

Evaluation of diversity and stability of morphological traits and essential oil in the conservation and domestication process of four native Iranian *Thymus* species

Ziba Bakhtiar¹ | Mohammad Hossein Mirjalili²

1. Department of Agriculture, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Evin, Tehran, Iran. Postal Code: 1983969411. E-mail: z.bakhtyar@yahoo.com
2. Corresponding Author, Department of Agriculture, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Evin, Tehran, Iran. Postal Code: 1983969411. E-mail: m-mirjalili@sbu.ac.ir

Article Info

Article type

Research Article

Article history

Received: 25 December 2023

Revised: 05 March 2024

Accepted: 10 March 2024

Published: 21 June 2024

Keywords

Biomass

Conservation

Domestication

Thymol

Thymus spp.

Abstract

Objective: This study aimed to investigate the diversity and stability of morphological traits and essential oils of four native Iranian species of *Thymus* including *T. persicus* (Ronniger ex Rech.f.) Jasas, *T. daenensis* subsp. *daenensis*, *T. pubescens* Boiss., and *T. caramanicus* Jasas. during the process of cultivation and *ex situ* domestication with an emphasis on the conservation point of view.

Methods: In terms of ethnobotany, the species are known in their habitat as *Ezboe*, *Orishom*, *Kekik*, and *Apishan*, respectively, which are used in the treatment of cold and cough. The morphological traits of the species were measured in the habitat and the plants were cultivated in the same environmental conditions. The stability of the morphological and essential oils traits of the cultivated species were studied in the second year.

Results: The results showed that plant height and diameter, the number of branches, fresh and dry weight, essential oil content, and their compounds in the cultivated species were significantly ($p < 0.05$) higher than the wild samples. The highest fresh weight (389.8 ± 3.2 g), essential oil content ($3.1 \pm 0.2\%$), thymol ($73.3 \pm 0.6\%$), and carvacrol ($97.5 \pm 0.8\%$) were obtained in cultivated *T. persicus*, *T. daenensis*, *T. daenensis*, and *T. caramanicus*, respectively.

Conclusion: The results will be considered in the domestication and protection programs and germplasm breeding of these valuable *Thymus* species.

Cite this article: Bakhtiar, Z., & Mirjalili, M. H. (2024). Evaluation of diversity and stability of morphological traits and essential oil in the conservation and domestication process of four native Iranian *Thymus* species. *Ethnobiology and Biodiversity Conservation*, 1(2), 1-14. <https://doi.org/10.22091/ethc.2023.9913.1008>



©The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22091/ethc.2023.9913.1008>

Publisher: University of Qom

بررسی تنوع و پایداری صفات مورفولوژیکی و اسانس در فرآیند حفاظت و اهلی‌سازی چهار گونه آویشن بومی ایران

زیبا بختیار^۱ | محمدحسین میرجلیلی^۲

۱. گروه کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، اوین، تهران، ایران. کد پستی: ۱۹۸۳۹۶۴۱۱، رایانامه: z.bakhtyar@yahoo.com

۲. نویسنده مسئول، گروه کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، اوین، تهران، ایران. کد پستی: ۱۹۸۳۹۶۴۱۱

رایانامه: m-mirjalili@sbu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله پژوهشی	هدف: این مطالعه با هدف بررسی تنوع و پایداری صفات مورفولوژیکی و اسانس چهار گونه آویشن (<i>Thymus sp.</i>) بومی ایران شامل آویشن ایرانی (<i>T. persicus</i> (Ronniger ex Rech.f.) Jalas)، آویشن دناپی (<i>T. daenensis</i> subsp. <i>daenensis</i>)، آویشن کرک‌آلود (<i>T. pubescens</i> Boiss.)، و آویشن کرمانی (<i>T. caramanicus</i> Jalas.) طی فرایند کشت و اهلی‌سازی خارج از رویشگاه با تأکید بر دیدگاه حفاظتی انجام شده است.
تاریخچه دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۴ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۱۵ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰ انتشار: ۱۴۰۳/۰۴/۰۱	مواد و روش‌ها: این گونه‌ها از نظر قوم گیاه‌شناسی در مناطق رویشگاهی خود به ترتیب با نام‌های ازبوت، اوریشم، کیک و آپیشان شناخته می‌شوند که در درمان سرماخوردگی و سرفه کاربرد دارند. پس از اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی در رویشگاه‌های این گونه‌ها، بوته‌ها در شرایط محیطی یکسان کشت شدند. پایداری صفات مورفولوژیکی و ویژگی‌های اسانس آن‌ها در سال دوم با نمونه‌های وحشی در مناطق رویشگاهی مطالعه شد.
کلیدواژه‌ها اهلی‌سازی آویشن تیمول حفاظت زیست‌توده	نتایج: نتایج نشان داد که ارتفاع، قطر، وزن تر و خشک بوته و محتوای اسانس و ترکیبات آن در گونه‌های کشت شده به‌طور معنی‌دار ($p < 0.05$) بیشتر از نمونه‌های وحشی بود. بیشترین وزن تر بوته $389/8 \pm 3/2$ گرم، محتوای اسانس $3/1 \pm 0/2$ درصد، تیمول $73/3 \pm 0/6$ درصد و کارواکرول $97/5 \pm 0/8$ درصد) به ترتیب در گونه‌های کشت شده آویشن ایرانی، آویشن دناپی، آویشن کرمانی و آویشن کرمانی به دست آمد. نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق در برنامه‌های اهلی کردن، حفاظت و اصلاح ژرم پلاسما این گونه‌های گیاهی ارزشمند مورد توجه خواهد بود.

استناد: بختیار، زیبا؛ و میرجلیلی، محمدحسین (۱۴۰۳). بررسی تنوع و پایداری صفات مورفولوژیکی و اسانس در فرآیند حفاظت و اهلی‌سازی چهار گونه آویشن بومی

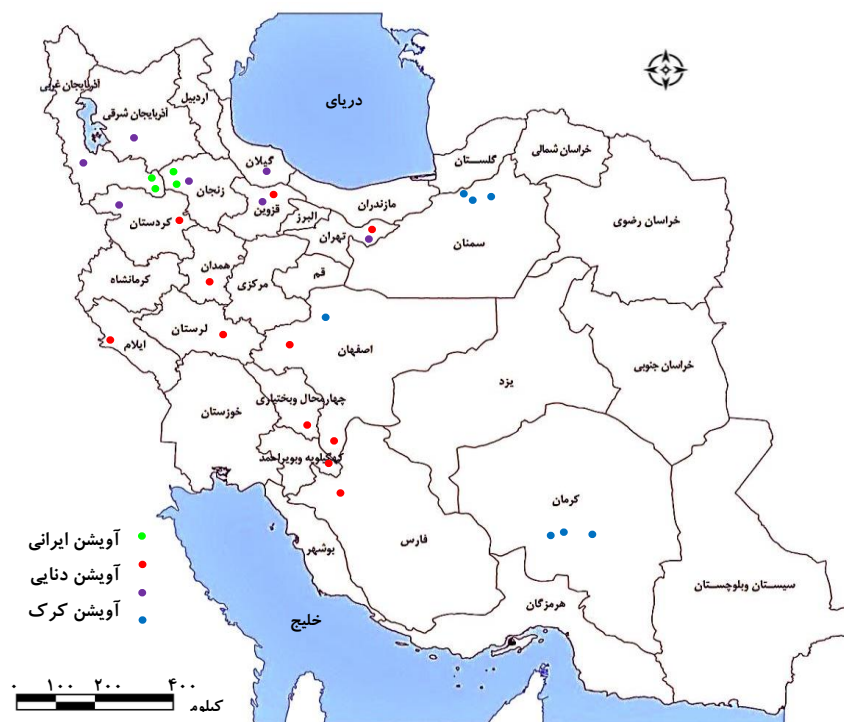
ایران. *زیست‌قوم‌شناسی و حفاظت تنوع زیستی*، ۱(۲)، ۱۴-۱. <https://doi.org/10.22091/ethc.2023.9913.1008>



مقدمه

جمع‌آوری گیاهان دارویی و معطر از طبیعت به منظور تأمین غذا و دارو از قدمت بالایی برخوردار است. برداشت بی‌رویه این گیاهان باعث کاهش تدریجی برخی گونه‌ها از رویشگاه‌های طبیعی آن‌ها، فرسایش ژنتیکی و در نتیجه انقراض این گونه‌ها می‌شود (Fekri Qomi et al., 2018). با این حال تاکنون توجه زیادی به کشت گیاهان دارویی و احیای زیستگاه آن‌ها نشده است. حفاظت از گیاهان در حال انقراض می‌تواند توسط راهبردهای مختلفی از جمله حفاظت در خارج از محل (*Ex situ* conservation) به دست آید. این روش حفاظتی شامل مجموعه‌ای از تکنیک‌های اعمال شده در خارج از زیستگاه طبیعی گونه است که موجب بقای بسیاری از گونه‌های در معرض خطر شده است (Mestanza-Ramón et al., 2020). گونه‌های دارویی ممکن است واکنش متفاوتی به کشت نشان دهند. در برخی موارد، پرورش و استقرار این گونه‌ها در شرایط جدید بسیار مشکل است و ممکن است گیاه رشد نکرده و مواد مؤثره مورد نظر را تولید نکند. با این حال کشت گونه‌های گیاهی پرمصرف می‌تواند به عنوان یک عامل کاهش‌دهنده برداشت ناپایدار از عرصه‌های طبیعی مطرح شود (Mofokeng et al., 2022).

آویشن (*Thymus* sp.) با دارا بودن بیش از ۲۵۰ گونه گیاهی، یکی از مهم‌ترین سرده‌های تیره نعنائیان است که مراکز تنوع آن در منطقه مدیترانه و غرب آسیا است (Mousavi and Ghahremaninejad, 2022). چهارده گونه از این سرده در ایران پراکندگی دارد که چهار گونه آن از جمله آویشن ایرانی (*Thymus persicus* (Ronniger ex Rech.f.) Jalas)، آویشن دنايي (*T. daenensis* subsp. *daenensis*)، آویشن تالشی (*T. trautvetteri* Klokov & Desj.-Shost.) و آویشن کرمانی (*T. caramanicus* Jalas) انحصاری هستند (Rechinger, 1982). آویشن ایرانی در آذربایجان غربی و زنجان رشد می‌کند (Hassanpouraghdam et al., 2022). آویشن دنايي در ارتفاعات رشته کوه زاگرس و چند منطقه از رشته کوه البرز می‌روید (Emami Bistgani et al., 2022). یکی از گونه‌هایی که پراکنش وسیعی در شمال و غرب ایران دارد، آویشن کرک‌آلود (*Thymus pubescens* Boiss.) است (Zarezadeh et al., 2013; Ghasemi Pirbalouti et al., 2015). آویشن کرمانی نیز در اصفهان، کرمان و سمنان رویش دارد (Hadian et al., 2014). در شکل ۱ مناطق پراکندگی این گونه‌ها در ایران نشان داده شده است.



شکل ۱. نقشه پراکندگی چهار گونه آویشن مورد مطالعه در ایران

مطالعات قوم گیاه‌شناسی با مطالعه تعاملات انسان با گیاهان، در بسیاری از زمینه‌های مورد توجه جهانی از جمله امنیت غذایی، تغییرات آب و هوا و حفاظت از تنوع زیستی گیاهان کاربرد دارد. قوم گیاه‌شناسی شاهی بر استفاده گسترده از غذاها و داروها از گونه‌های وحشی گیاهی توسط افراد بومی است. هدف از بررسی این مطالعات حل مشکلات مردم بومی و حفاظت از عرصه‌های طبیعی و ایجاد توسعه پایدار است (Pei et al., 2020). طبق بررسی‌های قوم گیاه‌شناسی، گونه‌های آویشن توسط مردمان محلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. گونه‌های آویشن مورد مطالعه با نام‌های محلی مختلفی از جمله آزوربه، آویشان، اوشون، اوریشم و آزگوه شناخته شده است (Nickavar et al., 2005; Ghasemi Pirbalouti et al., 2012; Sayadian Sisakh, 2022; Emami Bistgani and Sefidkon, 2019). سرشاخه‌های گل‌دار آویشن جهت درمان سرماخوردگی و سرفه و به عنوان خلط‌آور، هضم‌کننده غذا، ضد نفخ، ضد اسپاسم و ضد انگل به‌صورت دمنوش، جوشانده و ادویه مورد مصرف افراد بومی قرار می‌گیرد (Delfan et al., 2020; Mehrnia and Hosseini, 2020; Dini et al., 2022). برخی اطلاعات قوم گیاه‌شناسی گونه‌های آویشن مورد مطالعه شامل نام‌های محلی، اندام مورد مصرف گیاه، نحوه مصرف و اثرات درمانی سنتی آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مروری بر نام محلی، اندام مصرفی، نحوه مصرف و کاربردهای سنتی چهار گونه آویشن در ایران

گونه	نام محلی	اندام مصرفی	نحوه مصرف	اثرات درمانی	منبع
آویشن ایرانی	ازبونه، ازگوه	سرشاخه‌های گل‌دار، برگ	چاشنی و دم‌کرده	ضد اسپاسم، ضد کرم، ضد عفونی‌کننده، نشاط آور، خلط آور	Mehrnia and Hosseini, 2020
آویشن دنیایی	-	سرشاخه گل‌دار	چای دم‌کرده و جوشانده	درمان سرماخوردگی، ضد سرفه، ضد نفخ، هضم‌کننده غذا، خلط آور	Nickavar et al., 2005
	اوشون Oushon	برگ و گل	دمنوش، ادویه، آشپزی	ضد سرفه، ضد باکتری، ضد نفخ	Ghasemi Pirbalouti et al., 2012
	اوشوم	-	-	درمان سرماخوردگی	Ghassemi Dehkordi et al., 2015
	اوریشم موری Orišom muri	اندام هوایی	چای، نوشیدنی	دارویی	Dif Rakhsh et al., 2015
	اوریشم صحرایی Orishom-Sahraei	اندام هوایی	دم‌کرده	درمان سرماخوردگی و سرفه، خلط آور	Jahantab et al., 2018
	-	اندام هوایی	چای گیاهی، چاشنی طعم‌دهنده	درمان سرماخوردگی، مقوی، ضد نفخ، هضم‌کننده غذا، خلط آور، ضد انگل، ضد عفونی‌کننده، ضد قارچ، درمان	Emami Bistgani and Sefidkon, 2019
	ازبونه، ازگوه	سرشاخه‌های گل‌دار، برگ	چاشنی و دم‌کرده	سرماخوردگی، گلودرد، عفونت قفسه سینه، و برونشیت، ضد درد مفاصل، درمان سینوزیت، احتقان گوش، ضد اسپاسم	Mehrnia and Hosseini, 2020
	آزگوه	سرشاخه گل‌دار و برگ	چاشنی غذایی	درمان سرماخوردگی و گلودرد، خلط آور، ضد عفونی‌کننده	Delfan et al., 2020
	آویشن دنیایی	اندام هوایی	طعم‌دهنده	مقوی، ضد نفخ، هضم‌کننده غذا، خلط آور، ضد انگل	Dini et al., 2022
	اوریشم Orishom	سرشاخه گل‌دار	دم‌کرده	ضد اسپاسم، تشنج، مؤثر در دستگاه تنفس، درمان سیاه سرفه و آسم	Sayadian Sisakh, 2022
آویشن کرک‌آلود	کیک Kekik	گل و برگ	ادویه	ضد سرفه، درمان سینوزیت، کم‌خونی، خلط آور	Akbulut and Zengin, 2023
	-	اندام هوایی	-	ضد اسپاسم، ضد عفونی‌کننده، ضد سرفه، خلط آور	Li et al., 2019
آویشن کرمانی	-	برگ	چای	روماتیسم، اختلالات پوستی، ضدباکتری	Nejad Ebrahimi et al., 2008
	آویشان Apishan	گل و برگ	جوشانده	درمان سرماخوردگی و آسم، درمان اسهال، آرام‌بخش	Rajaei and Mohamadi, 2012

گونه‌های آویشن غنی از ترکیبات فنولی تیمول (Thymol) و کارواکرول (Carvacrol) به عنوان یک مونوترپن اکسیژنه (Oxygenated monoterpene) و ترکیبات غیرفنولی لینالول (Linalool) و پاراسیمن (*p*-Cymene) بوده و با توجه به استفاده گسترده از آن در صنایع داروسازی، غذایی و دام و طیور، اخیراً جهت کشت معرفی شده‌اند (Hadian et al., 2014; Heydari et al., 2021; Najar et al., 2019). آویشن حاوی پلی فنولیک اسیدها از جمله اسید اولئانولیک، رزمارینیک اسید و کافئیک اسید است (Ghasemi Pirbalouti et al., 2015). به علاوه گونه‌های آویشن به‌ویژه آویشن ایرانی به علت حضور ترکیبات فنولیکی و فلاونوئیدی از فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدسرطانی بالایی برخوردار هستند (Asghari et al., 2019).

یکی از معمول‌ترین روش‌ها در حفظ گیاهان وحشی در طبیعت، کشت و اهلی کردن گونه‌های گیاهی و بررسی تنوع مورفولوژیکی است. به‌علاوه امروزه استفاده از نشانگرهای متابولیکی که بر پایه ترکیبات اسانس گیاهان دارویی و عطری باشد، توسعه یافته است. مطالعات بسیاری به بررسی تنوع مورفولوژیکی و ویژگی‌های اسانس تحت شرایط اقلیمی مختلف ایران در گونه‌های آویشن شامل *T. fedtschenkoi* Ronniger, *T. migricus* Klovov & Des.-Shost, *T. kotschyanus* Boiss. & Hohen. Parvizparashkoh et al., 2014; Rezaei et al., 2016;) پرداخته‌اند و *T. pubescens* و *T. fallax* Fisch. & C.A.Mey. (Najafzadeh et al., 2020). بررسی تنوع مورفولوژیکی و اسانس نه تنها در حفاظت ژرمپلاسماهای گیاهی کاربرد دارد، بلکه ایده مناسبی را به پژوهش‌گران جهت اصلاح گیاهان ارائه می‌دهد. یکی از فواید بررسی تنوع مورفولوژیکی و متابولیکی این است که منجر به کشف مناطقی می‌شود که در آن گیاه مورد نظر از کیفیت و کمیت مطلوب برخوردار است و در نتیجه اهلی‌سازی و کشت آن اکوتیپ، موجب حفاظت از رویشگاه، افزایش راندمان اقتصادی و تولید انبوه می‌شود (Khorshidi et al., 2020).

کشت و پرورش ارقام دارای عملکرد بالای پیکر رویشی، تیپ مناسب جهت برداشت مکانیزه و عملکرد بالای اسانس و تیمول جهت استفاده در صنایع وابسته ضروری است. تاکنون مطالعاتی به منظور ارزیابی اثر کشت بر گونه‌های آویشن از جمله *T. daenensis* و *T. vulgaris* L. اهلی کردن آن‌ها در ایران صورت گرفته است (Akbarinia et al., 2010; Garivani et al., 2014; Hadian et al., 2016; Heydari et al., 2019; Khorshidi et al., 2020; Mousavi and Ghahremaninejad, 2022). بنابراین جهت تولید اقتصادی و تأمین مواد اولیه صنایع دارویی، کاهش فشار بر اکوسیستم طبیعی و حفظ آویشن در رویشگاه‌های آن، نیاز به مطالعات بیشتری برای کشت در مزرعه و اهلی‌سازی آن وجود دارد.

تحقیقات در مورد بهره‌برداری از گیاهان دارویی و کشت آن‌ها به صورت تجاری در جهت حفاظت از ذخایر ژنتیکی حائز اهمیت است. با توجه به مورد استقبال بودن آویشن در ایران، اهمیت مواد مؤثره آن از جمله تیمول و کارواکرول در صنایع غذایی و داروسازی و همچنین برداشت بی‌رویه گونه‌های مختلف این سرده از طبیعت و خطر انقراض آن‌ها، ضرورت مطالعه حاضر مشخص شد. با توجه به اینکه ایران یکی از مراکز تنوع زیستی مهم در جهان محسوب می‌شود لذا ضروری است که گیاهان دارویی بومی کشور شناسایی و امکان کشت و تولید آن‌ها در سطوح وسیع ارزیابی شود. کشت و استقرار موفقیت‌آمیز گونه‌های مختلف آویشن در شرایط خارج از رویشگاه، افزایش صفات مهم مورفولوژیکی-تولیدی و متابولیکی از جمله وزن تر بوته و محتوای اسانس گونه‌های آویشن مورد آزمایش از فرضیات این پژوهش بود.

در مطالعه حاضر چهار گونه وحشی آویشن دنا، ایرانی، کرک‌آلود و کرمانی از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری شد و پس از کشت در شرایط یکسان، تنوع و پایداری صفات مورفولوژیکی-تولیدی و اسانس آن‌ها با هدف اهلی‌سازی و حفاظت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری گونه‌ها

در این مطالعه بر اساس فلور ایران (Jamzad, 2012)، فلور ایرانیکا (Rechinger, 1982) و پرسش‌های محلی، رویشگاه‌های طبیعی چهار گونه آویشن دنا، ایرانی، کرک‌آلود و کرمانی در ایران شناسایی شد. سپس رویشگاه این گونه‌ها در استان‌های مختلف ایران مورد بازدید قرار گرفت (شکل ۲) و اطلاعات مربوط به موقعیت جغرافیایی و ارتفاع توسط دستگاه موقعیت‌یاب جغرافیایی (GPS) ثبت شد. آمار هواشناسی با کمک نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به منطقه مورد نظر با اولویت سینوپتیک به

دست آمد. بافت خاک در مناطق رویشی تمام گونه‌ها لومی شنی، لایه زمین‌شناسی (Geological substratum) آهکی و اسیدیته (pH) آن قلیایی بود. بر اساس تحقیقات محلی برداشت بی‌رویه و غیراصولی از گونه‌های آویشن دنايي و آویشن کرمانی صورت می‌گیرد. بعلاوه خاک مناطق رویشی آویشن ایرانی و آویشن کرک‌آلود در حال بهره‌برداری است که موجبات تخریب زیستگاه این دو گونه را فراهم می‌کند (جدول ۲).



شکل ۲. تصویر گونه‌های آویشن مورد مطالعه: (الف - ت) رویشگاه، (ث - ح) منطقه کشت خارج رویشگاه و (خ - ر) در مرحله گلدهی.

جدول ۲. ویژگی‌های اقلیمی رویشگاه‌ها و مزرعه تحقیقاتی گونه‌های آویشن

شرایط آب و هوایی و خاک	آویشن ایرانی (زنجان - ماهنشان)	آویشن دنايي (اصفهان - سمیرم)	آویشن کرک‌آلود (زنجان - ماهنشان)	آویشن کرمانی (کرمان - گوگر)	دانشگاه شهید بهشتی
عرض جغرافیایی (N)	۳۶°۳۶'	۳۱°۱۳'	۳۶°۳۶'	۲۹°۲۲'	۳۵°۴۸'
طول جغرافیایی (E)	۴۷°۲۶'	۵۱°۴۶'	۴۷°۲۶'	۵۶°۲۶'	۵۱°۲۳'
ارتفاع (متر)	۲۲۷۲	۲۳۶۰	۲۲۷۲	۲۸۲۴	۱۷۸۵
میانگین دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد)	۹/۰	۱۲/۸	۹/۰	۲۶/۷	۱۵/۸
میانگین بارش سالانه (میلی‌متر)	۳۴۰	۴۸۰	۳۴۰	۱۴۱	۴۱۴

آماده‌سازی زمین و کشت

بدین منظور بوته‌های چهار گونه مورد مطالعه که معرف کل منطقه رویشی بودند، در اوایل بهار از رویشگاه آن‌ها جمع‌آوری و به پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی دانشگاه شهید بهشتی منتقل شدند. این گونه‌ها در ارتفاع بین ۲۲۷۲ تا ۲۸۲۴ متر از سطح دریا رویش داشتند. سپس از نمونه‌ها قلمه تهیه شد و در بستر کشت پیت ماس و شن (۳:۱) در شرایط گلخانه با دمای 23 ± 2 درجه سانتی‌گراد در روز و 15 ± 2 درجه سانتی‌گراد در شب نگهداری شدند. آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار با پانزده واحد آزمایشی انجام گرفت. آبیاری با سیستم مه‌پاش دوار در روز تا زمان انتقال قلمه‌ها صورت گرفت. قبل از انتقال قلمه، زمین بیل‌زنی و به آن کود دامی اضافه شد. قلمه‌های ریشه‌دار در کرت‌های با ابعاد 2×2 متر کشت شدند. قلمه‌های منتقل شده در دو هفته اول رشد کمی داشتند. پس از انتقال قلمه‌های ریشه‌دار آبیاری یک‌بار در روز انجام گرفت. جهت رشد بهتر قلمه‌ها و کاهش رقابت بین گیاه و علف‌های هرز عملیات وجین هر ده روز یک بار به‌صورت دستی انجام شد. پس از

گذشت یک ماه گیاهچه‌ها در مزرعه استقرار یافتند و با شروع فصل پاییز رشد آن‌ها متوقف شد. در بهار سال بعد جوانه‌های طوقه‌ها مجدداً رشد کردند و در فصل تابستان بوته‌ها به گل رفتند.

اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی- تولیدی

پس از استقرار گونه‌ها در مزرعه (شکل ۲)، در سال دوم در مرحله تمام گل، صفات کمی مورفولوژیکی مورد بررسی قرار گرفت. صفات ارتفاع گیاه، قطر بوته با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. همچنین صفاتی نظیر تعداد شاخه در بوته ثبت شدند. وزن تر پس از جدا کردن بوته از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر از سطح خاک با استفاده از ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در سایه و در دمای اتاق خشک شدند. برای ارزیابی صفات مورفولوژیکی چهار گونه مورد مطالعه، از هر رویشگاه پانزده نمونه کامل گیاهی در فصل گلدهی گیاه (تیر ماه) انتخاب و هر صفت در سه تکرار اندازه‌گیری شد.

استخراج اسانس و تجزیه و تحلیل ترکیبات تشکیل‌دهنده

سرشاخه‌های گل‌دار چهار گونه مورد مطالعه در رویشگاه آن‌ها و همچنین در سال دوم کشت در مزرعه جمع‌آوری و در سایه و در دمای اتاق خشک شدند. نمونه‌ها توسط آسیاب خرد و مقدار ۳۰ گرم از پودر گیاهی برای اسانس‌گیری استفاده شد. استخراج توسط دستگاه کلونجر به روش تقطیر با آب به مدت سه ساعت طبق دستورالعمل دارونامه انگلستان (British pharmacopoeia, 1993) انجام گرفت. اسانس‌ها توسط سولفات سدیم آب‌گیری شدند و در شیشه‌های دربسته در یخچال نگهداری شدند. درصد اسانس نسبت به وزن خشک نمونه‌ها محاسبه شد. استخراج اسانس سه بار تکرار شد. جهت تعیین خصوصیات کمی و کیفی از دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC-MS) استفاده شد. شناسایی ترکیبات توسط شاخص زمان بازداری، مقایسه طیف‌های جرمی با ترکیب‌های استاندارد، و کتابخانه انجام گرفت (Adams, 2007).

آنالیز داده‌ها

آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار با پانزده واحد آزمایشی اجرا شد و تجزیه داده‌ها با نرم افزار آماری SAS 9.1.3 انجام گرفت. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه شدند. داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ خطای استاندارد (Standard deviation) بیان شد.

نتایج

صفات مورفولوژیکی- تولیدی و اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که گونه‌های وحشی با کشت شده از نظر صفات مورفولوژیکی و اسانس تفاوت معنی‌دار ($p < 0.05$) نشان می‌دهند (جدول ۳).

ارتفاع و قطر بوته و تعداد شاخه در گونه‌های کشت شده آویشن نسبت به گونه‌های وحشی افزایش نشان داد. بیشترین ارتفاع بوته در گونه وحشی ($132/4 \pm 1/8$ سانتی‌متر) و کشت شده ($145/2 \pm 0/6$ سانتی‌متر) آویشن کرمانی به دست آمد. بیشترین قطر بوته در آویشن کرمانی ($64/3 \pm 2/1$ سانتی‌متر) و آویشن کرک آلود ($63/2 \pm 1/4$ سانتی‌متر) مشاهده شد درحالی‌که تعداد شاخه در گونه وحشی ($123/5 \pm 2/2$ سانتی‌متر) و کشت شده ($144/1 \pm 1/1$ سانتی‌متر) آویشن دناپی در میان نمونه‌های مورد مطالعه بیشترین بود. به‌طور کلی وزن تر و خشک بوته در گونه‌های کشت شده نسبت به گونه‌های وحشی بیشتر بود. پس از کشت بیشترین میانگین وزن تر بوته در گونه وحشی ($246/6 \pm 2/5$ گرم) و کشت شده ($389/8 \pm 3/2$ گرم) آویشن ایرانی به دست آمد. همچنین وزن خشک در گونه وحشی ($95/4 \pm 1/7$ گرم) و کشت شده ($112/3 \pm 2/8$ گرم) این گونه بیشترین بود. وزن تر برگ در گونه‌های کشت شده نسبت به گونه وحشی افزایش نشان داد. بیشترین وزن تر برگ در گونه وحشی ($69/5 \pm 1/5$ گرم) و کشت شده ($78/4 \pm 1/1$ گرم) آویشن ایرانی به دست آمد. وزن تر گل به غیر از گونه آویشن کرک آلود در سه گونه دیگر پس

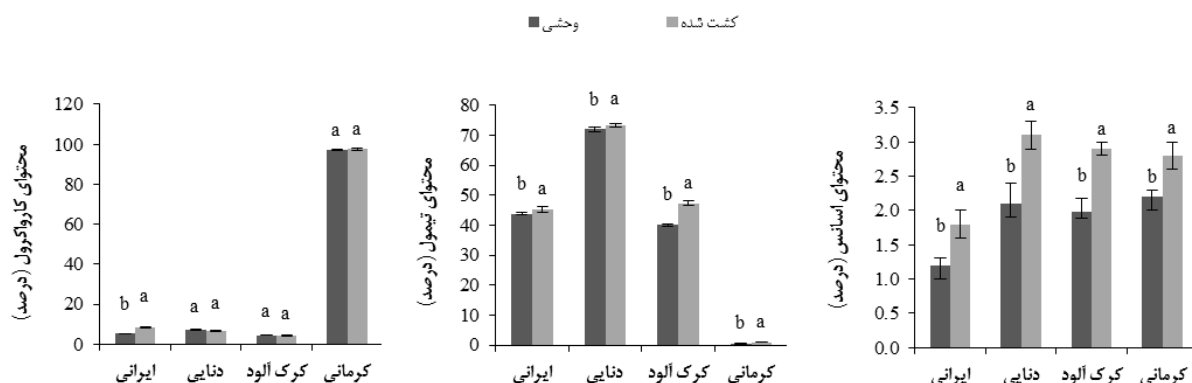
از کشت افزایش نشان داد. بیشترین وزن تر گل ($10/3 \pm 0/3$ گرم) در گونه وحشی آویشن کرک‌آلود به دست آمد که پس از کشت به $6/4 \pm 0/1$ گرم کاهش یافت. وزن تر گل در گونه وحشی ($3/2 \pm 0/6$ گرم) و کشت شده ($5/1 \pm 0/1$ گرم) آویشن ایرانی کمترین بود.

ارزیابی اسانس بین چهار گونه آویشن نشان داد که محتوای اسانس در گونه‌های کشت شده نسبت به گونه‌های وحشی افزایش قابل ملاحظه‌ای داشتند. محتوای اسانس در گونه‌های وحشی مورد مطالعه در محدوده $0/2 \pm 1/2$ تا $0/1 \pm 2/2$ درصد و در گونه‌های کشت شده از $0/2 \pm 1/8$ تا $0/2 \pm 3/1$ درصد به دست آمد. بیشترین محتوای اسانس در گونه وحشی ($2/1 \pm 0/3$ درصد) و کشت شده ($3/1 \pm 0/2$ درصد) آویشن دناپی مشاهده شد. محتوای اسانس در گونه وحشی آویشن ایرانی در مقایسه با سایر گونه‌های مورد مطالعه کمترین ($0/1 \pm 1/2$ درصد) بود و گونه کشت شده آن افزایش محتوای اسانس ($0/2 \pm 1/8$ درصد) را نشان داد. تجزیه و تحلیل اسانس نشان داد که ترکیبات غالب اسانس گونه‌های مورد مطالعه تیمول و کارواکرول هستند. گونه کشت شده آویشن دناپی حاوی مقدار قابل توجهی تیمول ($0/6 \pm 73/3$ درصد) بود که نسبت به محتوای آن در این گونه وحشی ($0/9 \pm 72/0$ درصد) افزایش نشان داد. گونه‌های وحشی آویشن ایرانی ($0/5 \pm 43/9$ درصد) و کرک‌آلود ($0/4 \pm 40/2$ درصد) محتوای تیمول بالایی داشتند که پس از کشت محتوای این ترکیب به ترتیب $0/7 \pm 47/3$ درصد و $0/9 \pm 45/3$ درصد افزایش یافت. محتوای کارواکرول در گونه‌های وحشی از $0/1 \pm 4/5$ تا $0/5 \pm 97/1$ درصد و در نمونه‌های کشت شده از $0/2 \pm 4/3$ تا $0/8 \pm 97/5$ درصد متغیر بود. کمترین و بیشترین محتوای کارواکرول به ترتیب در اسانس آویشن کرمانی و آویشن کرک‌آلود به دست آمد (شکل ۳).

جدول ۳. میانگین صفات مورفولوژیکی گونه‌های آویشن

صفات مورفولوژیکی - تولیدی	آویشن ایرانی		آویشن دناپی		آویشن کرک‌آلود		آویشن کرمانی	
	وحشی	کشت شده	وحشی	کشت شده	وحشی	کشت شده	وحشی	کشت شده
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	$7/9 \pm 1/0^b$	$11/5 \pm 0/3^a$	$19/7 \pm 0/1^b$	$25/9 \pm 0/8^a$	$16/5 \pm 0/5^b$	$19/5 \pm 0/1^a$	$132/4 \pm 1/8^b$	$145/2 \pm 0/6^a$
قطر بوته (سانتی‌متر)	$28/8 \pm 0/5^b$	$53/3 \pm 0/9^a$	$41/4 \pm 0/7^b$	$49/3 \pm 0/9^a$	$26/3 \pm 1/0^b$	$63/2 \pm 1/4^a$	$13/5 \pm 0/4^b$	$64/3 \pm 2/1^a$
تعداد شاخه	$17/3 \pm 1/0^b$	$28/5 \pm 1/2^a$	$123/5 \pm 2/2^b$	$144/1 \pm 1/1^a$	$108/7 \pm 1/5^b$	$126/4 \pm 1/5^a$	$111/6 \pm 0/2^b$	$136/9 \pm 1/5^a$
وزن تر (گرم)	$246/6 \pm 2/5^b$	$389/8 \pm 3/2^a$	$150/3 \pm 1/5^b$	$171/6 \pm 1/5^a$	$198/9 \pm 2/2^b$	$223/1 \pm 2/9^a$	$124/3 \pm 2/1^b$	$205/3 \pm 3/1^a$
وزن خشک (گرم)	$95/4 \pm 1/7^b$	$112/3 \pm 2/8^a$	$73/6 \pm 1/4^b$	$85/7 \pm 0/7^a$	$99/1 \pm 0/4^b$	$105/0 \pm 1/7^a$	$66/4 \pm 1/4^b$	$89/3 \pm 2/0^a$
وزن تر برگ (گرم)	$69/5 \pm 1/5^b$	$78/4 \pm 1/1^a$	$59/4 \pm 0/5^b$	$67/9 \pm 0/1^a$	$66/4 \pm 1/8^b$	$73/7 \pm 0/8^a$	$58/8 \pm 1/8^b$	$70/1 \pm 1/1^a$
وزن تر گل (گرم)	$3/2 \pm 0/6^b$	$5/1 \pm 0/1^a$	$6/1 \pm 0/1^b$	$7/2 \pm 0/1^a$	$10/3 \pm 0/3^a$	$6/4 \pm 0/1^b$	$7/2 \pm 0/4^b$	$9/3 \pm 0/8^a$

میانگین $\pm$ خطای استاندارد (Standard deviation). حداقل تفاوت معنی‌دار $p < 0.05$ موافق با آزمون Duncan.



شکل ۳. محتوا و ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس در چهار گونه وحشی و کشت شده آویشن

بحث

گونه‌های انحصاری آویشن و همچنین گونه آویشن کرک‌آلود در سراسر ایران و به خصوص در غرب و شمال غرب ایران پراکندگی دارند و در سطح درون و بین جمعیتی دارای تنوع قابل ملاحظه‌ای هستند. بنابراین امکان شناسایی گونه‌های دارای ویژگی مطلوب از نظر برنامه‌های اصلاحی گیاهان دارویی با استفاده از صفات مورفولوژیکی و اسانس تا حدودی میسر است.

در مطالعه حاضر وزن تر گونه‌های وحشی آویشن دناپی و کرک‌آلود به ترتیب ۱۵۰/۳ و ۱۹۸/۹ گرم به دست آمد. Mousavi و Ghahremaninejad (2022)، ماده خشک آویشن دناپی و آویشن کرک‌آلود کشت شده را به ترتیب ۸۶/۷ و ۸۴/۵ گرم گزارش کردند. در مطالعه حاضر اختلاف مورفولوژیکی مشاهده شده در میان گونه‌های آویشن می‌تواند به دلیل عوامل ژنتیکی، محیطی و جغرافیایی این گونه باشد. این امر در مطالعات قبلی در گونه‌های آویشن مشاهده شده است (Aflakian et al., 2012; Rezaei et al., 2016; Khorshidi et al., 2020; Tohidi et al., 2021; Mousavi and Ghahremaninejad, 2022). Khorshidi و همکاران (2020) در فرآیند اهلی‌سازی سه اکوتیپ آویشن دناپی (همدان، مرکزی، و لرستان) در منطقه کرج، ویژگی‌های اسانس اکوتیپ‌های وحشی و کشت شده مورد مقایسه قرار گرفتند. آن‌ها بیان کردند که محتوای اسانس اکوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط کشت یکسان با هم تفاوت معنی‌دار ندارند اما در رویشگاه طبیعی این تفاوت را معنی‌دار به دست آوردند که نشان‌دهنده تأثیرپذیر بودن محتوای اسانس آویشن دناپی از شرایط اقلیمی و خاکی رویشگاه بود. در مطالعه حاضر با توجه به یکنواختی شرایط آب و هوایی و کشت، صفات مورفولوژیکی-تولیدی، محتوای اسانس و ترکیبات آن تنوع بالایی نشان داده که می‌تواند به علت عوامل ژنتیکی باشد (Heydari et al., 2019). Saber Amoli و همکاران (2007) گزارش کردند که آویشن کرمانی سازگاری بالایی در مناطق با بارندگی متوسط سالیانه پایین داشته و میزان بارندگی تأثیر چندانی بر محتوای اسانس آن ندارد. در مطالعه حاضر میانگین بارش سالانه در منطقه کشت ۴۱۴ میلی‌متر بود درحالی‌که میانگین بارش سالانه در رویشگاه آویشن کرمانی ۱۴۱ میلی‌متر ثبت شده است. با توجه به نتایج محتوای اسانس این گونه آویشن از ۲/۲ به ۲/۸ درصد افزایش یافت که مؤید این مطلب است.

در یک مطالعه محتوای اسانس در اگر اکوتیپ‌های آویشن دناپی در قزوین ۳ درصد و محتوای تیمول ۶۹ درصد گزارش شده است (Akbarinia et al., 2010). در یک مطالعه دیگر Elahian و همکاران (2021) گزارش کردند که آویشن دناپی فریدون-شهر اصفهان حاوی محتوای بالای تیمول (۷۳/۹ درصد) و کارواکرول (۵۱/۹ درصد) است. Ghasemi Pirbalouti و همکاران (2013) در یک مطالعه محتوای اسانس در گونه وحشی آویشن دناپی کشت شده در چهارمحال بختیاری را 0.1 ± 0.8 درصد گزارش کردند درحالی‌که محتوای اسانس در گونه کشت شده آن به 0.4 ± 1.2 درصد افزایش یافت. همچنین محتوای تیمول از 3.3 ± 34.0 درصد در گونه وحشی به 1.7 ± 67.8 درصد در گونه کشت شده آن افزایش یافت. آن‌ها بیان کردند که اسانس و ترکیبات شیمیایی آن در گونه‌های آویشن به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی، زراعی و مدیریتی هستند. در مطالعه حاضر محتوای اسانس، تیمول و کارواکرول در گونه وحشی آویشن دناپی (سمیرم-اصفهان) به ترتیب ۲/۱، ۷۲/۰ و ۷/۰ درصد به دست آمد و در شرایط کشت شده محتوای اسانس و تیمول این گونه به ترتیب به ۳/۱ و ۷۳/۳ درصد افزایش یافت درحالی‌که محتوای کارواکرول آن به ۶/۷ درصد کاهش یافت.

Askari و همکاران (2002) محتوای اسانس در آویشن کرک‌آلود در سه نقطه رویشی در تهران را از ۱/۲ تا ۲/۰ درصد و کارواکرول (۵۲/۶-۷۷/۹ درصد) و تیمول (۲۱/۸-۲۷ درصد) را به‌عنوان ترکیبات شاخص گزارش کردند. در یک مطالعه دیگر محتوای اسانس در اکوتیپ‌های آویشن کرک‌آلود از ۰/۶۶ تا ۳/۲۴ درصد به دست آمد. بعلاوه کارواکرول، تیمول، ژرانیول، لینالول و ترپینئول از ترکیبات غالب اسانس بودند (Zarezadeh et al., 2013). در مطالعه حاضر محتوای اسانس، تیمول و کارواکرول گونه وحشی آویشن کرک‌آلود ۱/۹، ۴۰/۲، و ۴/۵ درصد به دست آمد و پس از کشت محتوای اسانس و تیمول آن به ترتیب به ۲/۹، ۴۷/۳ و ۴/۳ درصد افزایش یافت درحالی‌که محتوای کارواکرول آن ۴/۳ به دست آمد.

Nejad Ebrahimi و همکاران (2008) گزارش کردند که آویشن کرک‌آلود و آویشن دناپی محتوای بالایی از کارواکرول و تیمول دارد. همچنین محتوای اسانس و کارواکرول را در آویشن کرمانی (بافت-کرمان) به ترتیب ۲/۵ و ۶۸/۹ درصد گزارش کردند. Mojab و Nickavar (2006) بیان کردند که آویشن کرمانی محتوای بالایی از تیمول (۴۰/۸ درصد) و کارواکرول (۲۴/۸ درصد) دارد.

درصد) دارد. در یک مطالعه، Sefidkon و همکاران (2002a) گزارش کردند که کارواکرول (۶۴/۸ درصد) ترکیب غالب اسانس آویشن کرک‌آلود فیروزکوه تهران است. Sefidkon و همکاران (2002b) یک مطالعه دیگر نیز گزارش کردند که کارواکرول (۱۷/۱ درصد) ترکیب غالب اسانس آویشن ایرانی ماهنشان زنجان است. در مطالعه حاضر مشخص شد که آویشن کرک‌آلود و آویشن دنايي محتوای قابل توجهی تیمول دارند درحالی که ترکیب غالب آویشن کرمانی (۹۷/۱ درصد) کارواکرول است. در مطالعه حاضر گونه‌های کشت شده نسبت به گونه‌های وحشی دارای محتوای اسانس بیشتری بودند که می‌تواند به دلیل شرایط کشت و آب و هوایی مزرعه تحقیقاتی باشد. گونه‌های آویشن دنايي و کرمانی به ترتیب درصد قابل توجهی تیمول (۷۲/۰ درصد) و کارواکرول (۹۷/۱ درصد) داشتند. این محتوای بالا در کمتر گونه گیاهی مشاهده می‌شود و یکی از برتری‌های این گونه‌ها به شمار می‌رود که آن‌ها را به عنوان منبعی مهم برای ترکیبات تیمول و کارواکرول مطرح کرده است. حفاظت از ذخایر ژنتیکی گیاهی به ویژه گیاهان دارویی و معطر بومی و در حال انقراض یکی از مهم‌ترین اولویت‌های سازمان‌های منابع طبیعی در جهان است. این نگرانی برای برخی از گیاهان دارویی و معطر مانند گونه‌های سرده آویشن به دلیل جمع‌آوری بیش از حد آن‌ها از زیستگاه برای استفاده در طب سنتی و صنایع داروسازی بیشتر است. زیستگاه‌های محدود گیاه، کمبود آب، فعالیت‌های انسانی، اختلالات کاربری اراضی و جمع‌آوری بیش از حد از طبیعت باعث شده است که در سال‌های اخیر بر حفظ، بازسازی و اهلی‌سازی درجا بیشتر تمرکز شود. مطالعه حاضر گام کوچکی در جهت حفاظت و اهلی‌سازی گونه‌های آویشن در ایران است.

نتیجه‌گیری

بررسی پایداری صفات مورفولوژیکی- تولیدی، محتوای اسانس و ترکیبات آن در گونه‌های آویشن در شرایط آب و هوایی و کشت یکسان نشان داد که گونه‌های کشت شده از نظر اکثر صفات مورد بررسی از جمله ارتفاع و قطر بوته، تعداد شاخه، وزن تر و خشک، وزن خشک برگ و گل و محتوای اسانس، تیمول و کارواکرول نسبت به گونه‌های وحشی بیشترین میانگین را به خود اختصاص داد. بنابراین گونه‌های کشت شده از نظر عملکرد پیکر رویشی و تولید اسانس پایداری نشان داده و جهت کشت و اهلی‌سازی معرفی می‌شوند. یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که تنوع فنوتیپی و متابولیکی در نمونه‌های مورد مطالعه وجود دارد و نشان‌دهنده وجود یک استخر ژنی غنی و ارزشمند در بهبود گونه‌های آویشن است که می‌تواند در زمینه حفاظت، بهبود ژنتیکی و تولید محصول به کار گرفته شود. شناخت مناطق رویشگاهی گونه‌های آویشن بومی ایران، کشت و اهلی کردن آن‌ها، مقایسه و معرفی بهترین گونه از لحاظ صفات مورفولوژیکی- تولیدی از جمله وزن تر و خشک بوته و ویژگی‌های اسانس از جمله محتوای اسانس و ترکیبات آن جهت کشت در سایر مناطق ایران به منظور حفاظت از این گونه‌های ارزشمند بومی از دستاوردهای پژوهش حاضر است. گونه‌های سرده آویشن دارای توزیع جغرافیایی گسترده در ایران بوده که نشان‌دهنده سازگاری خوب آن با تغییرات محیطی است. کشت گونه‌های آویشن مطالعه حاضر در سایر مناطق ایران و بررسی صفات مورفولوژیکی- تولیدی، فنولوژیکی و متابولیکی آن‌ها می‌تواند موضوع مطالعات مناسبی در آینده باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بدین‌وسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی جهت حمایت مالی این پژوهش اعلام می‌دارند.

منابع

اصغری، بهور؛ حبیب زاده، فرهاد؛ و قربانی نهوجی، مجید (۱۳۹۸). آویشن ایرانی (*Thymus persicus*): گیاهی حاوی متابولیت‌های فعال با اثرات آنتی اکسیدانتی، ضد دیابتی و ضد آلزایمری. *گیاهان دارویی*، ۱۸ (۷۰)، ۹۷-۱۰۹.

افلاکیان، سمیه؛ زینلی، حسین؛ مداح عارفی، حسن؛ انتشاری، شکوفه؛ و کاوه، شیرین (۱۳۹۱). بررسی عملکرد و اجزای عملکرد یازده اکوتیپ آویشن دنايي (*Thymus daenensis* Celak.). *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۲۸ (۲)، ۱۹۷-۱۸۷.

- اکبری‌نیا، احمد؛ شریفی عاشورآبادی، ابراهیم؛ و میرزا، مهدی (۱۳۸۹). بررسی عملکرد، میزان و ترکیب‌های اصلی اسانس آویشن دناهی (*Thymus daenensis* Celak.) کشت شده در قزوین. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۲۶ (۳)، ۲۰۵-۲۱۲.
- پرویز پرشکوه، سهیل؛ محمدی، عبدالله؛ و موسوی، سید احمد (۱۳۹۲). بررسی تنوع مورفولوژیک ۲۴ اکوتیپ آویشن (*Thymus* spp.). *تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران*، ۲۱ (۲)، ۳۳۹-۳۴۲.
- جمزاد، زیبا (۱۳۹۱). *فلور ایران: تیره نعنا* (Lamiaceae). مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.
- خورشیدی، جلال؛ شکرپور، مجید؛ و ناظری، وحیده (۱۳۹۹). بررسی تنوع مورفولوژیکی بین جمعیت‌های مختلف آویشن دناهی (*Thymus daenensis* Celak.). *پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)*، ۳۳ (۳)، ۵۵۴-۵۶۶.
- دلفان، اسماعیل؛ خدایاری، حامد؛ و عزیزی، خسرو (۱۳۹۸). اتنوبوتانی گیاهان دارویی بومی در مناطق زاغه و بیرانشهر، استان لرستان، ایران. *اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ۷ (۴)، ۸۲-۶۴.
- دیف رخس، سیده معصومه؛ بارانی، حسین؛ و پوررضایی، جواد (۱۳۹۳). قوم گیاه‌شناسی گیاهان غیر علوفه ای منطقه دلی کما (دره‌ای کوهستانی در زاگرس مرکزی). *علوم اجتماعی*، ۲۱ (۶۷)، ۱۵۳-۲۰۵.
- رضایی، مهدیه؛ صفرنژاد، عباس؛ عرب، مصطفی؛ علمداری، سیده لیلا؛ و دلیر، مرضیه (۱۳۹۵). بررسی تنوع مورفولوژیکی و میزان اسانس چند گونه آویشن (*Thymus* sp.) بومی ایران. *علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۳۰ (۳)، ۳۸۳-۳۹۴.
- زارع زاده، عباس؛ میرزا، مهدی؛ شریفی عاشورآبادی، ابراهیم؛ میرحسینی، علی؛ و عرب‌زاده، محمدرضا (۱۳۹۲). ارزیابی کمی و کیفی اسانس اکسشن‌های مختلف آویشن کرک آلود (*Thymus pubescens*) در استان یزد. *اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ۱ (۳)، ۳۵-۴۳.
- صابر آملی، سیروس؛ نوروزی، شعبانعلی؛ شکرچیان، ارسلان؛ اکبرزاده، محمد؛ و کدوری، محمدرضا (۱۳۸۶). شناسایی و بررسی خصوصیات اکولوژیک گونه‌های اسان‌دار تیره نعنا در استان کرمان. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۲۳ (۴)، ۵۳۲-۵۴۳.
- صیادیان سی سخت، مریم (۱۴۰۰). مطالعه اتنوبوتانی و اثرات گیاهان دارویی شهری سخت در درمان بیماری‌های تنفسی. *همایش ملی فرآورده‌های طبیعی موثر بر عفونت‌های تنفسی*. دانشگاه اصفهان.
- عسگری، فاطمه؛ سفیدکن، فاطمه؛ و رضایی، محمدباقر (۱۳۸۱). بررسی تغییرات کیفی و کمی اسانس *Thymus pubescens* Boiss. et Kotschy ex Celark در چند نقطه رویشی دره لار. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۱۲ (۱)، ۸۷-۱۲۷.
- فکری قمی، سمیه؛ سفیدکن، فاطمه؛ و صالحی شانجانی، پروین (۱۳۹۷). بررسی تنوع صفات مورفولوژیک و اسانس جمعیت‌های مختلف *Achillea wilhelmsii* C. Koch. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۳۴ (۴)، ۵۷۹-۵۹۳.
- قاسمی دهکردی، نصراله؛ قنادیان، مصطفی؛ قائم مقامی، لی لی؛ و سعیدی‌فر، سجاد (۱۳۹۴). جمع‌آوری، شناسایی و بررسی مصارف سنتی منتخبی از گیاهان منطقه گردنه رخ در استان چهارمحال بختیاری. *طب سنتی اسلام و ایران*، ۶ (۱)، ۸۰-۸۸.
- گربوانی، گل‌محمد؛ شریفی عاشورآبادی، ابراهیم؛ صفری، صفر؛ و میرزا، مهدی (۱۳۹۳). ارزیابی اثر کشت و اهلی‌سازی و مراحل برداشت بر رشد و مواد مؤثره دو گونه از جنس آویشن (*Thymus* L.) در استان خراسان شمالی. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۳۰ (۳)، ۴۴۵-۴۵۲.
- موسوی، سید احمد؛ و قهرمانی نژاد، فرخ (۱۴۰۱). معرفی جمعیت‌های پرمحصول گونه‌های بومی سرده آویشن در ایران. *تاکسونومی و بیوسستماتیک*، ۱۴ (۵۲)، ۷۱-۸۸.
- مهرنیا، محمد؛ و حسینی، زهرا (۱۳۹۹). مطالعه اتنوبوتانی گیاهان دارویی بومی منطقه اشتر (لرستان). *طب سنتی اسلام و ایران*، ۱۱ (۱)، ۸۱-۱۱۲.
- نجف زاده، رقیه؛ رشیدی، زینب؛ شکری، بهروز؛ و عبدی، حسین (۱۳۹۸). بررسی تنوع مورفولوژیکی، اکولوژیکی و درصد اسانس جمعیت‌های مختلف چند گونه آویشن (*Thymus* spp.) مناطق شمال غرب و غرب ایران. *تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران*، ۲۷ (۲)، ۲۹۱-۳۰۶.
- هادیان، جواد؛ کریمی، احسان؛ شوریایی، مرضیه؛ نجفی، فرزاد؛ و کنعانی، محمدرضا (۱۳۹۵). بررسی تنوع مورفولوژیکی و تحلیل مسیر بازده اسانس در جمعیت‌های آویشن دناهی (*Thymus daenensis* Celak.). *فناوری تولیدات گیاهی*، ۸ (۱)، ۴۱-۵۶.

References

- Adams, R. P. (2007). *Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry* (Vol. 456, pp. 544-545). Carol Stream: Allured Publishing Corporation.
- Aflakian, S., Zeinali, H., Maddah Arefy, H., Enteshary, S., & Kaveh, S. (2012). Study of yield and yield components in 11 ecotype of *Thymus daenensis* Celak. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 28(2), 187-197. (in Persian)
- Akbarinia, A., Sharifi Ashoorabadi, E., & Mirza, M. A. H. D. I. (2010). Study on drug yield and essential oil content and composition of *Thymus daenensis* Celak. under cultivated condition. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 26(2), 205-212. (in Persian)
- Akbulut, S., & Zengin, Z. (2023). Ethnobotanical survey of wild plants used in Gümüşhane province (Turkey). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 22(2), 237-254. <https://doi.org/10.37360/blacpma.23.22.2.18>
- Asghari, B., Habibzadeh, F., & Ghorbani Nohooji, M. (2019). Persian Thyme (*Thymus persicus*): a plant containing active metabolites with antioxidant, anti-diabetic and anti-Alzheimer effects. *Journal of Medicinal Plants*, 18(70), 97-109. (in Persian)
- Askari, F., Sefidkon, F., & Rezaee, M. B. (2002). Essential oil of *Thymus pubescens* Boiss. et Kotschy ex Celak from different locality of Lar valley. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 12(1), 87-127. (in Persian)
- British pharmacopoeia. (1993). London, H.M.S.O., 1, 679-681.
- Delfan, E. D., Khodayari, H., & Azizi, Kh. (2020). Ethnobotany of native medicinal plants in Zagheh and Biranshahr districts, Lorestan Province, Iran. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 7(4), 64-82. (in Persian)
- Dif Rakhsh, M., Barani, H., & Poorrezaee, J. (2015). Ethnobotany of nonforage plants of Deli kama region (Mountainous Valley in Central Zagros). *Social Sciences*, 21(67), 153-205. (in Persian)
- Dini, S., Chen, Q., Fatemi, F., & Asri, Y. (2022). Phytochemical and biological activities of some Iranian medicinal plants. *Pharmaceutical Biology*, 60(1), 664-689. <https://doi.org/10.1080/13880209.2022.2046112>
- Elahian, F., Garshasbi, M., Mehri Asiabar, Z., Gholamian Dehkordi, N., Yazdinezhad, A., & Mirzaei, S. A. (2021). Ecotypic variations affected the biological effectiveness of *Thymus daenensis* Celak essential oil. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2021/6686558>
- Emami Bistgani, Z., & Sefidkon, F. (2019). Review on ethnobotany, phytochemical, molecular and pharmacological activity of *Thymus daenensis* Celak. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 22, 101400. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101400>
- Emami Bistgani, Z., Mamedov, N., & Lotfy Ashour, M. (2022). Genus *Thymus* in Iran—Ethnobotany, Phytochemical, Molecular, and Pharmacological Features. In *Biodiversity, Conservation and Sustainability in Asia: Volume 2: Prospects and Challenges in South and Middle Asia* (pp. 817-848). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73943-0_45
- Fekri Qomi, S., Sefidkon, F., & Salehi Shanjani, P. (2018). Study of morphological characteristics and essential oil of different populations of *Achillea wilhelmsii* C. Koch. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 34(4), 579-593. (in Persian)
- Garivani, G. M., Sharifiashoorabadi, E., Safari, S., & Mirza, M. (2014). Assessment of domestication and harvesting time on growth and concentrations of active ingredients of two thyme (*Thymus* L.) species in North Khorasan province of Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(3), 445-452. (in Persian)
- Ghasemi Pirbalouti, A., Malekpoor, F., & Hamed, B. (2012). Ethnobotany and antimicrobial activity of medicinal plants of Bakhtiari Zagross mountains, Iran. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(5), 675-679. <https://doi.org/10.5897/JMPR11.930>
- Ghasemi Pirbalouti, A., Emami Bistghani, Z., & Malekpoor, F. (2015). An overview on genus *Thymus*. *Journal of Medicinal Herbs*, 6(2), 93-100.
- Ghasemi Pirbalouti, A., Hashemi, M., & Ghahfarokhi, F. T. (2013). Essential oil and chemical compositions of wild and cultivated *Thymus daenensis* Celak and *Thymus vulgaris* L. *Industrial Crops and Products*, 48, 43-48.

- Ghassemi Dehkordi, N., Ghanadian, M., & Saeedifar, S. (2015). Collection, identification, and evaluation of the traditional applications of some plants of the Gardaneh Rokh in Charmahal & Bakhtiari province. *Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine*, 6(1), 80-88. (in Persian)
- Hadian, J., Bigdeloo, M., Nazeri, V., & Khadivi-Khub, A. (2014). Assessment of genetic and chemical variability in *Thymus caramanicus*. *Molecular Biology Reports*, 41, 3201-3210. <https://doi.org/10.1007/s11033-014-3180-z>
- Hadian, J., Karimi, E., Shouryabi, M., Najafi, F., & Kanani, M. R. (2016). Evaluation of morphological variation and path coefficient analysis of oil content of *Thymus daenensis* celak populations. *Plant Production Technology*, 8(1), 41-56. (in Persian)
- Hassanpouraghdam, M. B., Ghorbani, H., Esmaeilpour, M., Alford, M. H., Strzemeski, M., & Dresler, S. (2022). Diversity and distribution patterns of endemic medicinal and aromatic plants of Iran: implications for conservation and habitat management. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1552. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031552>
- Heydari, A., Hadian, J., Esmaeili, H., Kanani, M. R., Mirjalili, M. H., & Sarkhosh, A. (2019). Introduction of *Thymus daenensis* into cultivation: Analysis of agro-morphological, phytochemical and genetic diversity of cultivated clones. *Industrial Crops and Products*, 131, 14-24. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.01.033>
- Jahantab, E., Hatami, E., Sayadian, M., & Salahi Ardakani, A. (2018). Ethnobotanical study of medicinal plants of Boyer Ahmad and Dena regions in Kohgiluyeh and Boyer Ahmad province, Iran. *Advanced Herbal Medicine*, 4(4), 12-22.
- Jahantab, E., Hatami, E., Sayadian, M., & Salahi Ardakani, A. (2018). Ethnobotanical study of medicinal plants of Boyer Ahmad and Dena regions in Kohgiluyeh and Boyer Ahmad province, Iran. *Advanced Herbal Medicine*, 4(4), 12-22.
- Jamzad, Z. (2012). *Flora of Iran*, Vol. 76. Lamiaceae. *Research Institut of Forests and Rangeland Tehran*. (in Persian)
- Khorshidi, J., Shokrpour, M., & Nazeri, V. (2020). Assessment of morphological diversity among different populations of *Thymus daenensis* Celak. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 33(3), 554-566. (in Persian)
- Li, X., He, T., Wang, X., Shen, M., Yan, X., Fan, S., Wang, L., Wang, X., Xu, X., Sui, H., & She, G. (2019). Traditional uses, chemical constituents and biological activities of plants from the genus *Thymus*. *Chemistry & Biodiversity*, 16(9), e1900254. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201900254>
- Mehrnia, M., & Hosseini, Z. (2020). Ethnobotanical study of native medicinal plants of Aleshtar region (Lorestan). *Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine*, 11(1), 81-112. (in Persian)
- Mestanza-Ramón, C., Henkanaththegedara, S. M., Vásconez Duchicela, P., Vargas Tierras, Y., Sánchez Capa, M., Constante Mejía, D., Jimenez Gutierrez, M., Charco Guamán, M., & Mestanza Ramón, P. (2020). In-situ and ex-situ biodiversity conservation in ecuador: A review of policies, actions and challenges. *Diversity*, 12(8), 315. <https://doi.org/10.3390/d12080315>
- Mofokeng, M. M., Du Plooy, C. P., Araya, H. T., Amoo, S. O., Mokgehle, S. N., Pofu, K. M., & Mashela, P. W. (2022). Medicinal plant cultivation for sustainable use and commercialisation of high-value crops. *South African Journal of Science*, 118(7-8), 1-7.
- Mojab, F., & Nickavar, B. (2006). Composition of the essential oils from three species from Labiatae from Iran. *Planta Medica*, 72(11), 242. <https://doi.org/10.1055/s-2006-950042>
- Mousavi, S. A., & Ghahremaninejad, F. (2022). Introducing high-yielding populations of native species of the genus *Thymus* in Iran. *Taxonomy and Biosystematics*, 14(52), 71-88. (in Persian)
- Najafzadeh, R., Rashidi, Z., Shokri, B., & Abdi, H. (2020). Investigation of morphological and ecological and essential oil content variation of some populations of thyme species (*Thymus* spp.) in the northwest and west of Iran. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 27(2), 291-306. (in Persian)
- Najar, B., Pistelli, L., Ferri, B., Angelini, L. G., & Tavarini, S. (2021). Crop yield and essential oil composition of two *Thymus vulgaris* chemotypes along three years of organic cultivation in a hilly area of central Italy. *Molecules*, 26(16), 5109. <https://doi.org/10.3390/molecules26165109>
- Nejad Ebrahimi, S., Hadian, J., Mirjalili, M. H., Sonboli, A., & Yousefzadi, M. (2008). Essential oil composition and antibacterial activity of *Thymus caramanicus* at different phenological stages. *Food Chemistry*, 110(4), 927-931. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.083>

- Nickavar, B., Mojab, F., & Dolat-Abadi, R. (2005). Analysis of the essential oils of two *Thymus* species from Iran. *Food Chemistry*, 90(4), 609-611. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.020>
- Parvizparashkoh, S., Mohammadi, A., & Mousavi, S. A. (2014). Study of morphologic diversity of 24 *Thymus* ecotypes. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 21(2), 329-342. (in Persian)
- Pei, S., Alan, H., & Wang, Y. (2020). Vital roles for ethnobotany in conservation and sustainable development. *Plant Diversity*, 42(6), 399-400. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2020.12.001>
- Rajaei, P., & Mohamadi, N. 2012. Ethnobotanical study of medicinal plants of Hezar mountain allocated in south east of Iran. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 11(4), 1153.
- Rechinger, Kh. (1982). *Flora Iranica. Graz-Austria: Akademik Druck-u Verlagsanstalt*, 150, 292-313.
- Rezaei, M., Safarnejad, A., Arab, M., Alamdari, S. B. L., & Dalir, M. 2016. Investigation of morphologic variation and essence value in several thyme native species (*Thymus* sp) of Iran. *Journal of Horticultural Science*, 30(3), 383-394. (in Persian)
- Saber Amoli, S., Nowroozi, S., Shekarchian, A., Akbarzadeh, M., & Kodoori, M. (2007). Identification and study of ecological characteristics of Lamiaceae species in Kerman province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(4), 532-543. (in Persian)
- Sayadian Sisakh, M. (2022). Study of ethnobotany and the effects of medicinal plants in treatment of respiratory diseases in Sisakht city. *National Conference on Natural Products Affecting Respiratory Infections*, Isfahan: University of Isfahan. (in Persian)
- Sefidkon, F., Askari, F., & Ghorbanli, M. (2002a). Essential oil composition of *Thymus pubescens* Boiss. et Kotschy ex Celak from Iran. *Journal of Essential Oil Research*, 14(2), 116-117. <https://doi.org/10.1080/10412905.2002.9699789>
- Sefidkon, F., Dabiri, M., & Mirmostafa, S. A. (2002b). The essential oil of *Thymus persicus* (Ronniger ex Rech. f.) Jalas from Iran. *Journal of Essential Oil Research*, 14(5), 351-352. <https://doi.org/10.1080/10412905.2002.9699880>
- Tohidi, B., Rahimmalek, M., & Arzani, A. (2021). Variation in phytochemical, morphological, and ploidy levels of Iranian *Thymus* species. *Chemistry & Biodiversity*, 18(2), e2000911. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202000911>
- Zarezadeh, A., Mirza, M., Sharifi, A. E., Mirhosseini, A., & Arabzadeh, M. (2013). Survey on quality and quantity of essential oil different accessions of *Thymus pubescens* in Province Yazd. *Eco-phytochemical Journal of Medical Plants*, 3(3), 35-43. (in Persian)