید	۱۱-۴
۱۷۹	اثر نیکل و سالیسیلیک اسید بر روی محتوای آسکوربیک اسید	۱۲-۴
۱۸۰	اثر نیکل و سالیسیلیک اسید بر روی میزان اجزای اصلی روغن اسانسی	۱۳-۴
۱۸۲	نتیجه‌گیری	۱۴-۴
۱۸۳	پیشنهادات	۱۵-۴
۱۸۵	فصل ۵- منابع	
۲۰۵	فصل ۶- پیوست	

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

- جدول ۱-۲ فهرست تیمارهای توام نیکل و سالیسیلیک اسید اعمال شده بر روی گیاهچه‌های بادرنجبویه..... ۳۹
- جدول ۲-۲ ترکیب محلول غذایی هوگلند مورد استفاده (۱ لیتر): اقتباس شده از Abram و همکاران (۱۹۷۰)..... ۴۰
- جدول ۳-۲ برنامه زمان بندی سیستمهای حلال برای آشکارسازی رزمارینیک اسید به روش HPLC..... ۷۶
- جدول ۱-۳ تحرک الکتروفورزی نوارهای آنزیمی کاتالاز در برگ و ریشه گیاهان بادرنجبویه تحت تیمار غلظتهای مختلف نیکل به تنهایی و یا در برهم کنش با سالیسیلیک اسید..... ۱۲۰
- جدول ۲-۳ تحرک الکتروفورزی نوارهای آنزیمی سوپر اکسید دیسموتاز در برگ گیاهان بادرنجبویه تحت تیمار غلظتهای مختلف نیکل به تنهایی و یا در برهم کنش با سالیسیلیک اسید..... ۱۲۴
- جدول ۳-۳ تحرک الکتروفورزی نوارهای آنزیمی سوپر اکسید دیسموتاز در ریشه گیاهان بادرنجبویه تحت تیمار غلظت های مختلف نیکل به تنهایی و یا در برهم کنش با سالیسیلیک اسید..... ۱۲۵
- جدول ۴-۳ تحرک الکتروفورزی نوارهای آنزیمی پراکسیداز در برگ و ریشه گیاهان بادرنجبویه تحت تیمار غلظت های مختلف نیکل به تنهایی و یا در برهم کنش با سالیسیلیک اسید..... ۱۲۸
- جدول ۵-۳ تحرک الکتروفورزی نوارهای آنزیمی آسکوربات پراکسیداز در برگها و ریشههای بادرنجبویه..... ۱۳۰
- جدول ۱-۶ درصد و سرعت جوانهزنی بذرهای بادرنجبویه در تیمارهای مختلف نیکل و سالیسیلیک اسید..... ۲۰۳
- جدول ۲-۶ میانگین آنالیز رشد در تیمارهای مختلف نیکل و سالیسیلیک اسید در گیاه بادرنجبویه..... ۲۰۴
- جدول ۳-۶ میانگین وزن تر و خشک در تیمارهای مختلف نیکل و سالیسیلیک اسید در گیاه بادرنجبویه..... ۲۰۵
- جدول ۴-۶ میانگین رنگیزه های فتوسنتزی در تیمارهای مختلف نیکل و سالیسیلیک اسید در گیاه بادرنجبویه..... ۲۰۶
- جدول ۵-۶ میانگین عوامل بیوشیمیایی در تیمارهای مختلف نیکل و سالیسیلیک اسید در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۲۰۷
- جدول ۶-۶ جدول میانگین عوامل بیوشیمیایی در تیمارهای مختلف نیکل و سالیسیلیک اسید در ریشه گیاه بادرنجبویه..... ۲۰۷
- جدول ۷-۶ جدول میانگین فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدان و میزان پروتئین در تیمارهای مختلف نیکل و سالیسیلیک اسید در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۲۰۸
- جدول ۸-۶ جدول میانگین فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدان و میزان پروتئین در تیمارهای مختلف نیکل و سالیسیلیک اسید در ریشه گیاه بادرنجبویه..... ۲۰۹
- جدول ۹-۶ میانگین میزان عناصر در تیمارهای مختلف نیکل و سالیسیلیک اسید در گیاه بادرنجبویه..... ۲۱۰
- جدول ۱۰-۶ میانگین محتوای رزمارینیک اسید، فنل کل و فلاونوئید در تیمارهای مختلف نیکل و سالیسیلیک اسید در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۲۱۱
- جدول ۱۱-۶ میانگین محتوای آسکوربیک اسید در تیمارهای مختلف نیکل و سالیسیلیک اسید در برگ و ریشه گیاه بادرنجبویه..... ۲۱۲
- جدول ۱۲-۶ میانگین محتوای مقدار اجزای روغن اسانسی در برگ گیاهان بادرنجبویه..... ۲۱۳

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

شکل ۱-۱	ریخت شناسی گیاه بادرنجبویه (<i>Melissa officinalis</i> L.)	۳
شکل ۲-۱	گیاه شناسی گیاه بادرنجبویه و اندام‌های آن	۴
شکل ۳-۱	مسیر بیوسنتز نرال و ژرانیال از ژرانیول و ژرانیول پیروفسفات	۸
شکل ۴-۱	ساختار شیمیایی رزمارینیک اسید (Cristina et al., 2009)	۱۰
شکل ۵-۱	مسیر اصلی جذب و انتقال نیکل در گیاهان. همبند کننده‌ها شامل نیکوتیامین (NA)، هیستیدین (His)، سیرتات، اسیدهای آلی و پروتئین‌هایی با عملکردهای مهم مختلف شامل پرمه آز، متالو چاپرون‌ها و پروتئین‌ها مانند YS1 (Chen et al., 2009)	۱۵
شکل ۶-۱	پخش نیکل در گیاهان (Chen et al., 2009)	۱۷
شکل ۷-۱	سازوکارهای حد واسط اثرات سمی غلظت‌های بالای نیکل در گیاهان	۲۴
شکل ۸-۱	فرمول شیمیایی سالیسیلیک اسید	۲۵
شکل ۹-۱	مسیرهای پیشنهاد شده برای بیوسنتز سالیسیلیک اسید در گیاهان	۲۷
شکل ۱۰-۱	ساختار سالیسیلیک اسید و مشتقات آن	۲۸
شکل ۱-۲	بذرهای رسیده و نارس گیاه بادرنجبویه	۳۷
شکل ۲-۲	کشت گیاهچه‌های بادرنجبویه در شرایط آزمایشگاهی	۴۱
شکل ۳-۲	گیاهچه‌های بادرنجبویه ۵ روز بعد از کشت بذر (a)، مرحله ۴ برگ‌گی (b)، مرحله ۶-۸ برگ‌گی (آغاز تیمار دهی) (c)، نحوه افشانه برگ‌گی (d)، دو هفته بعد از تیمار دهی (e) و ۳۰ روز بعد از تیمار دهی (f)	۴۲
شکل ۴-۲	منحنی استاندارد رابطه بین غلظت و جذب نوری پرولین در غلظت‌های (۲-۲۰ میکرومولار)	۴۶
شکل ۵-۲	منحنی استاندارد رابطه بین غلظت (۱۵/۰-۱/۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و جذب نوری سرم آلبومین گاوی به روش برادفورد	۴۹
شکل ۶-۲	منحنی آسکوربیک اسید در طول موج ۵۲۰ نانومتر	۶۹
شکل ۷-۲	منحنی استاندارد رابطه بین غلظت و جذب نوری فسفر در غلظت‌های مختلف فسفر	۷۱
شکل ۸-۲	منحنی استاندارد گالیک اسید در طول موج ۷۵۰ نانومتر	۷۳
شکل ۹-۲	منحنی استاندارد روتین در طول موج ۴۱۴ نانومتر	۷۴
شکل ۱۰-۲	منحنی استاندارد رزمارینیک اسید در بازه غلظت ۰ تا ۷۰ میکروگرم در میلی‌لیتر	۷۷
شکل ۱-۳	نمودار درصد جوانه‌زنی بذرهای بادرنجبویه	۸۱
شکل ۲-۳	نمودار سرعت جوانه زنی بذرهای بادرنجبویه	۸۲
شکل ۳-۳	جوانه زنی بذرهای بادرنجبویه تحت تیمار نیکل	۸۳
شکل ۴-۳	نمودار اثرات بر هم کنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر طول اندام هوایی در گیاه بادرنجبویه	۸۴
شکل ۵-۳	نمودار اثرات بر هم کنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر طول ریشه گیاه بادرنجبویه	۸۵
شکل ۶-۳	تیمار نیکل و سالیسیلیک اسید بر روی طول اندام هوایی و ریشه گیاه بادرنجبویه	۸۵
شکل ۷-۳	نمودار اثرات برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر وزن تر اندام هوایی در گیاه بادرنجبویه	۸۶
شکل ۸-۳	نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر وزن خشک اندام هوایی در گیاه بادرنجبویه	۸۷
شکل ۹-۳	نمودار اثرات برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر وزن تر ریشه در گیاه بادرنجبویه	۸۸
شکل ۱۰-۳	نمودار اثرات برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر وزن خشک ریشه در گیاه بادرنجبویه	۸۹
شکل ۱۱-۳	نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر وزن تر کل گیاه در گیاه بادرنجبویه	۹۰

شکل ۳-۱۲ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر وزن خشک کل گیاه در گیاه بادرنجبویه..... ۹۱

شکل ۳-۱۳ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر نسبت وزن تر اندام هوایی به ریشه..... ۹۲

شکل ۳-۱۴ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه..... ۹۳

شکل ۳-۱۵ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان کلروفیل a در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۹۴

شکل ۳-۱۶ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان کلروفیل b در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۹۵

شکل ۳-۱۷ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان کلروفیل کل در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۹۶

شکل ۳-۱۸ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان کاروتنوئید در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۹۷

شکل ۳-۱۹ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر نسبت کلروفیل a به b در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۹۸

شکل ۳-۲۰ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر محتوای پرولین در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۹۹

شکل ۳-۲۱ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر محتوای پرولین در ریشه گیاه بادرنجبویه..... ۱۰۰

شکل ۳-۲۲ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر محتوای پراکسیداسیون لیپید در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۱۰۱

شکل ۳-۲۳ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر محتوای پراکسیداسیون لیپید در ریشه گیاه بادرنجبویه..... ۱۰۲

شکل ۳-۲۴ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر نشت الکترولیتی غشا در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۱۰۳

شکل ۳-۲۵ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر محتوای آب اکسیژنه در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۱۰۴

شکل ۳-۲۶ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر محتوای آب اکسیژنه در ریشه گیاه بادرنجبویه..... ۱۰۵

شکل ۳-۲۷ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان پروتئین کل در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۱۰۶

شکل ۳-۲۸ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان پروتئین کل در ریشه گیاه بادرنجبویه..... ۱۰۷

شکل ۳-۲۹ الکتروفوروگرام نوار پلی‌پپتیدهای برگ بادرنجبویه..... ۱۰۸

شکل ۳-۳۰ الکتروفوروگرام نوار پلی‌پپتیدهای ریشه بادرنجبویه..... ۱۰۹

شکل ۳-۳۱ منحنی سینتیک فعالیت آنزیم کاتالاز در برگ گیاه بادرنجبویه تیمار شده با غلظت ۲۵ میکرومولار نیکل و غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید..... ۱۱۰

شکل ۳-۳۲ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۱۱۰

شکل ۳-۳۳ منحنی سینتیک فعالیت آنزیم کاتالاز در ریشه گیاه بادرنجبویه تیمار شده با غلظت ۲۵ میکرومولار نیکل و ۱۰۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید..... ۱۱۱

شکل ۳-۳۴ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در ریشه گیاه بادرنجبویه..... ۱۱۲

شکل ۳-۳۵ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۱۱۳

شکل ۳-۳۶ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در ریشه گیاه بادرنجبویه..... ۱۱۴

شکل ۳-۳۷ منحنی سینتیک فعالیت آنزیم پراکسیداز در برگ گیاه بادرنجبویه تیمار شده با غلظت ۱۰۰ میکرومولار نیکل و ۱۰۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید..... ۱۱۵

شکل ۳-۳۸ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در برگ گیاه بادرنجبویه..... ۱۱۵

شکل ۳-۳۹ منحنی سینتیک فعالیت آنزیم پراکسیداز در ریشه گیاه بادرنجبویه تیمار شده با غلظت ۵۰ میکرومولار نیکل..... ۱۱۶

- شکل ۳-۴۰ نمودار اثرات بر همکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در ریشه گیاه بادرنجبویه ۱۱۷
- شکل ۳-۴۱ نیمرخ الکتروفورزی و الگوی نوار بندی آنزیم کاتالاز برگ‌های گیاه بادرنجبویه ۱۱۸
- شکل ۳-۴۲ نیمرخ الکتروفورزی و الگوی نوار بندی آنزیم کاتالاز ریشه‌های گیاه بادرنجبویه ۱۱۹
- شکل ۳-۴۳ نیمرخ الکتروفورزی و الگوی نوار بندی آنزیم سوپراکسید دیسموتاز برگ‌های گیاه بادرنجبویه ۱۲۱
- شکل ۳-۴۴ نیمرخ الکتروفورزی و الگوی نوار بندی آنزیم سوپراکسید دیسموتاز ریشه‌های گیاه بادرنجبویه ۱۲۳
- شکل ۳-۴۵ نیمرخ الکتروفورزی و الگوی نوار بندی آنزیم پراکسیداز برگ‌های گیاه بادرنجبویه ۱۲۶
- شکل ۳-۴۶ نیمرخ الکتروفورزی و الگوی نوار بندی آنزیم پراکسیداز ریشه‌های گیاه بادرنجبویه ۱۲۷
- شکل ۳-۴۷ نیمرخ الکتروفورزی و الگوی نوار بندی آنزیم آسکوربات پراکسیداز برگ‌های گیاه بادرنجبویه ۱۲۹
- شکل ۳-۴۸ نیمرخ الکتروفورزی و الگوی نوار بندی آنزیم آسکوربات پراکسیداز ریشه‌های گیاه بادرنجبویه ۱۳۰
- شکل ۳-۴۹ اثرات برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر محتوای آسکوربیک اسید در برگ گیاه بادرنجبویه ۱۳۱
- شکل ۳-۵۰ اثرات برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر محتوای آسکوربیک اسید در ریشه گیاه بادرنجبویه ۱۳۲
- شکل ۳-۵۱ نمودار اثرات برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان انباشت عنصر نیکل در ریشه گیاه بادرنجبویه ۱۳۴
- شکل ۳-۵۲ نمودار اثرات برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان فاکتور انتقال عنصر نیکل در گیاه بادرنجبویه ۱۳۴
- شکل ۳-۵۳ نمودار اثرات برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان انباشت عنصر نیکل در برگ گیاه بادرنجبویه ۱۳۵
- شکل ۳-۵۴ نمودار اثرات برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان انباشت عنصر فسفر در ریشه گیاه بادرنجبویه ۱۳۶
- شکل ۳-۵۵ نمودار اثرات برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان انباشت عنصر فسفر در برگ گیاه بادرنجبویه ۱۳۷
- شکل ۳-۵۶ نمودار اثرات برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان فنل کل در برگ گیاه بادرنجبویه ۱۳۸
- شکل ۳-۵۷ نمودار اثرات برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان فلاونوئید کل در برگ گیاه بادرنجبویه ۱۳۹
- شکل ۳-۵۸ اثرات برهمکنش نیکل و سالیسیلیک اسید بر میزان رزمارینیک اسید در برگ گیاه بادرنجبویه ۱۴۰
- شکل ۳-۵۹ HPLC - کروماتوگرام عصاره برگ گیاه بادرنجبویه تیمار شده با غلظت ۵۰۰ میکرومولار نیکل ۱۴۰
- شکل ۳-۶۰ HPLC - کروماتوگرام غلظت ۷۰ میلی‌گرم/ میلی لیتر استاندارد رزمارینیک اسید ۱۴۱
- شکل ۳-۶۱ اثرات بر هم کنش غلظت‌های مختلف نیکل و سالیسیلیک اسید بر مقدار اجزای روغن اسانسی در برگ گیاهان بادرنجبویه ۱۴۲
- شکل ۳-۶۲ طیف گاز کروماتوگراف-جرمی روغن اسانسی برگ بادرنجبویه در تیمار شاهد. ۱: سیس-سیترال، ۲: ترانس ژرانیول، ۳: ترانس-سیترال ۴: ژرانیل استات و ۵: ترانس کاریوفیلن ۱۴۲
- شکل ۳-۶۳ طیف‌های جرمی برخی از اجزای شناسایی شده در روغن اسانسی گیاهان بادرنجبویه. A: ترانس کاریوفیلن B: Z-سیترال C: E-سیترال D: ترانس ژرانیول ۱۴۴

فصل اول

مقدمه

۱-۱- ویژگی‌های تیره نعنائیان^۱

اجزای تیره نعنائیان گیاهان یکساله، چندساله به ندرت درختچه‌ای، یکی از بزرگترین گیاهان دانه‌دار دولپه‌ای که دارای ۴۰۰ جنس و ۶۵۰۰ گونه در جهان می‌باشد. نواحی مدیترانه و آسیای مرکزی مناطق اصلی پراکنش آن‌ها در دنیا می‌باشند. این گیاهان اغلب معطر و بدون تیغ با ساقه‌ای غالباً چهارگوش، برگ‌ها متقابل، گل آذین گرز، گل‌ها نر ماده، جام گل نامنظم و پیوسته، پرچم‌ها به جام گل و ۴ تایی، تخمدان فوقانی، دارای دو برچه دو خانه‌ای، هر خانه دارای یک تخمک و میوه چهار فندقه می‌باشد.

۱-۲- ریخت‌شناسی جنس بادرنجبویه^۲

ساقه: ایستاده، منشعب، دارای قطعه چهار گوش، سبز رنگ، از پایین تا انتها برگ‌دار با شاخه‌های طویل نازک، کم و بیش پوشیده از کرک‌های ساده و یا غده‌ای می‌باشد.

برگ: نازک، دمبرگ‌دار، دارای تیغه با پهنکی به ابعاد ۲-۸ سانتی متر، در قسمت‌های پایینی گیاه قلبی شکل، در قسمت بالا تخم مرغی شکل، در حاشیه دارای دندان‌های اره‌ای یا کنگره‌ای و تقریباً بی‌کرک می‌باشد. برگ‌ها دو به دو روبروی همدیگر قرار دارند. برگ‌های بالایی بزرگتر از برگ‌های پایینی هستند. رگبرگ‌ها به راحتی دیده می‌شوند (Turhan, 2006).

جام: جام خارج شده از کاسه به طول ۱۳-۱۵ میلی‌متر، دارای لوله خمیده، در داخل فاقد حلقه کرکی، لب بالایی جام در حاشیه دندان‌دار و ایستاده و لب پایینی سه قسمتی، گسترده و افقی و دارای بخش میانی وسیع و قلبی شکل می‌باشد.

¹ Lamiaceae

² *Melissa* L.