

## ارزیابی خصوصیات کتیمی و کیفی اسانس برخی از توده‌های ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط آب و هوایی اهواز

مجتبی مومنی منفرد<sup>۱</sup>، محمد محمودی سورستانی<sup>۲\*</sup>، مریم ذوالفقاری<sup>۳</sup> و محمود ملک‌زاده<sup>۴</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

پست الکترونیک: m.mahmoodi@scu.ac.ir؛ F\_mahmoodi2000@yahoo.com

۳- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۴- دکترای تخصصی گیاهان دارویی و معطر، گروه گیاهان دارویی و معطر، دانشگاه بوداپست، بوداپست، مجارستان

تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۷

تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۶

### چکیده

به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای اسانس ۱۵ توده از گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار (توده) و ۳ تکرار در مزرعه آزمایشی گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا گردید. توده‌ها شامل سبزی یزد، سبزی کانادا، سبزی رامهرمز، سبزی شیراز، سبزی شهرری، سبزی دشتستان، سبزی نیشابور، بنفش جهرم، بنفش شیراز، بنفش رامهرمز، بنفش دشتستان، گل خوشه‌ای، گل دم‌عقربی و تریزیفلورا بودند. صفات عملکرد برگ، میزان، عملکرد و اجزای اسانس اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین توده‌ها در صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. بیشترین عملکرد برگ خشک در توده‌های گل خوشه‌ای و گل دم‌عقربی (۶۰/۶۱۳ و ۳۳/۵۵۰ گرم بر مترمربع) ثبت شد. بیشترین میزان اسانس در توده‌های تریزیفلورا، گل خوشه‌ای و گل دم‌عقربی (به ترتیب ۱۶/۳، ۹۳/۲ و ۰۸/۲ درصد) و بیشترین عملکرد اسانس نیز در توده‌های گل خوشه‌ای، تریزیفلورا و گل دم‌عقربی (به ترتیب ۹۵/۱۷، ۷۲/۱۴ و ۴۲/۱۱ گرم بر مترمربع) مشاهده شد. براساس نتایج آنالیز اسانس به وسیله دستگاه GC/MS، حدود ۳۲ ترکیب در اسانس توده‌های مختلف ریحان شناسایی شد. ترکیب‌های غالب اسانس توده‌ها شامل لینالول (۱/۰ تا ۴/۶۸٪)، متیل کاپیکول (صفر تا ۳/۵۵٪)، ژرانیول (صفر تا ۴/۳۳٪)، ژرانیال (صفر تا ۱/۴۲٪)، لیمونن (صفر تا ۱۸٪)، کامفور (صفر تا ۲/۸٪)، متیل اوژنول (۴/۰ تا ۹/۴٪)، پتا-کاریوفیلن (صفر تا ۶/۴٪) و کوبنول (صفر تا ۲/۶٪) بودند. اسانس توده‌های بنفش جهرم، بنفش شیراز، بنفش رامهرمز، بنفش دشتستان و تریزیفلورا بیشترین میزان متیل کاپیکول را داشتند. توده‌های گل خوشه‌ای، گل دم‌عقربی و سبزی کانادا حاوی لینالول بالا و اسانس توده‌های سبزی یزد، سبزی رامهرمز، سبزی جهرم و سبزی نیشابور حاوی ژرانیول و ژرانیال بیشتری نسبت به سایر توده‌ها بودند. به‌طور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که توده‌ها دارای ویژگی‌های منحصر به فردی هستند که می‌توان از آنها در جهت تولید دارو، لوازم آرایشی-بهداشتی و استفاده در صنایع غذایی بهره برد.

واژه‌های کلیدی: ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، اسانس، لینالول، متیل کاپیکول، ژرانیول، ژرانیال.

## مقدمه

ریحان (*Ocimum sp.*) به طور گسترده‌ای در نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان پراکنده شده است. گیاهان این جنس یکساله و چندساله بوده و سهولت دگرگرده‌افشانی در جنس *Ocimum* باعث بوجود آمدن زیرگونه‌ها، واریته‌ها و فرم‌های متعددی در آن شده است و به همین دلیل تنوع بالایی در این جنس از نظر مورفولوژی و ترکیب‌های شیمیایی فعال وجود دارد (Simon et al., 1990). از گونه‌های مختلف این جنس می‌توان *O. americanum*, *O. basilicum*, *O. gratissimum* و *O. micranthum*, *O. tenuiflorum*, *O. kilimandscharicum* را نام برد. در میان گونه‌های جنس *Ocimum*، گونه *O. basilicum* برای کشت تجاری و تولید اسانس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. (Kakaraparthi et al., 2015). اسانس ذخیره شده در کرک‌های سپری شکل موجود در سطح برگ و ساقه این گیاه حاوی مواد زیستی فعالی مانند اوژنول، اکالیپتول، متیل‌اوژنول، متیل‌کاوایکول، ژرانیول، ژرانیال، لینالول و کارواکرول است که دارای خواص متعددی برای ارتقاء سلامت و جلوگیری از بیماری‌ها می‌باشند (Prakash & Gupta, 2005). ترکیب‌های مذکور در صنایع مختلف آرایشی-بهداشتی، غذایی و داروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مطالعات مختلف انجام شده بر روی گیاه ریحان نشان داده است که با توجه به نوع رقم یا توده و همچنین محل کشت (شرایط آب و هوایی) ممکن است تغییراتی در عملکرد و ترکیب‌های اسانس ایجاد شود که در برخی موارد این تغییرات مثبت بوده و می‌توان از آنها استفاده‌های تجاری نمود (Zheljazkow et al., 2008; Kakaraparthi et al., 2015). میزان اسانس ریحان بومی مجارستان کشت شده در فنلاند بین ۰/۳۸٪ تا ۱/۲۹٪ گزارش شده است (Galambosi & Szebeni, 2000). در یک مطالعه جامع دیگر که بر روی ۲۷۰ توده از گیاه دارویی ریحان در آلمان انجام شد میزان اسانس تولیدشده از برگ‌های خشک نتایج متنوعی را در بین توده‌ها

داشت و حداکثر میزان اسانس تولید شده در بین توده‌ها ۲/۵۶٪ گزارش شد (Krüger et al., 2002). علاوه بر آن ترکیب‌های متفاوتی در اسانس گیاه ریحان کشت شده در مناطق مختلف جهان گزارش شده است (Buchbauer, 2001; Keita et al., 2000). این پژوهش با هدف ارزیابی عملکرد و اجزای اسانس ۱۵ توده از گیاه دارویی ریحان در شرایط آب و هوایی اهواز برای شناسایی مناسبترین توده از لحاظ صفات مذکور انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه آزمایشی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی ۱۳۹۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار (توده) و ۳ تکرار اجرا گردید. توده‌ها شامل سبز یزد، سبز کانادا، سبز رامهرمز، سبز جهرم، سبز شیراز، سبز شهری، سبز دشتستان، سبز نیشابور، بنفش جهرم، بنفش شیراز، بنفش رامهرمز، بنفش دشتستان، گل خوشه‌ای، گل دم‌عقربی و تریزیفلورا بودند. توده‌های گل خوشه‌ای، گل دم‌عقربی و تریزیفلورا از شهرستان بوشهر و توده سبز کانادا از کانادا تهیه شدند. در اوایل فروردین‌ماه بذره‌های توده‌های مورد نظر با فواصل ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۴۰ سانتی‌متر بین ردیف در زمین اصلی کشت گردید. هنگامی که گیاهچه‌ها به مرحله ۶ یا ۸ برگی رسیدند و از لحاظ استقرار در زمین کاملاً تثبیت شدند، کود اوره ۴۶٪ (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به زمین اضافه و بعد از انجام کوددهی، مزرعه آبیاری شد تا جذب کود بیشتر شود. در طول فصل رشد آبیاری زمین با توجه به نیاز گیاهان و وضعیت رطوبتی زمین به صورت منظم انجام شد. سایر مراقبت‌های زراعی لازم از جمله مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام گردید. در طول اجرای آزمایش گیاه با آفت و یا بیماری خاص مواجه نشد و از این نظر هیچ‌گونه کنترلی انجام نشد. گیاهان در مرحله گلدهی کامل برداشت شدند و پس از خشک شدن، صفات عملکرد برگ و اسانس

۳ دقیقه) رسید. درجه حرارت محفظه تزریق و آشکارساز (MS) به ترتیب ۲۸۰ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز حامل هلیوم بود که با سرعت ۱/۵ میلی‌لیتر در دقیقه در طول ستون حرکت می‌کرد. زمان اسکن برابر ۱ ثانیه و انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون‌ولت بود.

شناسایی طیف‌ها به کمک بانک اطلاعات جرمی، زمان بازداری، مطالعه طیف‌های جرمی هر یک از اجزای اسانس و بررسی الگوهای شکست آنها، مقایسه آنها با طیف‌های استاندارد و استفاده از منابع معتبر انجام شد (Adams, 2007). درصد کمی هر ترکیب براساس سطح زیر منحنی و توسط برنامه‌ریزی رایانه‌ای مشخص گردید.

### نتایج

#### عملکرد برگ

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که توده‌های مورد مطالعه از لحاظ عملکرد برگ دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ بودند (جدول ۱). عملکرد برگ خشک از ۳۲۴ تا ۶۱۳ گرم بر مترمربع متغیر بود و در بین توده‌های مختلف، توده‌های گل خوشه‌ای (۶۱۳/۶ گرم بر مترمربع) و گل دم‌عقربی (۵۵۰/۳ گرم بر مترمربع) بیشترین عملکرد برگ را به خود اختصاص دادند. توده‌های سبز کانادا، سبز دشتستان، بنفش دشتستان و تریزیفلورا در رتبه بعدی قرار گرفتند. کمترین عملکرد برگ خشک نیز در توده‌های سبز نیشابور، سبز شیراز و سبز یزد ثبت گردید (به ترتیب ۳۳۰، ۳۲۹ و ۳۲۴/۳ گرم بر مترمربع) که اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ نسبت به همدیگر نداشتند (جدول ۲).

#### میزان اسانس

تجزیه واریانس توده‌ها نشان داد که توده‌های مورد مطالعه از لحاظ میزان اسانس دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ بودند (جدول ۱). میزان اسانس توده‌ها در دامنه بین ۰/۹۱٪ تا ۳/۱۶٪

ارزیابی شد. آنالیز آماری داده‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گردید.

#### استخراج اسانس

گیاهان در مرحله گلدهی کامل از فاصله ۱۰ cm سطح زمین برداشت شدند، سپس برای حفظ کیفیت اسانس در سالن خشک‌کن در دمای ۳۵°C خشک شدند و پس از محاسبه عملکرد وزن خشک در مترمربع با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت اسانس‌گیری انجام گردید. پس از بدست آوردن درصد و عملکرد اسانس نمونه‌ها، با سولفات سدیم آب‌گیری و تا زمان آنالیز در یخچال نگهداری شدند.

#### آنالیز اسانس

برای کمی‌سازی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس از دستگاه گاز کروماتوگرافی مدل Varian 3800 مجهز به ستون CP-Sil 8-CB (به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۳۲ میلی‌متر، ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر) استفاده شد. دمای اولیه ۴۰ درجه سانتی‌گراد (با زمان نگهداری ۱ دقیقه) بود که با ۵ درجه سانتی‌گراد افزایش در هر دقیقه به دمای نهایی ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد (با زمان نگهداری ۳ دقیقه) رسید. درجه حرارت محفظه تزریق و آشکارساز (FID) نیز به ترتیب ۲۸۰ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد بود. از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل استفاده شد که سرعت حرکت آن در طول ستون، ۱/۵ میلی‌لیتر در دقیقه بود. اسانس‌ها به دستگاه گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌نگار جرمی تزریق شد و طیف جرمی ترکیب‌های اسانس بدست آمد. گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌سنج جرمی مورد استفاده از نوع Agilent مدل ۵۹۷۵، ستون HP-5ms (به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر، ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر) بود. دمای اولیه ۴۰ درجه سانتی‌گراد (با زمان نگهداری ۱ دقیقه) بود که با ۵ درجه سانتی‌گراد افزایش در هر دقیقه به دمای نهایی ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد (با زمان نگهداری

از لحاظ عملکرد اسانس دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ بودند (جدول ۱). عملکرد اسانس توده‌های مختلف ریحان در دامنه ۳/۵۶ تا ۱۷/۹۵ گرم بر مترمربع قرار داشت. بیشترین عملکرد اسانس در توده گل خوشه‌ای (۱۷/۹۵ گرم بر مترمربع) مشاهده شد و بعد از آن توده‌های تریزفلورا و گل دم‌عقربی (۱۴/۷۸ و ۱۱/۴۱ گرم بر مترمربع) به ترتیب بیشترین عملکرد اسانس را داشتند. کمترین عملکرد اسانس در توده‌های بنفش شیراز و سبز رامهرمز (۳/۵۶ و ۳/۹۵ گرم بر مترمربع) بود (جدول ۲).

بود، به طوری که بیشترین میزان اسانس در توده تریزفلورا (۳/۱۶٪) ثبت شد که نسبت به سایر توده‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. توده‌های گل خوشه‌ای (۲/۹۲٪) و گل دم‌عقربی (۲/۰۷٪) بعد از توده تریزفلورا، بیشترین میزان اسانس را به خود اختصاص دادند. توده‌های سبز کانادا (۱/۴۲٪) و سبز شیراز (۱/۳۹٪) در گروه بعدی قرار گرفتند. توده رامهرمز (۰/۹۱٪) کمترین میزان اسانس را داشت (جدول ۲).

### عملکرد اسانس

تجزیه واریانس توده‌ها نشان داد که توده‌های مورد مطالعه

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد و درصد تولید اسانس توده‌های مختلف گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*)

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد برگ	میانگین مربعات	عملکرد اسانس
بلوک	۲	۲۴۹/۲۶۷ns	۰/۰۰۱ns	۰/۱۰۴ns
تیمار	۱۴	۲۰۰۹۸/۵۸۱**	۱/۴۸۳**	۵۸/۳۷۱**
خطا	۲۸	۷۷۱/۴۳۳	۰/۰۰۲	۰/۱۸۶
ضریب تغییرات (%)		۶/۳۸	۲/۸۸	۶/۴۵

ns و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

ترکیب‌های اسانس سری از ترکیب‌ها مثل آلفا-پینن، کامفور، متیل کاپیکول، متیل اوژنول، بتا-کاریوفیلن، آلفا-برگاموتن و آلفا-هومولن در اسانس توده‌های مختلف وجود داشت که در سایر توده‌ها نیز مشترک بود اما عامل اصلی تمایز آن در توده‌های مختلف، میزان ترکیب مورد نظر بود. یک سری دیگر از ترکیب‌ها از قبیل اوژنول و لینالول فقط در توده‌های خاصی وجود داشتند. توده سبز یزد نسبت به سایر توده‌ها از لحاظ ترکیب اسانس متفاوت بود و با ۴۴٪ ژرانیال، ۳۳٪ ژرانیول، ۴/۵٪ متیل اوژنول و ۴٪ ترانس-آلفا-بیسابولن به نظر می‌رسد که به عنوان یک کموتایپ جدید مطرح باشد.

براساس نتایج آنالیز کیفی اسانس به وسیله دستگاه GC/MS، حدود ۳۲ ترکیب در اسانس توده‌های مختلف ریحان شناسایی شد. ترکیب‌های غالب اسانس این توده‌ها با توجه به نوع توده شامل لینالول، متیل کاپیکول، ژرانیول، ژرانیال، لیمونن، آلفا-پینن، میرسن، ترانس-اوسیمن، کامفور، اوژنول، ژرانیل استات، متیل اوژنول، بتا-کاریوفیلن، آلفا-برگاموتن، آلفا-هومولن، بیسیکلوجرماکرن، دلتا-کادینن، ترانس-آلفا-بیسابولن، کاریوفیلن اکسید و کوبنول بودند که بیش از ۸۰٪ اجزای اسانس توده‌های مختلف ریحان را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). یک

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات میزان و عملکرد برگ و اسانس توده‌های مختلف ریحان (*Ocimum basilicum*)

ردیف	توده	عملکرد برگ خشک (gr/m <sup>2</sup> )	میزان اسانس (%)	عملکرد اسانس (gr/m <sup>2</sup> )
۱	سبز یزد	۳۲۴/۳۳h	۱/۱۲g	۳/۶۶hi
۲	سبز کانادا	۴۷۵cd	۱/۴۲d	۶/۷۶d
۳	سبز رامهرمز	۳۹۵/۶۶fg	۰/۹۱h	۳/۶۰i
۴	سبز جهرم	۴۱۸/۳۳ef	۱/۱۳g	۴/۷۳fg
۵	سبز شیراز	۳۲۹h	۱/۳۹de	۴/۵۹fg
۶	سبز شهرری	۴۲۳/۳۳def	۱/۰۶g	۴/۵۰g
۷	سبز دشتستان	۴۷۰cde	۱/۲۶f	۵/۹۲e
۸	سبز نیشابور	۳۳۰h	۱/۳۲ef	۴/۳۶gh
۹	بنفش جهرم	۴۲۹def	۱/۰۸g	۴/۶۴fg
۱۰	بنفش شیراز	۳۶۵gh	۰/۹۸h	۳/۵۷i
۱۱	بنفش رامهرمز	۴۹۰c	۱/۱۰g	۵/۳۷ef
۱۲	بنفش دشتستان	۴۵۵cde	۰/۹۷h	۴/۴۳g
۱۳	گل خوشه‌ای	۶۱۳/۶۶a	۲/۹۳b	۱۷/۹۵a
۱۴	گل دم‌عربی	۵۵۰/۳۳b	۲/۰۸c	۱۱/۴۲c
۱۵	تریزیفلورا	۴۶۵/۳۳cde	۳/۱۶a	۱۴/۷۲b

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف یکسان باشند در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۳- اجزای اساس (درصد) توده‌های مختلف گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*)

تریزینفلورا	توده‌ها													شاخص		ردیف	
	گل دم‌عقربی	گل خوشه‌ای	بنفش دشتستان	بنفش رامهرمز	بنفش شیراز	بنفش جهرم	سبز نیشابور	سبز دشتستان	سبز شهری	سبز شیراز	سبز جهرم	سبز رامهرمز	سبز کانادایی	سبز یزد	بازدار		نام ترکیب
۰/۸	-	-	۰/۴	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۱	۰/۲	-	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۱/۲	۰/۱	۹۴۳	$\alpha$ -pinene	۱
۰/۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۲	-	۹۵۳	camphene	۲
۰/۷	-	-	۰/۴	۰/۱	-	۰/۱	-	-	-	-	-	-	۲/۳	-	۹۸۰	$\beta$ -pinene	۳
۱/۸	۱/۶	۳/۴	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	-	-	-	-	-	-	۲/۲	-	۹۹۳	myrcene	۴
۱۱/۷b	۰/۹f	۱/۱f	۴/۹c	۱/۷e	۲/۱e	۲/۶d	-	-	-	-	-	۰/۷f	۱۸/۰a	-	۱۰۳۰	limonene	۵
۰/۲	۰/۱	۰/۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۱	-	۱۰۳۳	1,8-cineole	۶
۴/۱a	۳/۲b	۲c	۱/۳f	۱/۴ef	۱/۷d	۱/۶de	۰/۲g	-	-	-	-	۰/۳g	۱/۵ef	-	۱۰۴۹	E- $\beta$ -ocimene	۷
۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	-	-	-	۰/۱	۰/۳	۰/۲	-	۰/۲	۰/۳	۰/۲	۱۰۹۰	terpinolene	۸
۹/۷g	۵۲/۵b	۶۸/۴a	۱۷/۸f	۲۲/۰e	۲۵/۴d	۱۵/۰f	۰/۲i	۰/۱i	۰/۱i	۰/۱i	۰/۲i	۲/۵h	۳۴/۸c	۰/۲i	۱۱۰۳	linalool	۹
۲/۸a	-	-	۰/۶c	-	۰/۸c	۰/۷c	۰/۲d	۰/۲d	۰/۲d	۰/۲d	۰/۳d	۰/۳d	۱/۳b	۰/۳d	۱۱۴۳	camphor	۱۰
-	-	-	-	-	-	۰/۲	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۰/۳	۰/۵	۰/۵	-	۰/۶	۱۱۶۹	borneol	۱۱
-	-	-	-	-	۰/۳	۰/۸	-	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۵	-	۰/۳	۱۱۷۷	terpinen-4-ol	۱۲
۵۲/۴ab	۲۱/۲f	-	۵۲/۰ab	۴۹/۸b	۵۰/۱b	۵۵/۳a	۳۸/۰d	۳۹/۶cd	۳۲/۴e	۴۳/۶c	۲۱/۳f	۱۰/۶g	-	-	۱۱۹۸	methyl chavicol	۱۳
-	۲/۹f	۴/۶f	-	-	-	-	۲۵/۴c	۱۹/۸d	۲۱/۵d	۱۶/۹e	۲۷/۸b	۲۶/۸bc	-	۳۳/۴a	۱۲۴۳	geraniol	۱۴
-	-	-	-	-	-	-	۲۱/۷e	۲۵/۲d	۳۲/۰c	۲۶/۷d	۳۵/۵b	۳۳/۵bc	-	۴۲/۱a	۱۲۷۴	geranial	۱۵
۰/۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱/۵	-	۱۲۹۱	bornyl acetate	۱۶

ردیف‌های با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

ادامه جدول ۳ -

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری	توده‌ها														
			سبز یزد	سبز کانادایی	سبز رامهرمز	سبز جهرم	سبز شیراز	سبز شهری	سبز دشتستان	سبز نیشابور	بنفش جهرم	بنفش شیراز	بنفش رامهرمز	بنفش دشتستان	گل خوشه‌ای	گل دم‌عقربی	تری‌زیفلورا
۱۷	eugenol	۱۳۶۰	۰/۳cd	۰/۲d	۰/۵c	۰/۳d	۰/۵c	۰/۲d	۰/۲d	۰/۵c	۰/۳d	۰/۵c	۰/۲d	۰/۳cd	۱۳۶۰	eugenol	۱۷
۱۸	geranyl acetate	۱۳۸۴	۰/۸c	۸/۰a	۱/۷b	۰/۵d	۱/۰c	۰/۴e	۰/۴e	۱/۰c	۰/۵d	۱/۷b	۸/۰a	۰/۸c	۱۳۸۴	geranyl acetate	۱۸
۱۹	methyl eugenol	۱۴۰۴	۴/۵ab	۰/۳f	۴/۹a	۴/۰bc	۳/۵cd	۴/۰bc	۴/۰bc	۳/۵cd	۴/۰bc	۴/۹a	۰/۳f	۴/۵ab	۱۴۰۴	methyl eugenol	۱۹
۲۰	E-caryophyllene	۱۴۲۴	۱/۴f	۴/۶a	۲/۰e	۱/۳f	۱/۲f	۱/۳f	۱/۳f	۱/۲f	۱/۳f	۲/۰e	۴/۶a	۱/۴f	۱۴۲۴	E-caryophyllene	۲۰
۲۱	E- $\alpha$ -bergamotene	۱۴۳۸	۱/۷ab	۰/۷f	۱/۸a	۱/۵bcd	۱/۳de	۱/۴cd	۱/۳de	۱/۳de	۱/۵bcd	۱/۸a	۰/۷f	۱/۷ab	۱۴۳۸	E- $\alpha$ -bergamotene	۲۱
۲۲	E- $\beta$ -farnesene	۱۴۵۸	-	۰/۴	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۴	-	۱۴۵۸	E- $\beta$ -farnesene	۲۲
۲۳	$\alpha$ -humulene	۱۴۵۹	۱/۵cde	۲/۵ab	۲/۰bc	۱/۵cde	۱/۶cd	۱/۸c	۱/۸c	۱/۶cd	۱/۵cde	۲/۰bc	۲/۵ab	۱/۵cde	۱۴۵۹	$\alpha$ -humulene	۲۳
۲۴	Germacrene D	۱۴۷۸	۰/۲	۱/۱	۰/۳	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۳	۱/۱	۰/۲	۱۴۷۸	Germacrene D	۲۴
۲۵	bicyclogermacrene	۱۵۰۴	-	۱/۹a	۰/۴e	-	-	-	-	-	-	۰/۴e	۱/۹a	-	۱۵۰۴	bicyclogermacrene	۲۵
۲۶	$\delta$ -cadinene	۱۵۲۱	-	۲/۰b	۰/۴e	-	-	۰/۱f	-	۰/۱f	-	۰/۴e	۲/۰b	-	۱۵۲۱	$\delta$ -cadinene	۲۶
۲۷	cis-calamenene	۱۵۲۹	۰/۲	۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۵	۰/۲	۱۵۲۹	cis-calamenene	۲۷
۲۸	trans- $\alpha$ -bisabolene	۱۵۴۶	۴/۰a	-	۳/۸a	۳/۴b	۲/۸c	۳/۶ab	۲/۸c	۳/۶ab	۲/۸c	۳/۴b	۳/۸a	-	۱۵۴۶	trans- $\alpha$ -bisabolene	۲۸
۲۹	caryophyllene oxide	۱۵۸۹	۱/۳a	-	۱/۳a	۰/۶bc	۰/۷bc	۰/۶bc	۰/۶bc	۰/۶bc	۰/۶bc	۰/۸b	۱/۳a	-	۱۵۸۹	caryophyllene oxide	۲۹
۳۰	cubenol	۱۶۴۷	-	۶/۲a	-	-	-	-	-	-	-	-	۶/۲a	-	۱۶۴۷	cubenol	۳۰
۳۱	$\alpha$ -cadinol	۱۶۵۳	-	۰/۳	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۳	-	۱۶۵۳	$\alpha$ -cadinol	۳۱
۳۲	epi- $\beta$ -bisabolol	۱۶۶۲	-	۰/۲	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۲	-	۱۶۶۲	epi- $\beta$ -bisabolol	۳۲

ردیف‌های با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

## بحث

توده‌های با تعداد برگ بیشتر به دلیل افزایش ظرفیت فتوسنتزی، ماده خشک بیشتری تولید می‌نمایند که در افزایش عملکرد مؤثر خواهد بود و از آنجایی که برگ‌های ریز میزان آب کمتری دارند و هنگام خشک شدن هم آب کمتری نسبت به برگ‌های بزرگتر از دست می‌دهند می‌توان نتیجه گرفت که عملکرد بالای برگ خشک در این توده‌ها منطقی است. عملکرد برگ خشک توده گل خوشه‌ای (۶۱۳/۶ گرم بر مترمربع) از همه بیشتر بود که این باعث افزایش عملکرد اسانس (۱۷/۹۵ گرم بر مترمربع) شد؛ زیرا محل اصلی سنتز و ذخیره اسانس، سلول‌های اپیدرمی و کرک‌های ترشحی است که در سطح برگ قرار دارند؛ در نتیجه هرچه تعداد برگ بیشتر باشد میزان اسانس تولیدی نیز بیشتر می‌شود.

توده‌های مختلف ریحان کشت‌شده در این تحقیق از نظر نوع و تعداد ترکیب‌های شیمیایی متفاوت بودند که با نتایج مطالعات قبلی مطابقت داشت (Telci et al., 2006؛ De Masi et al., 2006؛ Vimala et al., 2014). بخشی از تفاوت‌های موجود در بین توده‌ها را می‌توان به شرایط محیطی شهرستان اهواز نسبت داد، زیرا در پژوهش‌های دیگر نیز به این نتیجه رسیدند که ترکیب‌های اسانس با توجه به محیط پرورش گیاه متفاوت خواهد بود، به طوری که در اسانس ریحان بنفش تولید شده در بنگلادش، لینالول و ژرانیول (Mondello et al., 2002)؛ در گینه و بلغارستان، لینالول و متیل سینامات (Jirovetz & Buchbauer, 2001؛ Keita et al., 2000) و در ارقام ریحان استرالیا، متیل کاپیکول، لینالول، متیل سینامات، مخلوطی از لینالول/متیل سینامات و لینالول/متیل کاپیکول به‌عنوان اجزاء اصلی اسانس گزارش شده است (Lachowicz et al., 1997). دو ترکیب متیل کاپیکول و لینالول به‌عنوان ترکیب‌های اصلی اسانس ۲۱ توده ریحان کشت شده در ایران ثبت شده است (Pirmoradi et al., 2013). در پژوهش انجام شده در ایران روی ۲۸ توده *Ocimum ciliatum*، سه کموتایپ حاوی متیل کاپیکول، سیترال، متیل کاپیکول و سیترال معرفی گردید

در گیاهان معطر عوامل مختلفی مانند مدیریت در کشت و کار، پاسخ گیاه به شرایط آب و هوایی و مرحله برداشت محصول، میزان اسانس را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Jalali et al., 2012). تفاوت در میزان اسانس توده‌های ریحان که در یک منطقه کشت شده‌اند را می‌توان به تفاوت در ژنتیک گیاه که باعث تغییر در صفات مرفولوژیکی و آناتومیکی تولید و تجمع‌دهنده اسانس است مرتبط دانست ولی اختلاف میزان عملکرد اسانس توده‌ها و ارقامی که در مناطق جغرافیایی مختلف کشت می‌شوند، علاوه بر تفاوت‌های ژنتیکی، به شرایط کاشت، داشت و برداشت گیاه و تفاوت در شرایط اقلیمی و خاکی مناطق ارتباط دارد (Aneta et al., 2012). دامنه میزان اسانس ریحان در تحقیقات قبلی بین ۰/۰۱٪ تا ۲/۵۶٪ گزارش شده است (Galambosi & Szebeni, 2000؛ Seidler-Lozykowska & Krol, 2008؛ Suchorska-Tropilo & Osinska, 2001؛ Krüger et al., 2002). میزان اسانس توده‌های مختلف ایران نیز بین ۰/۶٪ تا ۱/۱٪ می‌باشد (Pirmoradi et al., 2013). میزان اسانس گیاه ریحان در این آزمایش بسیار بیشتر از متوسط تولید جهانی می‌باشد و علت آن، شرایط آب و هوایی منحصر به فرد اهواز (دما بسیار بالا) می‌باشد که سبب افزایش چشمگیری اسانس ریحان شده است (Moghimipour et al., 2017). در یک تحقیق سه رقم از گیاه دارویی ریحان در چهار منطقه متفاوت کشت گردید و مشخص شد که عملکرد اسانس و ترکیب‌های اسانس علاوه بر اینکه تحت شرایط ژنتیکی قرار می‌گیرد به شرایط محیطی نیز وابسته است (Zheljazkow et al., 2008).

البته بین تعداد برگ و عملکرد اسانس همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت ( $t=0/84$ )؛ به عبارت دیگر افزایش در تعداد برگ، باعث افزایش در عملکرد اسانس می‌شود. توده‌های تریزیفلورا، گل خوشه‌ای و گل دم‌عقربی به علت داشتن تعداد برگ بیشتر، وزن خشک برگ بالاتری هم داشتند.

مشخص شده است که میزان متیل کاییکول در ریحان بنفش حداقل دو برابر ریحان سبز است و این تفاوت در سطح بیان ژن‌های مربوط به تولید این ترکیب‌ها نیز دیده می‌شود. نتایج این آزمایش نیز این موضوع را تأیید می‌نماید؛ زیرا میزان متیل کاییکول در توده‌های بنفش خیلی بیشتر از توده‌های سبز بود. اوزنول، متیل‌اوزنول و متیل‌کاییکول از مسیر شیکیمیک اسید تولید می‌شوند و پیش ماده اصلی آنها، اسید آمینه فنیل آلانین می‌باشد (Achnine et al., 2004). مهمترین آنزیم‌ها در این مسیر متابولیسمی، آنزیم اوزنول سنتاز به‌عنوان تولیدکننده اوزنول و آنزیم اوزنول اومتیل‌ترنسفرز به‌عنوان تولیدکننده متیل اوزنول می‌باشند (Koeduka et al., 2006). در این پژوهش، توده سبز کانادا بیشترین میزان اوزنول و کمترین میزان متیل اوزنول را داشت که این موضوع به دلیل فعالیت بیشتر آنزیم اوزنول سنتاز در این گیاه می‌باشد و بعکس در توده‌های سبز نیشابور، سبز دشتستان، سبز شهرری، سبز شیراز، سبز جهرم، سبز رامهرمز و سبز یزد که اوزنول کمی داشتند، بیشترین متیل اوزنول را به خود اختصاص دادند. آنزیم کاییکول-او-متیل ترنسفرز کلیدی‌ترین آنزیم در بیوسنتز متیل‌کاییکول می‌باشد (Koeduka et al., 2009). توده‌های بنفش جهرم، بنفش دشتستان، تریزیفلورا، بنفش شیراز و بنفش رامهرمز بیشترین میزان متیل کاییکول را داشتند، بنابراین به نظر می‌رسد در توده‌های مذکور آنزیم‌های مسیر تولید متیل کاییکول فعالیت بیشتری دارند.

ژرانیل دی‌فسفات به‌عنوان یک پیش‌ماده تحت فعالیت‌های آنزیمی به ترکیب‌های مختلفی تبدیل می‌شود. ژرانیل دی‌فسفات می‌تواند توسط آنزیم لینالول سنتاز به لینالول و در حضور آنزیم ژرانیل سنتاز به ژرانیل تبدیل شود (Lücker et al., 2001). ژرانیل نیز در حضور آنزیم ژرانیل دهیدروژناز به ژرانیل تبدیل می‌شود (Lüddeke et al., 2012). در این پژوهش توده‌های گل خوشه‌ای، گل دم‌عقربی و سبز کانادا لینالول بیشتری تولید نمودند که نشان‌دهنده فعال بودن آنزیم

(Moghaddam et al., 2017). در این پژوهش توده‌های گل خوشه‌ای، گل دم‌عقربی و سبز کانادا نسبت به سایر توده‌ها لینالول بیشتری داشتند (به ترتیب ۶۸٪ و ۵۲٪) و این از مقدار لینالول موجود در اسانس ریحان کشت‌شده در سایر مناطق که به‌ندرت به ۵۰٪ می‌رسد، بیشتر بود و با توجه به کاربردهای مختلف لینالول در صنایع عطرسازی و دارویی (سنتز ویتامین E) می‌توان از این توده‌ها برای استخراج لینالول استفاده نمود. در حال حاضر منبع مهم برای استخراج لینالول اسانس تهیه شده از بذر گشنیز می‌باشد که با توجه به عملکرد پایین اسانس گشنیز نسبت به اسانس ریحان به نظر می‌رسد که توده‌های گل خوشه‌ای و گل دم‌عقربی گزینه‌های مناسبی برای استخراج لینالول از اسانس آنها باشند. همچنین اسانس توده‌های بنفش جهرم، بنفش شیراز، بنفش رامهرمز، بنفش دشتستان و تریزیفلورا بیشترین میزان متیل کاییکول (۴۹٪ تا ۵۵٪) را داشتند. از متیل کاییکول یا استراگول در صنایع عطرسازی و معطر کردن لوازم آرایشی بهداشتی استفاده می‌شود. توده‌های سبز یزد، سبز رامهرمز، سبز جهرم و سبز نیشابور بین ۲۵٪ تا ۳۳٪ ژرانیل داشتند. معمولاً ژرانیل در اسانس علف‌لیمو، گل شمعدانی و گل رز به مقدار فراوان یافت می‌شود و در صنایع غذایی برای معطر کردن استفاده می‌کنند. با توجه به اینکه عملکرد اسانس ریحان و همچنین طول دوره رشد ریحان کوتاه‌تر از علف‌لیمو، گل شمعدانی و گل رز است می‌توان از ریحان به‌عنوان جایگزینی برای تولید ژرانیل استفاده نمود. توده‌های سبز یزد، سبز رامهرمز، سبز جهرم و سبز شهرری حاوی ۳۲٪ تا ۴۲٪ ژرانیل در اسانس بودند. ژرانیل برای سنتز ویتامین A در داروسازی کاربرد دارد، در حال حاضر ژرانیل مورد نیاز صنعت داروسازی به‌صورت مصنوعی در آزمایشگاه تولید می‌شود اما در کشورهای پیشرفته تولید ویتامین A از ژرانیل جداسازی شده از اسانس صورت می‌گیرد، زیرا باعث کاهش عوارض جانبی احتمالی ناشی از مصرف آن می‌شود (Schatkowski et al., 2003).

می‌آیند. به‌طور کلی می‌توان گفت این مطالعه به جمع‌آوری اطلاعات اولیه در مورد توده‌های *O. basilicum* موجود در ایران کمک می‌کند و منابع ژنتیکی بومی می‌توانند برای اهداف پزشکی و تولید مواد معطر با ارزش مورد نیاز صنایع غذایی و آرایشی مورد استفاده قرار گیرند. همچنین نتایج این تحقیق بیانگر آنست که شرایط آب و هوایی اهواز شرایط مناسبی برای کشت گیاه دارویی ریحان برای تولید اسانس می‌باشد.

### منابع مورد استفاده

- Achnine, L., Blancaflor, E.B., Rasmussen, S. and Dixon, R.A., 2004. Colocalization of L-phenylalanine ammonia-lyase and cinnamate 4-Hydroxylase for metabolic channeling in phenylpropanoid biosynthesis. *The Plant Cell*, 16: 3098-3109.
- Adams, R.P., 2007. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy. Allured Publishing Corporation, Illinois, 804p.
- Aneta, W., Dominika, K. and Dorota, J., 2012. Essential oil composition of three sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. *Experimental Papers*, 58: 5-16.
- De Masi, L., Siviero, P., Esposito, C., Castaldo, D., Siano, F. and Laratta, B., 2006. Assessment of agronomic, chemical and genetic variability in common basil (*Ocimum basilicum* L.). *European Food Research and Technology*, 223(2): 273-281.
- Galambosi, B. and Szebeni, Z., 2000. Chemical analysis of Hungarian basil varieties in Finland. *Kert Gazdasag*, 7(5):44-53.
- Jalali, H.T., Petronilho, S., Villaverde, J.J., Coimbra, M.A., Domingues, M.R.M., Ebrahimian, Z.J., Silvestre, A.J.D. and Rocha, S.M., 2012. Deeper insight into the monoterpenic composition of *Ferula gummosa* oleo-gum-resin from Iran. *Industrial Crops and Product*, 36: 500-507.
- Jirovetz, L. and Buchbauer, G., 2001. Chemotype and quality control of the essential oil of new cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) plant from Bulgaria. *Scientia Pharmaceutica*, 69(1): 85-89.
- Kakarparthi, P.S., Satya Srinivas, K.V.N., Kotes Kumar, J., Kumar, N.A. and Kumar, A., 2015. Composition of herb and seed oil and antimicrobial activity of the essential oil of two varieties of *Ocimum*

لینالول سنتاز در آنها می‌باشد و توده‌های سبز یزد، سبز رامهرمز، سبز جهرم و سبز شهرری ژرانیال بیشتری داشتند که نشان‌دهنده بالا بودن فعالیت آنزیم ژرانیول دهیدروژناز در آنها می‌باشد. به‌طور کلی با توجه به مطالب بالا می‌توان گفت که تنوع در ترکیب‌های اسانس به دلیل تنوع در فعالیت‌های آنزیمی می‌باشد، زیرا فعالیت‌های آنزیمی تعیین‌کننده نهایی در تولید ترکیب‌های فعال هستند. از آنجا که خود آنزیم‌ها متأثر از ژنتیک گیاه است و عوامل محیطی نیز روی فعالیت آنها تأثیرگذار می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت علاوه بر ژنتیک، شرایط آب و هوایی اهواز نیز بر روی ریحان‌های کشت شده در این پژوهش تأثیرگذار بوده و سبب شده تا در برخی موارد ترکیب‌هایی مانند لینالول، متیل کایکول، ژرانیول و ژرانیال نسبت به سایر مناطق در سطح بالاتری تولید شوند.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی باید گفت که در این پژوهش تنوع بالایی در توده‌های مورد مطالعه مشاهده شد و میزان اسانس توده‌ها در دامنه ۰/۹۱٪ تا ۳/۱۶٪ قرار داشت که از میزان متوسط جهانی بیشتر بود. در این پژوهش، توده‌های گل خوشه‌ای، تریزیفلورا و گل دم‌عقربی بیشترین عملکرد برگ خشک، درصد اسانس و عملکرد اسانس را داشتند و کشت این توده‌ها برای تولید اسانس مناسب می‌باشند. توده‌های گل خوشه‌ای و گل دم‌عقربی نسبت به سایر توده‌ها لینالول بیشتری داشتند؛ بنابراین می‌توان از این توده‌ها برای استخراج لینالول استفاده نمود. توده‌های بنفش جهرم، بنفش شیراز، بنفش رامهرمز، بنفش دشتستان و تریزیفلورا بین ۴۹٪ تا ۵۵٪ متیل کایکول داشتند، این توده‌ها به‌ویژه توده تریزیفلورا که عملکرد اسانس بالایی هم دارد برای استخراج متیل کایکول مناسب می‌باشند. توده‌های سبز یزد، سبز رامهرمز، سبز جهرم و سبز نیشابور بین ۲۵٪ تا ۳۳٪ ژرانیول داشتند که برای استخراج این ترکیب مناسب بوده و توده‌های سبز یزد، سبز رامهرمز، سبز جهرم و سبز شهرری حاوی ۳۲٪ تا ۴۲٪ ژرانیال بودند که گزینه‌های مناسبی برای استخراج این ترکیب ارزشمند به‌شمار

- sanctum*] at first and second harvests. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 20(2): 449-458.
- Mondello, L., Zappia, G., Cotroneo, A., Bonaccorsi, I., Chowdhury, J.U., Yusuf, M. and Dugo, G., 2002. Studies on the essential oil-bearing plants of Bangladesh. Part VIII. Composition of some *Ocimum* oils *O. basilicum* L. var. *purpurascens*; *O. sanctum* L. green; *O. sanctum* L. purple; *O. americanum* L., citral type; *O. americanum* L., camphor type. Flavour and Fragrance Journal, 17(5): 335-340.
  - Pirmoradi, M.R., Moghaddam, M. and Farhadi, N., 2013. Chemotaxonomic analysis of the aroma compounds in essential oils of two different *Ocimum basilicum* L. varieties from Iran. Chemistry and Biodiversity, 10(7): 1361-1371.
  - Prakash, P. and Gupta, N., 2005. Therapeutic uses of *Ocimum sanctum* Linn. (Tulsi) with a note on eugenol and its pharmacological actions: a short review. Indian Journal of Physiology and Pharmacology, 49(2): 125-31.
  - Schatkowski, D., Bauer, K., Garbe, D. and Surburg, H., 2003. Flavors and Fragrances. In: Elvers, B. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. John Wiley & Sons, 956P.
  - Seidler-Lozykowska, K. and Król, D., 2008. The content of essential oil in ten sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars and its composition. Herba Polonica, 54(3): 7-12.
  - Simon, J.E., Quinn, J. and Murray, R.G., 1990. Basil: a source of essential oils: 484-489. In: Janick, J. and Simon, J.E., (Eds.). Advances in New Crops. Timber Press, Portland, 560p.
  - Suchorska-Tropilo, K. and Osinska, E., 2001. Morphological developmental and chemical analyses of five forms of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Annals of Warsaw Agricultural University, 22: 17-22.
  - Telci, I., Bayram, E., Yilmaz, G. and Avc, B., 2006. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). Biochemical Systematics and Ecology, 34(6): 489-497.
  - Vimala, V., Mathew, R., Sankar, P.D. and Kalaivani, T., 2014. Phytochemical analysis in *Ocimum* accessions. Pharmaceutics and Pharmaceutical Sciences, 6(1): 555-557.
  - Zheljzaskow, V.D., Cantrell, C.L., Evans, W.B., Ebelhar, M.W. and Coker, C., 2008. Yield and composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum sanctum* L. grown at four locations. Hortscience, 43(3): 737-741.
  - basilicum* harvested at short time intervals. Journal of Plant Development, 22: 59-76.
  - Keita, S.M., Vincent, C., Schmit, J.P. and Belanger, A., 2000. Essential oil composition of *Ocimum basilicum* L., *O. gratissimum* L. and *O. suave* L. in the republic of Guinea. Journal of Flavor and Fragrance, 15(1): 339-341.
  - Koeduka, T., Baiga, T.J., Noel, J.P. and Pichersky, E., 2009. Biosynthesis of T-anethole in anise: characterization of T-anol/isoegenol synthase and an O-methyltransferase specific for a C7-C8 propenyl side chain. Plant Physiology, 149(1): 384-394.
  - Koeduka, T., Fridman, E., Gang, D.R., Vassão, D.G., Jackson, B.L., Kish, C.M. and Baiga, T.J., 2006. Eugenol and isoeugenol, characteristic aromatic constituents of spices, are biosynthesized via reduction of a coniferyl alcohol ester. Proceedings of the National Academy of Sciences, 103(26): 10128-10133.
  - Krüger, H., Wetzel, S.B. and Zeiger, B., 2002. The chemical variability of *Ocimum* species. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 9(4): 335-344.
  - Lachowicz, K.J., Jones, G.P., Briggs, D.R., Bienvenu, F.E., Palmer, M.V., Mishra, V. and Hunter, M.M., 1997. Characteristics of plants and plant extracts from five varieties of basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in Australia. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45(7): 2660-2665.
  - Lückner, J., Bouwmeester, H.J., Schwab, W., Blaas, J., Van Der Plas, L.H. and Verhoeven, H.A., 2001. Expression of Clarkia S-linalool synthase in transgenic petunia plants results in the accumulation of S-linalyl-β-d-glucopyranoside. The Plant Journal, 27(4): 315-324.
  - Lüddecke, F., Wülfig, A., Timke, M., Germer, F., Weber, J., Dikfidan, A. and Harder, J., 2012. Geraniol and geraniol dehydrogenases induced in anaerobic monoterpene degradation by *Castellaniella defragrans*. Applied and Environmental Microbiology, 78(7): 2128-2136.
  - Moghaddam, M., Farhadi, N. and Ranjbar, M., 2017. Variability in essential oil content and composition of *Ocimum ciliatum* accessions from Iran: evidence for three chemotypes. International Journal of Food Properties, 20: 1-12.
  - Moghimipour, Z., Mahmoodi Sourestani, M., Alemzadeh Ansari, N. and Ramezani, Z., 2017. The effect of foliar application of zinc on essential oil content and composition of holy basil [*Ocimum*

## Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of essential oil of some Basil (*Ocimum basilicum* L.) accessions in Ahvaz weather conditions

M. Momeni Monfared<sup>1</sup>, M. Mahmoodi Sourestani<sup>2\*</sup>, M. Zolfaghari<sup>3</sup> and M. Malekzadeh<sup>4</sup>

1- M.Sc. graduated of Medicinal Plant, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

2\*- Corresponding author, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, E-mail: m.mahmoodi@scu.ac.ir; F\_mahmoodi2000@yahoo.com

3- Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

4- Ph.D. in Medicinal and Aromatic Plants, Department of Medicinal and Aromatic Plants, Corvinus University of Budapest, Budapest Hungary

Received: October 2017

Revised: February 2018

Accepted: April 2018

### Abstract

In order to evaluate essential oil yield and composition of fifteen accessions of basil (*Ocimum basilicum* L.), an experiment was conducted in the experimental field of department of horticultural science of Shahid Chamran university of Ahvaz as a randomized complete block design with fifteen treatments (accessions) and three replications. Accessions were green (Yazd, Canada, Ramhormoz, Jahrom, Shiraz, Shahr rey, Dashtestan and Neyshabour), purple (Jahrom, Shiraz, Ramhormoz and Dashtestan), Golkhosheai, Thyrsoflora and Goldomaghrobi. Leaf yield, essential oil content, yield and components were evaluated. Results showed that there was a significant difference among accessions ( $P \leq 0.01$ ) for measured traits. The maximum leaf yield was recorded in Golkhosheai and Goldomaghrobi accessions (613.6 and 550.33 gr.m<sup>2</sup>). The highest essential oil content was observed in Thyrsoflora (3.16%), Golkhosheai (2.93%) and Goldomaghrobi (2.07%) accessions and the highest essential oil yield was obtained in Golkhosheai, Thyrsoflora and Goldomaghrobi accessions (17.95, 14.72 and 11.42 gr.m<sup>2</sup>, respectively). According to essential oil analysis by GC-MS, approximately 32 compounds were identified in the essential oil of various basil accessions. Main essential oil compositions were linalool (0.12-68.43%), methyl chavicol (0-55.28%), geraniol (0-33.39%), geranial (0-42.09%), limonene (0-18.03%), methyl eugenol (0.38-4.85%), beta-caryophyllane (0-4.57%) and cubenol (0-6.22%). Essential oil of purple (Jahrom, Shiraz, Ramhormoz and Dashtestan) and Thyrsoflora accessions had the highest amount of methyl chavicol. Essential oil of Golkhosheai, Goldomaghrobi and Canada accessions was rich in linalool. Essential oil of green (Yazd, Canada, Ramhormoz, Jahrom, and Neyshabour) accessions had more geraniol and geranial than other accessions. Overall, the results of this study showed that each accession had a unique characteristic that can be used in pharmaceuticals, cosmetics and food industries.

**Keywords:** basil (*Ocimum basilicum* L.), essential oils, linalool, methyl chavicol, geraniol, geranial.