Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

**Crop Production Journal**

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

# The evaluation of yield traits and oil components in three population of *Ziziphora tenuir* L. cultivated in Isfahan

**Leila Safaii[1*] | Mehrdokht Najafpoor Navaii[2] | Ebrahim Sharifi Ashoorabadi[3] | Mehdi Mirza[4] | Davood Aminazarm[5]**

[1] Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Isfahan, Iran, Email: safaii2000@yahoo.com
[2] Assistant Professor, Medicinal Plants and By-products Research Division, Research Institutes of Forest and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
[3] Associate Professor, Medicinal Plants and By-products Research Division, Research Institutes of Forest and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
[4] Professor, Medicinal Plants and By-products Research Division, Research Institutes of Forest and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
[5] Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Isfahan, Iran.

**Article Info**

**Article type:**
Research Full Paper

**Article history:**
Received: 2021/01/04
Revised: 2021/07/17
Accepted: 2021/08/17

**Keywords**:
Essential oil
Lamiaceae
Yield
*Ziziphora tenuir*

**ABSTRACT**

**Background and Objectives**: *Ziziphora teniur* is an annual herbaceous plant belonging to the Lamiaceae family. The plant is very rich in compounds such as sterols, fatty acids and flavonoids and its active ingredients are used in pharmacy. In spite of the of the perennial species of the plant, a little research has been done on this annual species, Therefore, the present study was conducted to investigate the reaction of different plant populations to cultivation in one place.

**Materials and Methods**: The experiment was conducted during 2017-2019 in Fozveh station of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan. The experiment was on the basis of randomized complete block design with 3 replications. Treatments were 3 populations of *Ziziphora teniur* (Damaneh, Ghomishloo and Kolahghazi populations). Measured traits included: fresh and dry shoot weight, plant height, dry to wet weight ratio, 1000-seed weight, single plant seed weight, percentage and yield of essential oil and essential oil compounds. The percentage of essential oil was measured by water distillation (Clevenger), the amount of essential oil compounds was measured by gas chromatography (GC) and the qualification of essential oil was measured by Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Data analysis was performed with SAS 9.1 software and the mean of treatments was compared with LSD test ($p \leq 0.05$).

**Results and discussion**: The results of two years indicated that the studied populations were significantly different in terms of all studied traits. Gamishloo and Damaneh populations had the highest and lowest seed yield and shoot dry yield with average (42 and 566 Kg $ha^{-1}$) and (33.6 and 406 Kg $ha^{-1}$) respectively. The highest amount of essential oil percentage and oil yield were observed in Kolahghazi population. Experimental years had a significant effect on aerial dry matter yield and essential oil percentage. Results of the interactive effect of genotype×year revealed that Gamishloo population had the highest seed yield and aerial dry yield during 2 years. Ninteen components were found in the oil of three populations. Polegone observed as the main essential oil component. Its rate was variable from

43% (Gamishloo) to 90% (Damaneh and KolahGhazi).

**Conclusion**: In general, the results of this study indicated that the studied populations had the sufficient genetic diversity for various traits such as shoot yield, seed yield and essential oil percentage. The existence of this diversity can be used for breeding objective in the future. This plant can also be introduced as an appropriate source to provide a combination of Polegone used in food and pharmaceutical industries.

Cite this article: Safaii, L., Najafpoor Navaii, M., Sharifi Ashoorabadi, E. Mehdi Mirza, Aminazarm, D. 2022. The evaluation of yield traits and oil components in three population of *Ziziphora tenuir* L. cultivated in Isfahan.*Crop Production Journal*, 14 (4), 141-156.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJCP.2022.18570.2375
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۷۳۹x-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۷۴۰۳-۲۰۰۸
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

# بررسی صفات عملکردی و ترکیب‌های اسانس سه جمعیت گیاه دارویی کاکوتی (*Ziziphora tenuir* L.) کشت شده در اصفهان

لیلی صفائی[1*] | مهردخت نجف‌پور نوایی[2] | ابراهیم شریفی‌عاشورآبادی[3] | مهدی میرزا[4] | داود امین‌آزرم[5]

۱. مربی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران، رایانامه: safaii2000@yahoo.com
۲. استادیار، بخش تحقیقات گیاهان داروئی و معطر، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳. دانشیار، بخش تحقیقات گیاهان داروئی و معطر، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۴. استاد، بخش تحقیقات گیاهان داروئی و معطر، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۵. استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی-پژوهشی

تاریخ‌دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۵
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۶

واژه‌های کلیدی:
اسانس
عملکرد
نعناعیان
*Ziziphora tenuir*

چکیده

**سابقه و هدف:** گیاه دارویی کاکوتی (*Ziziphora tenuir* L.) گیاهی علفی، یک‌ساله و متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) می‌باشد. این گیاه از نظر ترکیب‌هایی نظیر استرول‌ها، اسیدهای چرب و فلاوونوئیدها بسیار غنی بوده و از مواد موثره آن در داروسازی استفاده می‌شود. از آنجا که برخلاف گونه چندساله این گیاه، تحقیقات اندکی روی این گونه یک‌ساله انجام شده است، پژوهش حاضر با هدف بررسی واکنش جمعیت‌های مختلف گیاه به کشت در یک محل انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** آزمایش طی سال‌های ۱۳۹۸- ۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان اجرا گردید و در آن سه جمعیت کاکوتی از رویشگاه‌های استان شامل جمعیت‌های دامنه، قمیشلو و کلاه قاضی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. صفات اندازه‌گیری شده شامل: وزن تر و خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته، نسبت وزن خشک به وزن تر، وزن هزاردانه، وزن بذر تک بوته، درصد و عملکرد اسانس و ترکیبات اسانس بودند. درصد اسانس به روش تقطیر با آب با دستگاه کلونجر، مقدار ترکیبات اسانس با دستگاه کروما توگرافی گازی (GC) و نوع ترکیبات اسانس با دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (MS-GC) اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین تیمارها نیز با آزمون LSD انجام شد.

**یافته‌ها:** نتایج دو سال نشان داد که جمعیت‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری داشتند. جمعیت قمیشلو، با متوسط عملکرد بذر و عملکرد خشک اندام هوایی (به‌ترتیب ۴۲ و ۵۶۶ کیلوگرم در هکتار) بیش‌ترین و جمعیت دامنه به‌ترتیب ۳۳/۶ و ۴۰۶ کیلوگرم در هکتار، کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند. بیش‌ترین درصد و عملکرد اسانس در جمعیت کلاه قاضی مشاهده گردید. سال‌های آزمایش تاثیر معنی‌داری روی صفات عملکرد اندام هوایی و درصد اسانس داشت. برهم‌کنش جمعیت در سال نشان داد که جمعیت قمیشلو در هر دو سال زراعی از عملکرد بذر و اندام هوایی بالاتری برخوردار بود. آنالیز اسانس، حضور ۱۹ ترکیب را در اسانس جمعیت‌های مورد بررسی

نشان داد و پولگون به عنوان ترکیب غالب اسانس معرفی گردید کـه مقـدار آن از ۴۳ (قمیشـلو) تـا ۹۰ (دامنه و کلاه قاضی) درصد متغیر شد.

**نتیجه‌گیری:** به‌طورکلی، نتایج این تحقیق نشان داد که جمعیت‌های مورد مطالعه تنوع ژنتیکی کافی برای صفات مختلف از جمله عملکرد اندام هوایی، عملکرد بذر و درصد اسانس را داشتند. وجود ایـن تنـوع می‌تواند زمینه‌ساز انجام کارهای اصلاحی در آینده گردد. همچنین، می‌توان این گیـاه را بـه‌عنـوان منبـع خوبی جهت تامین ترکیب پولگون مورد استفاده در صنایع غذایی و دارویی معرفی نمود.

استناد: صفائی، ل.، نجف‌پور نوایی، م.، شریفی‌عاشورآبادی، الف.، میرزا، م.، امین‌آزرم، داود (۱۴۰۰). بررسی صفات عملکردی و ترکیب‌های اسانس سه جمعیت گیاه دارویی کاکوتی (*Ziziphora tenuir* L.) کشت شده در اصفهان. *تولیـد گیاهان زراعی*، ۴ (۴)، ۱۵۶-۱۴۱.

DOI:10.22069/EJCP.2022.18570.2375

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

## مقدمه

*Ziziphora tenuir* که در فارسی به آن کاکوتی گفته می‌شود، گیاهی علفی، یک‌ساله و متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) می‌باشد. ارتفاع گیاه ۳ تا ۴۰ سانتی‌متر، ساقه منفرد یا از پایین منشعب و پوشیده از کرک، برگ‌ها سرنیزه‌ای پهن، سرنیزه‌ای باریک تا خطی و بلندتر از گل‌ها، گل‌آذین سنبله‌ای بلند، میوه فندقه به طول ۲ و عرض ۰/۸ میلی‌متر است (۱۳). این گیاه غالبا در مناطق سرد و خشک با ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر بارندگی سالانه و ارتفاع حدود ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر از سطح دریا می‌روید (۹). مناطق انتشار جغرافیایی این گیاه شامل آسیای میانه، روسیه، غرب سیبری، اروپای شرقی، افغانستان، پاکستان و ایران است و در استان‌های مختلف ایران از جمله اصفهان، خراسان، کردستان، کرمان، زنجان، قم، تهران و غیره پراکندگی وسیعی دارد (۸، ۲۲، ۲۴). براساس گزارش‌های موجود، این گیاه از نظر ترکیب‌هایی نظیر استرول‌ها، اسیدهای چرب و فلاوونوئیدها بسیار غنی می‌باشد (۲۰،۲۶). امروزه از مواد موثره این گیاه در داروسازی برای مداوای سرفه، دل‌درد، التهاب روده، عفونت رحم، دردهای قاعدگی، رفع تهوع، تیفوس و بیماری‌های قلبی- عروقی استفاده می‌شود (۲، ۱۶). در پاکستان این گیاه جهت درمان اسهال خونی و تب کاربرد دارد (۱۲). ساراک و اوگار (۲۰۰۹) گزارش نمودند که اسانس *Z. tenuior* و اعضای دیگر خانواده نعناعیان در مقابله با باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی به استثنای *P. aeruginosa* و *P. fluorescens* بسیار موثر می‌باشد (۲۵). گزارش‌های موجود اغلب در مورد اسانس و مواد تشکیل‌دهنده اسانس این گیاه بوده و تحقیقی روی اهلی کردن و سازگاری آن دیده نشده است. زمانی و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از نشانگر SCoT تنوع ژنتیکی بالایی را درون جمعیت‌های کاکوتی گزارش نموده‌اند (۲۸).

ترکیب‌های موجود در اسانس این گیاه شامل منوترپن‌های اکسیدشده مانند پولگون، ایزوپولگون، ایزومنتون، تیمول، منتون، پیپریتون، نئومنتول، منتول، کارواکرول، ۱، ۸- سینئول و کاروون (۲۷، ۱۷) و هیدروکربن منوترپن‌هایی مانند لیمونن و بتاپینن (۲۳) می‌باشد. پولگون ترکیب اصلی اسانس گیاه بوده و میزان آن بیش از ۵۰ درصد گزارش شده‌است (۲۳). فعالیت ضدمیکروبی (۱۴) و ضد قارچی (۱۹) اسانس *Z. tenuior* نیز به علت وجود پولگون می‌باشد. گلی‌وند و همکاران (۲۰۱۴) فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس گیاه را در مرحله گلدهی گزارش نمودند (۱۱). دهقان و همکاران (۲۰۱۴) بازده اسانس *Z. tenuior* را بین ۰/۳۷ تا ۱ درصد و ترکیب‌های غالب اسانس را پولگون و ۱، ۸- سینئول گزارش کرده‌اند (۶). در گزارش قاسمی پیربلوطی و همکاران (۲۰۱۳) نیز درصد اسانس این گیاه از ۰/۶۱ تا ۰/۷۵ سی‌سی در ۱۰۰ گرم ماده خشک متغیر و اصلی‌ترین ترکیب‌های موجود در اسانس گیاه نیز پولگون (۷۱/۲ تا ۸۵/۳ درصد)، لیمونن (۰/۵۱ تا ۷/۸ درصد)، تیمول (۱ تا ۴/۳ درصد) و منتون (۳ تا ۳/۷ درصد) اعلام شد (۱۰). بر اساس نتایج آنان، جمعیت‌های کاکوتی مورد مطالعه در دو کموتایپ شامل کموتایپ پولگون و کموتایپ پولگون- لیمونن گروه‌بندی شدند. جاویدنیا و همکاران (۱۹۹۶) در بررسی ژنوتیپ‌های مختلف *Z. tenuior* ایران نیز ترکیب غالب اسانس را پولگون معرفی کرده است (۱۴). دربندی و همکاران (۲۰۱۳) نیز ترکیبات اصلی اسانس گیاه را پارامنتا- ۳ ان- ۸ ال (۵۳/۹۸ درصد) و پولگون (۳۸/۴۸ درصد) گزارش نمودند (۵). ابودرویش (۲۰۱۴) بازده اسانس *Z. tenuior* را ۰/۷۲ درصد گزارش کرد (۲). این در حالی است که بتولی و همکاران (۲۰۱۲) مقدار اسانس این گیاه را از ۰/۲ تا ۲/۳ درصد متغیر اعلام نمودند (۳). همچنین، ایشان بیان کردند که ارتفاع از

سطح دریا یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر بازده اسانس این گیاه می‌باشد (۳). در تحقیق مارال و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش شده که بیش‌ترین درصد اسانس این گیاه (۰/۵ درصد) از گیاهانی که در ارتفاع ۹۰۸ متری از سطح دریا رشد می‌کنند به‌دست آمده است (۱۸).

از آنجایی که گزارش مدونی در زمینه صفات رویشی و عملکردی گیاه دارویی *Z.tenuior* وجود ندارد، بنابراین تحقیق حاضر به منظور ارزیابی صفات عملکردی و ترکیب‌های اسانس سه جمعیت این گیاه دارویی کشت شده در یک محل در استان اصفهان طراحی گردید.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی صفات رویشی و مواد تشکیل‌دهنده اسانس در گیاه کاکوتی، جمع‌آوری بذر سه جمعیت گیاه در خردادماه ۱۳۹۶ از رویشگاه‌های طبیعی آن واقع در مناطق دامنه، قمیشلو و کلاه قاضی استان اصفهان انجام پذیرفت. از هر جمعیت یک نمونه هرباریومی تهیه و پس از شناسایی توسط متخصص گیاه‌شناسی بخش تحقیقات منابع طبیعی اصفهان، به آن یک شماره هرباریومی اختصاص داده شد (جدول ۱).

جدول ۱- اطلاعات مربوط به رویشگاه‌های محل جمع آوری گیاه.

Table 1- Plant habitate information.

| شماره هرباریومی Herbarium No. | ارتفاع از سطح دریا (متر) Height (m) | اقلیم (دومارتن) Climate (De Martonne) | عرض جغرافیایی latitude | طول جغرافیایی longitude | محل جمع آوری Location |
|---|---|---|---|---|---|
| 17854 | 1790 | خشک droughty | ۵۱ درجه و ۱۶ دقیقه و ۲۹ ثانیه 51°16’29" | ۳۳ درجه و ۴۸ دقیقه و ۷۰ ثانیه 33°48’70" | قمیشلو- Ghamishloo |
| 17855 | 2370 | مدیترانه ای Mediterranean | ۵۰ درجه و ۳۰ دقیقه و ۵۶ ثانیه 50°30’56" | ۳۳ درجه و ۲ دقیقه و ۱۹ ثانیه 33°2’19" | تنگه کلنگ دامنه- Tange kolang-damaneh |
| 17856 | 1730 | خشک droughty | ۵۱ درجه و ۴۶ دقیقه و ۲۰ ثانیه 51°46’20" | ۳۲ درجه و ۲۵ دقیقه و ۱۱ ثانیه 32°25’11" | کلاه قاضی- Kolahghazi |

با توجه به یک‌ساله بودن گیاه در بهمن‌ماه سال ۹۶ و ۹۷ اقدام به کاشت بذرها در محیط گلخانه و داخل سینی کشت‌های حاوی پیت‌ماس گردید و نشاهای حاصله در فروردین‌ماه سال بعد به زمین اصلی منتقل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان کشت شد. این ایستگاه واقع در ۲۵ کیلومتری غرب شهرستان اصفهان، با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۶۱۲ متر، حداقل درجه حرارت ۱۷- و حداکثر درجه حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد، بافت خاک کلی لوم، pH= ۷/۷ و قابلیت هدایت الکتریکی ۲/۸ دسی زیمنس بر متر، کربن آلی خاک ۱/۲ درصد، ازت کل ۰/۱۲ درصد، فسفر قابل جذب ۹۰/۸ پی‌پی‌ام، پتاسیم قابل جذب ۱۹۱۲ پی‌پی‌ام، طبقه آب و هوایی خشک سرد (طبق روش آمبرژه)، میانگین بارندگی ۳۰ ساله ۱۴۰ میلی‌متر می‌باشد.

هر واحد آزمایشی از ۳ ردیف به طول ۳ متر تشکیل گردید. فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر منظور شد. انجام آبیاری به روش قطره‌ای (Tape) و هر هفت روز یک بار به مدت ۴ ساعت بود. وجین علف‌های هرز نیز در طی فصل رشد به طور مرتب انجام گردید. داده

برداری در مرحله گلدهی (گلدهی بالای ۷۰ درصد – اواسط خردادماه) انجام شد. گیاهان موجود در یک متر مربع هر کرت پس از اندازه‌گیری ارتفاع، از سطح خاک برداشت و وزن تر اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در سایه خشک شده و وزن خشک آن‌ها محاسبه گردید. به منظور استخراج اسانس، ۵۰ گرم از سرشاخه هر جمعیت آسیاب شده و به مدت دو ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب و دستگاه کلونجر، اسانس‌گیری و درصد آن تعیین شد (۴). اسانس استخراج شده جهت انجام آنالیزهای لازم به موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور ارسال گردید. بقیه گیاهان موجود در مزرعه پس از بذردهی برداشت و وزن بذر تک بوته آن‌ها محاسبه گردید.

برای شناسایی ترکیب‌های اسانس از دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد. مشخصات این دستگاه‌ها به قرار زیر است.

**مشخصات گاز کروماتوگرافی (GC)**: کروماتوگراف گازی مدل Shimadzu-9A مجهز به دتکتور F.I.D (یونیزاسیون شعله هیدروژن) و داده‌پرداز Chromatepac بود. ستون دستگاه DB–5 به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۲۵ میکرون و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون بود. گاز حامل هلیم با سرعت جریان گاز ۲۲/۷ میلی‌لیتر در دقیقه، دمای محفظه تزریق ۲۶۵ درجه سانتی‌گراد و برنامه‌ریزی حرارتی ستون از دمای اولیه ۵۰ درجه تا دمای نهایی ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد بود که در هر دقیقه ۴ درجه سانتی‌گراد به آن افزوده شد.

**مشخصات گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS)**: کروماتوگراف گازی Varian 3400 متصل شده به طیف‌سنج جرمی، ستون مشابه با ستون مورد استفاده در دستگاه GC بود. دتکتور "Ion Trap" گاز حامل هلیم، سرعت جریان گاز حامل ۵۰ میلی‌لیتر در دقیقه و انرژی یونیزاسیون در طیف‌سنج جرمی معادل ۷۰ الکترون بود. برنامه حرارتی ستون از ۴۰ تا ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۴ سانتی‌متر در دقیقه تنظیم شد و دمای محفظه تزریق ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد بود.

**محاسبه شاخص بازداری و شناسایی ترکیب‌ها**. برای محاسبه اندیس‌های بازداری ترکیب‌ها، آلکان‌های نرمال c9-c22 به دستگاه GC تزریق شد. شناسایی ترکیب‌ها با مطالعه طیف‌های جرمی و مقایسه با طیف جرمی ترکیب‌های استاندارد، با استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه و به کمک شاخص‌های بازداری محاسبه شده و مقایسه آن‌ها با شاخص‌های بازداری استاندارد که در منابع مختلف منتشر گردیده، انجام شد. محاسبات کمی (تعیین درصد هر ترکیب) به کمک داده‌پرداز R3A-Chromatepac به روش نرمال کردن سطح (Area normalization method) و نادیده گرفتن ضریب‌های پاسخ (Response factors) مربوط به طیف‌ها انجام شد.

پس از جمع‌آوری اطلاعات مزرعه‌ای در طی دو سال زراعی، تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین صفات با آزمون LSD انجام گردید. از نرم‌افزار SAS 9.1 جهت بررسی مقایسه میانگین داده‌ها و نرم‌افزار MSTATC جهت محاسبه اثر متقابل استفاده شد.

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات (جدول ۲) نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌داری از نظر کلیه صفات مورد بررسی در بین جمعیت‌های مورد مطالعه بود. این تفاوت معنی‌دار برای صفات وزن بذر تک بوته و عملکرد بذر در هکتار در سطح احتمال پنج درصد و برای دیگر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. نتایج همچنین نشان داد که فاکتور سال بر کلیه صفات مورد بررسی به استثنای وزن بذر تک بوته، عملکرد بذر در هکتار و نسبت وزن خشک به تر اثر معنی‌داری داشت. اثر برهم‌کنش جمعیت در

سال نیز بر صفات وزن تر و خشک اندام هوایی، درصد اسانس، وزن هزاردانه و عملکرد خشک اندام هوایی و عملکرد اسانس در سطح احتمال یک درصد و بر ارتفاع در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. سایر صفات تحت تاثیر برهم‌کنش جمعیت در سال قرار نگرفتند.

تفاوت آماری معنی‌دار صفات مورد مطالعه کاکوتی در این تحقیق حاکی از آن است که بین جمعیت‌های مورد مطالعه تنوع ژنتیکی کافی برای صفات مختلف از جمله عملکرد اندام هوایی، عملکرد بذر و درصد اسانس وجود دارد. وجود این تنوع می‌تواند زمینه‌ساز انجام کارهای اصلاحی در آینده گردد. وجود تنوع ژنتیکی بالا درون جمعیت‌های کاکوتی توسط زمانی و همکاران (۱۳۹۵) نیز گزارش شده است (۲۸).

مقایسه میانگین جمعیت‌ها در جدول ۳ نشان داد که بیش‌ترین مقدار وزن خشک اندام هوایی، وزن هزاردانه، وزن بذر تک بوته، عملکرد بذر و عملکرد خشک اندام هوایی در هکتار مربوط به جمعیت قمیشلو بود. ارتفاع و عملکرد تر این جمعیت گرچه از نظر عددی بالاتر از جمعیت کلاه قاضی بود ولی تفاوت معنی‌داری با آن نداشت. همچنین، جمعیت کلاه قاضی بالاترین درصد و عملکرد اسانس را دارا بود. در میان سه جمعیت بررسی شده، جمعیت قمیشلو از نظر صفات مورد بررسی برتر از جمعیت‌های دیگر بود و تفاوت عملکرد خشک اندام هوایی و عملکرد بذر آن در مقایسه با دو جمعیت دیگر مشهود بود. یکی از موارد مشاهده شده در این تحقیق رشد قابل توجه این گیاه در شرایط زراعی در مقایسه با شرایط رویشگاهی و طبیعی آن می باشد. بر اساس تحقیق موسوی‌پور (۲۰۱۴) متوسط ارتفاع این گیاه در شرایط رویشگاهی ۶/۵ سانتی متر و عملکرد خشک تک بوته ۰/۱۵ گرم گزارش شده است (۲۱) در صورتی که در تحقیق حاضر مقادیر به‌دست آمده تفاوت بسیار معنی‌داری با این نتایج دارند. بنابراین، به نظر می‌رسد زراعی کردن گیاه به علت آبیاری مناسب، حاصلخیزی خاک و مبارزه با علف‌های هرز به بهبود صفات رویشی آن کمک شایانی خواهد کرد. با توجه به اینکه درصد اسانس و به دنبال آن عملکرد اسانس در ژنوتیپ کلاه قاضی بالاتر از دو جمعیت دیگر به‌دست آمد، لذا بسته به هدف تحقیق در صورتی که عملکرد اندام هوایی مدنظر باشد جمعیت قمیشلو و در صورتی که عملکرد اسانس مورد توجه باشد از جمعیت کلاه قاضی می‌توان استفاده نمود.

جدول مقایسه میانگین صفات از نظر سال (جدول ۴) نیز نشان داد که اثر سال بر روی صفات ارتفاع، وزن تر و خشک اندام هوایی، درصد و عملکرد اسانس، وزن هزاردانه و عملکرد خشک اندام هوایی معنی‌دار بود. بر اساس نتایج این تحقیق بهبود صفات عملکردی گیاه در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش قابل مشاهده است. علت آن می‌تواند به علت شرایط آب و هوایی حاکم بر مزرعه در دو سال زراعی باشد. بارش‌های سیلابی در ماه‌های فروردین و اردیبهشت سال اول تحقیق که منجر به مدفون شدن قسمت‌هایی از سرشاخه گیاهان کشت شده در گِل شد عملا رشد رویشی گیاه را کند نمود و پس از آن گرم شدن ناگهانی هوا باعث کوتاه‌تر شدن دوره رویشی و ورود آن‌ها به فاز زایشی گردید. لذا صفات رویشی گیاه در سال اول نسبت به سال دوم افت داشت.

برهم‌کنش جمعیت در سال در جدول ۵ آمده است. بر اساس نتایج به دست آمده بیش‌ترین ارتفاع، وزن خشک اندام هوایی، وزن هزاردانه، وزن بذر تک بوته، عملکرد بذر در هکتار و عملکرد خشک اندام هوایی در هکتار در سال دوم جمعیت قمیشلو مشاهده شد. بیش‌ترین وزن تر اندام هوایی و عملکرد اسانس در سال دوم جمعیت کلاه قاضی به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با جمعیت قمیشلو در همان سال نداشت.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سه جمعیت کاکوتی (*Z.tenuior*) کشت شده در ایستگاه تحقیقاتی شهید فوزه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸.

Table 2- Analysis of variance of studied traits in 3 populations of *Z.tenuior* cultivated in Fozveh station of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan during 2018-2019.

| منابع تغییرات S.O.V | درجات آزادی df | میانگین مربعات (MS) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Plant height ارتفاع بوته | Wet weight of shoot وزن تر اندام هوایی | Dry weight of shoot وزن خشک اندام هوایی | Dry weight/ wet weight وزن خشک/ وزن تر | Essential oil percentage درصد اسانس | 1000-Seed's weight وزن هزار دانه | Plant seed weight وزن بذر هر بوته | Seed yield عملکرد بذر | Shoot yield عملکرد اندام هوایی | Essential oil yield عملکرد اسانس |
| Year سال | 1 | 60.53** | 353/3** | 41.01** | 0.0003 | 0.23** | 0.001** | 0.01 | 137.8 | 410197.5** | 27.3** |
| Year*Error سال*خطا | 4 | 0.70 | 11.8** | 0.57 | 0.004 | 0.0002 | 0.00008** | 0.005 | 53.6 | 5782.3 | 0.06 |
| Population جمعیت | 2 | 6.8** | 80.4** | 3.89** | 0.026** | 0.06** | 0.002** | 0.01* | 134.3* | 38938.9** | 1.8** |
| population*year جمعیت*سال | 2 | 3.13* | 46.7** | 2.27** | 0.007 | 0.1** | 0.001** | 0.0003 | 3.7 | 22728.5** | 1.9** |
| Error خطا | 8 | 0.55 | 2.54 | 0.24 | 0.002 | 0.0008 | 0.000006 | 0.003 | 30.4 | 2440.32 | 0.06 |
| Total error خطای کل | 17 | | | | | | | | | | |

** و * به‌ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار است.

** and * significant at the 1%, 5% probability levels respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سه جمعیت کاکوتی (*Z.tenuior*) کشت شده در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸.

Table 3- Mean comparison of studied traits in 3 populations of *Z.tenuior* cultivated in Fozveh station of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan during 2018-2019.

| صفت Trait / جمعیت Populatin | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm) | وزن تر اندام هوایی بوته (گرم) Wet weight of shoot (g) | وزن خشک اندام هوایی بوته (گرم) Dry weight of Shoot (g) | نسبت وزن خشک به تر Dry weight/ wet weight | درصد اسانس Essential oil percentage (%) | وزن هزاردانه (گرم) 1000-Seed's weight (g) | وزن بذر تک بوته (گرم) Plant seed weight (g) | عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha) | عملکرد اندام هوایی (کیلوگرم در هکتار) Shoot yield (kg/ha) | عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) Essential oil yield (kg/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تنگه کلنگ–دامنه Tange- kolang-damaneh | 14.3b | 9.12b | 4.06b | 0.45a | 0.4b | 0.31c | 0.33b | 33.6b | 406.1b | 1.7c |
| قمیشلو Ghamishloo | 16.3a | 15.6a | 5.7a | 0.36b | 0.35c | 0.35a | 0.42a | 42.1a | 565.7a | 2.4b |
| کلاه قاضی Kolahghazi | 15.9a | 15.3a | 4.7b | 0.32b | 0.55a | 0.32b | 0.34b | 34.2b | 467.3b | 2.8a |

حروف یکسان در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین آن‌ها در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at the 1% level.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سال بر صفات مورد مطالعه در سه جمعیت کاکوتی (*Z.tenuior*) کشت شده در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸.

Table 4- Year Mean comparison of studied traits in 3 populations of *Z.tenuior* cultivated in Fozveh station of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan during 2018-2019.

| سال year / صفت Trait | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm) | وزن تر اندام هوایی بوته (گرم) Wet weight of shoot (g) | وزن خشک اندام هوایی بوته (گرم) Dry weight of Shoot (g) | نسبت وزن خشک به تر Dry weight/ wet weight | درصد اسانس Essential oil percentage (%) | وزن هزاردانه (گرم) 1000-Seed's weight (g) | وزن بذر تک بوته (گرم) Plant seed weight (g) | عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha) | عملکرد اندام هوایی (کیلوگرم در هکتار) Shoot yield (kg/ha) | عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) Essential oil yield (kg/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 13.6b | 8.9b | 3.3b | 0.38a | 0.32b | 0.33a | 0.39a | 39.4a | 328.8b | 1.1b |
| 2 | 17.3a | 17.8a | 6.3a | 0.37a | 0.55a | 0.32b | 0.33a | 33.9a | 630.7a | 3.5a |

حروف یکسان در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین آن‌ها در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at the 1% level.

جدول ۵- برهم‌کنش اثر سال و جمعیت بر صفات مورد مطالعه در سه جمعیت کاکوتی (*Z.tenuior*) کشت شده در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸.

Table 5- Year * population interaction of studied traits in 3 populations of *Z.tenuior* cultivated in Fozveh station of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan during 2018-2019.

| صفت Trait / (Population) جمعیت | سال (year) | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm) | وزن تر اندام هوایی بوته (گرم) Wet weight of shoot (g) | وزن خشک اندام هوایی بوته (گرم) Dry weight of Shoot (g) | نسبت وزن خشک به تر Dry weight/ wet weight | درصد اسانس Essential oil percentage (%) | وزن هزاردانه (گرم) 1000-Seed's weight (g) | وزن بذر تک بوته (گرم) Plant seed weight (g) | عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha) | عملکرد اندام هوایی (کیلوگرم در هکتار) Shoot yield (kg/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تنگه کلنگ-دامنه Tange- kolang-damaneh | 1 | 12.9e | 7.7b | 3.2d | 0.44b | 0.35d | 0.31c | 35.5b | 319.4d | 1.12cd |
| قمیشلو Ghamishloo | 1 | 13.6de | 10.6b | 3.6d | 0.34cd | 0.2e | 0.37a | 45.5a | 356.5d | 0.72d |
| کلاه قاضی Kolahghazi | 1 | 14.4cd | 8.4b | 3.1d | 0.37bc | 0.42c | 0.32b | 37.2b | 310.3d | 1.29c |
| تنگه کلنگ-دامنه Tange- kolang-damaneh | 2 | 15.7c | 10.5b | 4.9c | 0.46a | 0.46b | 0.31c | 31.7b | 492.7c | 2.28c |
| قمیشلو Ghamishloo | 2 | 19.0a | 20.5a | 7.8a | 0.38a-c | 0.51c | 0.32a | 38.7a | 775.0a | 3.98a |
| کلاه قاضی Kolahghazi | 2 | 17.3b | 22.3a | 6.2b | 0.28d | 0.68a | 0.32b | 31.3b | 624.3b | 4.26a |

حروف یکسان در هر ستون بیان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار بین آن‌ها در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at the 1% level.

جدول ۶- درصد ترکیبات متشکله اسانس در سه جمعیت کاکوتی (*Z.tenuior*) کشت شده در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸.

Table 6- Essential oil percentages in 3 ppulations of *Z.tenuior* cultivated in Fozveh station of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan during 2018-2019.

| شاخص بازداری (RI) | نام ترکیب Compound name | سال ۱۳۹۷ (Year 2018) | | | سال ۱۳۹۸ (Year 2019) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تنگه کلنگ- دامنه Tangekolang-damaneh | قمیشلو Ghamishlo | کلاه قاضی Kolahghazi | تنگه کلنگ- دامنه Tangekolang-damaneh | قمیشلو Ghamishlo | کلاه قاضی Kolahghazi |
| 1007.9 | بتا-پینن (β-Pinene) | 0.22 | 0 | 0.2 | 0.25 | 0.26 | 0.24 |
| 1055.8 | پارا-سیمن (p-Cymene) | 2.63 | 1.72 | 2.46 | 0.24 | 1.55 | 2.1 |
| 1065.4 | ۱ و ۸-سینئول (1,8-Cineole) | 0.29 | 0.25 | 0.48 | 4.28 | 10.46 | 4.9 |
| 1097.7 | سیس سابینن هیدرات (cis-Sabinene hydrate) | 0.3 | 0 | 0.22 | 0.24 | 0.41 | 0.28 |
| 1115.4 | لینالول (Linalool) | 0.19 | 0 | 0 | 0.68 | 0.26 | 0.59 |
| 1171.3 | پارا-منتا- ۳-ان (p-mentha-3-one) | 1.98 | 0 | 1.3 | 2.56 | 7.9 | 7.58 |
| 1219.8 | بورنئول (borneol) | 1.8 | 0.69 | 1.6 | 0 | 0 | 0 |
| 1233.7 | ترپینن ۴-ان (Terpinene-4-one) | 0 | 0.62 | 0 | 2.21 | 0.9 | 1.14 |
| 1255.5 | آلفا-ترپینئول (α-terpineole) | 0 | 0 | 0.17 | 0.66 | 4.18 | 1.11 |
| 1292.3 | پولگون (polygon) | 88.95 | 43.3 | 89.52 | 65.56 | 48.1 | 64.26 |
| 1312.6 | پیریتون (piperitone) | 0.24 | 2.82 | 0.43 | 0.65 | 3.67 | 0.55 |
| 1315.2 | بورنیل استات (bornyl acetate) | 0 | 1.32 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1322.6 | تیمول (thymol) | 0 | 1.04 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1334.9 | کارواکرول (carvacrole) | 1.24 | 0.86 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1403.1 | کارواکرول استات (carvacrole acetate) | 1.71 | 38.6 | 1.14 | 0 | 0 | 0 |
| 1427.3 | بتا-بوربونن (β-Borbonene) | 0 | 0.28 | 0 | 0.61 | 0.52 | 0.61 |
| 1468.6 | ای کاریوفیلن (E-Caryophyllene) | 0 | 0.29 | 0 | 0.77 | 0.42 | 0.49 |
| 1500 | اسپاچولنول (spatholenol) | 0 | 0.3 | 0 | 2.8 | 0.52 | 0.86 |
| 1664.1 | کاریوفیلن اکساید (Caryophyllene oxide) | 0 | 0.42 | 0 | 0 | 0 | 0.76 |

بر اساس نتایج تجزیه اسانس (جدول ۶) تعداد ترکیب‌های اسانس در سال‌ها و جمعیت‌های مورد مطالعه متفاوت بود. در اسانس جمعیت دامنه در سال اول ۱۱ (۹۹/۵۵ درصد اسانس) و در سال دوم ۱۳ ترکیب (۸۱/۵۱ درصد اسانس)، در جمعیت قمیشلو در سال اول ۱۴ (۹۲/۵۱ درصد اسانس) و در سال دوم ۱۳ ترکیب (۷۹/۱۵ درصد اسانس) و در جمعیت کلاه قاضی در سال اول ۱۰ (۹۷/۵۲ درصد اسانس) و در سال دوم ۱۴ ترکیب (۸۵/۲۳ درصد اسانس) مشاهده گردید. ترکیب پولگون بالاترین ترکیب موجود در اسانس در هر سه جمعیت مورد مطالعه طی دو سال زراعی بود. جمعیت دامنه و کلاه قاضی با حدود ۸۹ درصد در سال ۹۷ و ۶۵ درصد در سال ۹۸ بیش‌ترین مقدار این ترکیب را دارا بودند. میانگین دو ساله این ترکیب در جمعیت قمیشلو ۴۵ درصد به‌دست آمد. در مقابل، پیریتون موجود در اسانس قمیشلو در هر دو سال آزمایش تقریبا بیش از شش برابر دو جمعیت دیگر (به ترتیب ۳/۶۷ و ۲/۸۲ درصد) برآورد گردید. بتا-بوربورن، ای کاریوفیلن، اسپاچولنول و کاریوفیلن اکساید در سال ۱۳۹۷ تنها در جمعیت قمیشلو مشاهده گردید.

در اسانس سه جمعیت مورد بررسی در مجموع ۱۹ ترکیب شناسایی شده است. نکته قابل توجه، درصد بالای ترکیب پولگون در دو جمعیت دامنه و کلاه قاضی می‌باشد. به‌نحوی که در سال اول، ۹۰ درصد از اسانس این دو جمعیت را ترکیب پولگون تشکیل داد. این برتری از نظر ترکیب پولگون در سال دوم آزمایش نیز مشاهده می‌شود. تحقیقات موجود نیز نشان داده است که ترکیب غالب اسانس در این گیاه پولگون است (۶، ۱۰، ۱۴، ۱۵، ۲۰) که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی داشت.

بر خلاف دو جمعیت فوق، درصد پولگون موجود در اسانس جمعیت قمیشلو در سال اول ۴۳ درصد به‌دست آمد، ولی کارواکرول استات آن به حدود ۴۰ درصد رسید. همچنین، بتا- بوربورن، ای کاریوفیلن، اسپاچولنول، کاریوفیلن اکساید، تیمول، بورنیل استات و ترپینن ۴- ال تنها در اسانس این جمعیت دیده شد. از طرفی، بتا- پینن، سیس- سابینن هیدرات و پارا- منتا- ۳- ال بر خلاف دو جمعیت دیگر در این جمعیت وجود نداشت. در سال دوم نیز کم‌تر بودن درصد پولگون در این جمعیت نسبت به دو جمعیت دیگر مشاهده شد، ولی به موازات آن میزان ۱ و ۸- سینئول، آلفاترپینئول و پیریتون بالاتری داشت. دلایل مختلفی برای وجود این تفاوت‌ها در اسانس جمعیت‌ها و سال‌های مختلف آزمایش وجود دارد. تفاوت ژنتیکی جمعیت‌ها و خطای آزمایش از جمله این موارد است. همچنین، کاکوتی گیاهی است دارویی که هنوزاهلی نشده است و سیر فیزیولوژیک این گیاه طی یک سال به تکامل می‌رسد. در مورد این گیاه بایستی این نکته را مد نظر قرار داد که روند تغییرات برخی از صفات در اندام‌های گیاه طی سال‌های رشدی مختلف، متفاوت است. به طوری که برخی صفات مانند میزان اسانس دچار تغییرات چشم‌گیری می‌شوند. لذا بدیهی است که گیاه در طی سال‌های مختلف از واریانس بیش‌تری برخوردار باشد. به‌طور کلی، تغییر در محتوا و ترکیب‌های موجود در اسانس، ناشی از تغییر در الگوی بیان ژن-های دخیل در بیوسنتز اسانس می‌باشد. همچنین، مطالعات پیشین نشان داده است که شرایط و اقلیم متفاوت منجر می‌گردد که ترپن‌های موجود در اسانس گیاهان دچار نوآرایی و اکسایش شوند و امکان ناپدید و یا به‌وجود آمدن ترکیب‌های جدید را فراهم کنند، که این امر به دلیل امکان وجود چندین زنجیره ارتباطی بین مسیر ایزوپرونوئیدی با سایر مسیرهای متابولیکی وجود دارد که منجر به انتقال و ایجاد رقابت بر سر پیش ماده‌های کربنی می‌گردد. در

مجموع به نظر می‌رسد به دلیل تفاوت‌های فیزیولوژیکی، جمعیت‌های مورد مطالعه رفتارها و واکنش‌های مختلفی را از خود نشان داده‌اند و بسته به واکنش‌های فیزیولوژیک متفاوت، تولید متابولیت‌های ثانویه از جمله اسانس نیز متفاوت خواهد بود (۷).

درصد اسانس در این تحقیق از ۰/۳۵ تا ۰/۵۵ درصد متفاوت به‌دست آمد. در تحقیق دهقان و همکاران (۲۰۱۴) درصد اسانس این گیاه بین ۰/۳۷ تا ۱ درصد گزارش شده است (۶). قاسمی پیربلوطی و همکاران (۲۰۱۳)، بازده اسانس این گیاه را از ۰/۶۱ تا ۰/۷۵ سی‌سی در ۱۰۰ گرم ماده خشک متغیر گزارش نمودند (۱۰) که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی داشت.

## نتیجه‌گیری کلی

تفاوت موجود بین جمعیت‌های کاکوتی، زمینه انجام کارهای اصلاحی را فراهم می‌کند. این گیاه کاملا با شرایط زراعی سازگار بوده و عملکرد قابل قبولی دارد. مهم‌ترین مسئله در مورد این گیاه حضور ترکیب پولگون به عنوان ترکیب غالب اسانس می‌باشد که به‌ویژه در دو جمعیت دامنه و کلاه قاضی قسمت عمده‌ای از اسانس را تشکیل داده است. از آنجا که پولگون در زمینه‌های متعدد برای طعم‌دار کردن مواد غذایی، نوشیدنی‌ها، خمیر دندان‌ها و تولید ترکیبات ضد باکتری در صنعت دارویی کاربرد دارد، اسانس این گیاه به عنوان یکی از منابع تولید این محصولات پیشنهاد می‌گردد.

## منابع


1.Aali, E., Mahmoudi, M., Kazeminia, M., Hazrati, R. and Azarpey, F. 2017. Essential oils as natural medicinal substances: review article. Tehran Univ. Med. J. 75: 7. 480-489.

2.Abu-Darwish, M.S., Cabral, C., Gonçalves, M.J., Cavaleiro, C., Cruz, M.T., Paoli, M., Tomi, F., Efferth, T. and Salgueiro, L. 2016. *Ziziphora tenuior* L. essential oil from Dana Biosphere Reserve (Southern Jordan); Chemical characterization and assessment of biological activities. J. Ethnopharmacol. 24: 194. 963-970.

3.Batooli, H., Akhbari, M. and Hosseinizadeh, S.M.J. 2012. Effect of different distillation methods on quantity and quality of essential oil of two *Ziziphora* L. species. J. Herb Drugs (An International Journal on Medicinal Herbs). 3: 3. 135-146.

4.British Pharmacopoeia, 1988. HMSO, London. 2: A137-A138.

5.Darbandi, T., Honarvarb, B. Sinaei Nobandeganic, M. and Rezaeid, A. 2013. Extraction of *Ziziphora tenuior* essential oil using supercritical CO2. Eur. J. Exp. Biol. 3: 3. 687-695.

6.Dehghan, Z., Sefidkon, F., Emami S.M. and Kalvandi, R. 2014. The effects of ecological factors on essential oil yield and composition of *Ziziphora clinopodioides* lam. Subsp. *rigida* (Boiss) Rech.f. J. Plant Res. (Iranian biology Journal). 27: 1. 49-63. (In Persian)

7.Emami Bistgani, Z., Siadat, S.A., Bakhshandeh, A., Ghasemi Pirbalouti, A., Hashemi, M., Maggi, F. and Morshedloo, M. R. 2018. Application of combined fertilizers improves biomass, essential oil yield, aroma profile, and antioxidant properties of *Thymus daenensis* Celak. Ind. Crops Prod. 121: 434-440.

8.Ghahreman, A. 1992. Colorful flora of Iran. Publication of Research Institute of Forests and Rangelands and University of Tehran Faculty of Science. 125 p. (In Persian)

9.Ghalichnia, H. 2002. Distribution and ecology of 36 species of oil producing plants in Mazandaran province. J. Med. Plants Res. 13: 1. 84-86 (In Persian)

10.Ghasemi Pirbalouti1, A., Amirkhosravi, A., Bordbar, F. and Hamedi, B. 2013. Diversity in the chemical composition of essential oils of *Ziziphora tenuior* as a potential source of pulegone. Chemija. 24: 3. 234-239.

11.Gholivand, M.B., Piryaei, M. and Maassoumi, S.M. 2014. Antioxidant activity of *Ziziphora tenuoir* methanolic extracts and comparison of the essential oil in two stages of growth. Chin. J. Nat. Med. 12: 7. 505-511.

12.Hakim, M.S. 1969. Hamadard Phamacoporia of Eastern Medicin, Pakistan. 557 p.
13.Jamzad, Z. 2012. Labiateae family. No:76. Institute of Forests and Rangelands Research Publications. 1066 p.
14. Javidnia, K., Tabatabai, M. and Shafiee, A. 1996. Composition and antimicrobial activity of essential oil of *Ziziphora teniur*, population Iran. J. DARU. 6: 1-5.
15.Kakaei, S. and Shahbazi, Y. 2016. Effect of chitosan-gelatin film incorporated with ethanolic red grape seed extract and *Ziziphora clinopodioides* essential oil on survival of *Listeria monocytogenes* and chemical, microbial and sensory properties of minced trout fillet. LWT-Food Sci. Technol. 72: 432-438.
16.Karimi, I., Hayatgheybi, H., Motamedi, S., Naseri, D., Shamspur, T., Afzali, D. and Aghdam, A.H. 2013. Chemical composition and hypolipidemic effects of an aromatic water of *Ziziphora tenuior* L. in cholesterol-fed rabbits. Appl. Biol. Res. 7: 3. 61-67.
17.Kheirkhah, M., Ghasemi, V., Yazdi, A.K. and Rahban, S. 2015. Chemical composition and insecticidal activity of essential oil from *Ziziphora clinopodioides* Lam. used against the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller. J. Plant Prot. Res. 55: 3. 260-265.
18.Maral, H., Taghikhani, H., Alpaslan, K.A.Y.A. and Kirici, S. 2015. The effect of different levels of altitutes on composition and content of essential oils of *Ziziphora Clinopodioides* in southern of Turkey. J. UTYHBD. 1: 1. 1-6.
19.Moghadam, H.D., Sani, A.M. and Sangatash, M.M. 2016. Antifungal activity of essential oil of *Ziziphora clinopodioides* and the inhibition of aflatoxin $B_1$ production in maize grain. Toxicol. Ind. Health. 32: 3. 493-499.
20.Mohammadhosseini, M. 2017. The ethnobotanical, phytochemical and pharmacological properties and medicinal applications of essential oils and extracts of different *Ziziphora* species. Ind. Crops Prod. 105: 164-192.
21.Mousavipoor, S.M. 2014. Study of some ecological, morphological and therapeutic characteristics of *Ziziphora tenuir* L. The First International Conference on Environmental Engineering. Iran. 9 january: 1-9.
22.Mozaffarian, V. 1996. A Dictionary of Iranian Plant Names. Farhang Moaser Press, Iran. 670 p.
23.Piryaei, M., Abolghasemi, M.M. and Nazemiyeh, H. 2015. Fast determination of *Ziziphora tenuior* L. essential oil by inorganic-organic hybrid material based on ZnO nanoparticles anchored to a composite made from polythiophene and hexagonally ordered silica. J. Nat. Prod. Res. 29: 9. 833-837.
24.Rechinger, K.H. 1963. Flora Iranica. Akademische Druke-U. Verlagsanstalt, Wien, Austria. 234 p.
25.Sarac, N. and Ugur, A. 2009. The in vitro antimicrobial activities of the essential oils of some Lamiaceae species from Turkey. J. Med. Food. 12: 4. 902-907.
26.Senejoux, F., Demougeot, C., Kerram, P., Aisa, H.A., Berthelot, A., Bevalot, F. and Girard- Thernier, C. 2012. Bioassay-guided isolation of vasorelaxant compounds from *Ziziphora clinopodioides* Lam. (Lamiaceae). J. Fitoterapia. 83: 2. 377-382.
27.Shahbazi, Y., Shavisi, N. and Mohebi, E., 2016. Potential application of *Ziziphora clinopodioides* essential oil and nisin as natural preservatives against *Bacillus cereus* and *Escherichia coli* O157: H7 in commercial barley soup. J. Food Saf. 36: 4. 435-441.
28.Zamani, N., Zamani, W. and Mirzaei, K., 2016. Genetic diversity analysis of *Ziziphora tenuior* L. using SCoT markers N. J. IJGPB. 24: 2. 177-189.