



Comparison of Some Morpho-phytochemical Traits of Two Cultivated and Wildling Kakuti Species in Razavi, North, and South Khorasan Provinces

Zeinab Alipoor¹ | Khodayar Hemmati^{2✉} | Khalil Zeinalineghad³ |
Mohammad Kheyrikhah⁴

1. Department of Horticulture, Faculty of Plant Production, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Gorgan, Iran. E-mail: zeinab.alipoor_s95@gau.ac.ir
2. Corresponding author, Department of Horticulture, Faculty of Plant Production, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Gorgan, Iran. E-mail: kh_hemmati@gau.ac.ir
3. Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of plant production, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Gorgan, Iran. E-mail: zaynalinezhad@gau.ac.ir
4. Department of Production Genetics, Faculty of Agriculture, Bojnord University, Bojnord ,Iran. E-mail: khairkhah_m@um.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 21 June 2023
Received in revised form
12 February 2024
Accepted 13 February 2024
Published online 12 June 2024

Keywords:

Essential oil
Kakuti
Number of flowers
Phenol
Pulegone

ABSTRACT

Objective: Comparison of the morphological and phytochemical characteristics of annual and perennial wild and cultivated Kakuti in Razavi, North and South Khorasan provinces.

Methods: In this study, annual (*Ziziphora tenuior*) and perennial (*Ziziphora clinopodioides*) Kakuti were studied in six regions in Razavi, North and South Khorasan province in 2021. Plant samples were collected from each region and planted in pots. The experimental design used in this experiment was a nested design with four replications. In addition, by going back to the places where plants were collected in the target areas, all the morphological and phytochemical traits were measured for the wild plants.

Results: The results demonstrated that the highest percentage of essential oil in annual and perennial kakuti belonged to Qain (0.75%) and Quchan (2.29%), respectively. Also, the percentage of pulegone in the annual kakuti in Bardaskan was higher than that of the other studied cities (77.58%). The highest alpha-pinene (0.42%) and sabinene (1.31%) percentage of annual kakuti belonged to Bojnord, while the alpha-pinene and sabinene of the perennial kakuti in Quchan (0.89%) and Bojnord (1.23%) was higher than that of the other cities.

Conclusion: The amount of phenol, flavonoid and antioxidant activity in the annual and perennial kakutis under natural conditions and in Sarayan were higher than the other treatments. The annual and perennial kakutis belonging to Bojnord had higher wet and dry yields than the other ecotypes, while the kakuti belonging to Sarayan had superior phytochemical characteristics.

Cite this article: Alipoor, Z., Hemmati, Kh., Zeinalineghad, Kh., & Kheyrikhah, M. (2024). Comparison of Some Morpho-phytochemical Traits of Two Cultivated and Wildling Kakuti Species in Razavi, North, and South Khorasan Provinces. *Journal of Crops Improvement*, 26 (2), 363-387. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2024.360938.2828>



مقایسه برخی صفات مورفوفیتوشیمیایی دو گونه کاکوتی کشت شده و خودرو در استان‌های خراسان رضوی، شمالی و جنوبی

زینب علی‌پور^۱ | خدایار همتی^۲ | خلیل زینلی‌نژاد^۳ | محمد خیرخواه^۴

۱. گروه باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران. رایانامه: zeinab.alipoor_s95@gau.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران. رایانامه: kh_hemmati@gau.ac.ir
۳. گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران. رایانامه: zaynalinezhad@gau.ac.ir
۴. گروه تولید ژنتیک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران. رایانامه: khairkhah-m@um.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	هدف: مقایسه صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی کاکوتی یکساله و چندساله خودرو و کشت شده در استان‌های خراسان رضوی، شمالی و جنوبی.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۳۱	روش پژوهش: در این مطالعه کاکوتی یکساله (<i>Ziziphora tinuor</i>) و چندساله (<i>Ziziphora clinopodioides</i>) هر کدام در شش منطقه در استان‌های خراسان رضوی، شمالی و جنوبی در سال ۱۴۰۰ مورد مطالعه قرار گرفت. از هر منطقه نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده و به صورت گلدانی کشت شدند. طرح آزمایش به صورت ترتیبی در چهار تکرار بود. در مرحله گلدهی نمونه‌گیری انجام و صفات فیتوشیمیایی و مورفولوژیکی اندازه‌گیری شدند. علاوه بر این با مراجعه مجدد به مکان‌های جمع‌آوری بوته‌ها، تمامی صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی برای بوته‌های خودرو اندازه‌گیری شد.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۲۳	یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیش‌ترین درصد اسانس موجود در کاکوتی یکساله و چندساله به ترتیب متعلق به قاین (۰/۷۵ درصد) و قوچان (۲/۲۹ درصد) بود. هم‌چنین درصد پولگون موجود در اسانس گیاه کاکوتی یکساله در بردسکن بیش‌تر از سایر شهرستان‌های مورد مطالعه بود (۷۷/۵۸ درصد). بیش‌ترین درصد آلفاپینن و سابینن اسانس کاکوتی یکساله به ترتیب میزان ۰/۴۲ درصد و ۱/۳۱ درصد متعلق به بجنورد بود، در حالی که درصد آلفاپینن و سابینن کاکوتی چندساله در قوچان (۰/۸۹ درصد) و بجنورد (۱/۲۳ درصد) بیش‌تر از سایر شهرستان‌ها بود.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۴	نتیجه‌گیری: میزان فنل، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدان در کاکوتی یکساله در شرایط طبیعی و در شهرستان سرایان بیش‌تر از سایر تیمارها بود. کاکوتی یکساله و چندساله متعلق به بجنورد دارای عملکرد تر و خشک بیش‌تری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها بودند در حالی که کاکوتی متعلق به منطقه سرایان از نظر خصوصیات فیتوشیمیایی نسبت به سایر نمونه‌ها برتری داشتند.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۲/۲۳	کلیدواژه‌ها: اسانس پولگون تعداد گل فنل کاکوتی

استناد: علی‌پور، زینب؛ همتی، خدایار؛ زینلی‌نژاد، خلیل و خیرخواه، محمد (۱۴۰۳). مقایسه برخی صفات مورفوفیتوشیمیایی دو گونه کاکوتی کشت شده و خودرو در استان‌های خراسان رضوی، شمالی و جنوبی. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۶ (۲)، ۳۶۳-۳۸۷.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2024.360938.2828>



۱. مقدمه

امروزه با وجود پیشرفت های اساسی که در زمینه تولید دارو به ویژه ساخت داروهای شیمیایی به دست آمده است، همچنان ۸۰ درصد از مردم دنیا مخصوص در کشورهای در حال توسعه از گیاهان دارویی به عنوان منبع اصلی درمان بیماری ها استفاده می کنند. عوارض جانبی کم، سهل الوصول بودن، طبیعی بودن، سازگاری بهتر و بیش تر با بدن از قبیل دلایل اشتیاق جوامع به گیاهان دارویی می باشد (امیدی و فرزین، ۱۳۹۱).

گیاه کاکوتی از جنس *Ziziphora* گیاه علفی، یکساله یا چندساله، با قاعده چوبی، معطر، راست و افراشته و یا خیزان هستند. جنس زیزیفورا حدود ۲۵ تا ۳۰ گونه دارد که تنها چهار گونه از این جنس در ایران شناسایی شده است که شامل کاکوتی کوهی یا آویشن برگ باریک یا کاکوتی چندساله^۱، کاکوتی یکساله^۲، کاکوتی ایرانی^۳ و کاکوتی سرسان^۴ می باشد (بخشی خانیکی و همکاران، ۱۳۸۹؛ جمزاده، ۱۳۸۸). در طب سنتی ایران، از گونه های مختلف آن به عنوان مسکن، ضد نفخ و رفع دل درد استفاده می شود (صالحی^۵ و همکاران، ۲۰۰۵). گزارش شده است که این گیاه اختلالات قلبی، افسردگی، اسهال، سرفه، میگرن و تب را رفع می کند (بیک محمدی^۶، ۲۰۱۹). گزارش ها نشان داده است که گیاه کاکوتی کوهی غنی از ترکیبات پلی فنلی، فلاونوئیدی و اسیدهای آمینه آزاد کل است که ترکیبات فلاونوئیدی آن خاصیت آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد سرطانی نشان دادند (آلپ^۷ و همکاران، ۲۰۱۶). کاکوتی کوهی اثر ضد میکروبی علیه انواعی از باکتری های گرم مثبت و گرم منفی داشته که این نتیجه گیری می تواند در طب سنتی، صنایع غذایی و کاربردهای جدید استفاده شود. هم چنین بخشی از ویژگی های ضد درد گیاه کاکوتی، با تزریق عصاره هیدروالکلی آن روی موش های آزمایشگاهی با آزمون راتیسینگ تأیید شده که مصداق استفاده مرسوم از گیاه در درمان درد بوده است (چیت ساز و همکاران، ۱۳۸۶).

از آنجایی که استفاده از گیاه کاکوتی کوهی در طب سنتی و فرهنگ عمومی مردم استان خراسان به ویژه خراسان شمالی بسیار مرسوم است و این گیاه پراکنش و سازگاری بسیار فراوانی در اغلب رویشگاه های ایران دارد و با توجه به شرایط اقلیمی متنوع و وجود ذخایر ژنتیکی^۸ غنی از گیاه دارویی کاکوتی در ایران، لزوم گردآوری توده های بومی موجود برای نگهداری و ثبت صفات مهم زراعی آن ها ضروری به نظر می رسد و در این پژوهش افزون بر گردآوری و کاشت آن ها در شرایط یکسان، امکان زراعی کردن گیاه و بررسی ویژگی های مورفولوژیکی فیتوشیمیایی توده ها نیز فراهم شد.

۲. پیشینه پژوهش

عواملی چون درجه حرارت، میزان بارندگی، شدت نور و ارتفاع از سطح دریا که تعیین کننده اقلیم یک منطقه هستند، از جمله مهم ترین عوامل محیطی تأثیرگذار در تجمع ترکیبات مؤثره (متابولیت های ثانویه) در گیاهان می باشند (دیوی^۹ و آلبریگو^{۱۰}، ۱۹۹۴). هم چنین برداشت از طبیعت همراه با دیگر شرایط نامساعد محیطی منجر به فرسایش ژنتیکی گیاهان دارویی ارزشمند می شود. ایجاد کلکسیون و هم چنین بررسی توده ها برای شناسایی ژنوتیپ های برتر به منظور زراعی کردن و در کنار آن اصلاح و اهلی سازی آن امری ضروری است. گزارش هایی مبنی بر وجود همبستگی بالا بین منشأ جغرافیایی

1. *Ziziphora clinopodioides* Lam.

2. *Ziziphora tenuior* L.

3. *Ziziphora persica* Bunge

4. *Ziziphora capita*

5. Salehi

6. Beyk mohammadi

7. Alp

8. Germplasm

9. Davie

10. Albrigo

گیاهان و ترکیبات مؤثره گزارش شده است (برتوم^۱ و همکاران، ۲۰۰۷). نجفی و توکلی (۱۳۹۰) در بررسی اجزای اسانس گونه‌های کاکوتی در دو منطقه حصارک و ونارچ، گزارش کردند بین درصد پولگون در دو منطقه تفاوتی مشاهده نشد اما مقدار لیمونن در منطقه حصارک بیش‌تر از ونارچ بود. دهقان و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهش خود تحت عنوان بررسی تأثیر برخی از شرایط رویشگاهی روی کمیت و کیفیت اسانس کاکوتی یکساله در استان همدان بیان نمودند که بازده اسانس بین ۰/۳۷ تا یک درصد و میزان پولگون و ۱ و ۸ سینئول به‌عنوان اجزای اصلی اسانس در رویشگاه‌های مختلف، متفاوت بود. گزارش‌های دیگری نشان داده است که گیاه کاکوتی کوهی غنی از ترکیبات پلی‌فنلی، فلاونوئیدی و اسیدهای آمینه آزاد کل است که ترکیبات فلاونوئیدی آن خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و ضدسرطانی نشان دادند. چندین فلاونوئید چربی‌دوست فعالیت ضدباکتری بروز دادند اثرات ضدالتهابی فلاونوئیدهایی مثل آپیتین، لوتولین، دیاسمین، دیاسمتین آکلیکون و لینارین نیز گزارش شده است (آپ^۲ و همکاران، ۲۰۱۶).

۳. روش‌شناسی پژوهش

این مطالعه به‌منظور بررسی تنوع مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی توده‌های کاکوتی یکساله و چندساله استان‌های شمال شرق ایران صورت گرفت. بدین منظور، در فروردین سال ۱۴۰۰، چهار منطقه در هر یک از استان‌های خراسان‌رضوی، شمالی و جنوبی با استفاده از فلور ایرانیکا و اطلاعات محلی به‌عنوان رویشگاه‌های طبیعی شناسایی و از هر منطقه ۳۰ نمونه گیاهی جمع‌آوری شد. مشخصات و اطلاعات هواشناسی محل جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی در جدول (۱) نشان داده شده است. مناطق موردنظر در استان خراسان شمالی منطقه لنگر بجنورد و روستای توده شیروان برای جمع‌آوری هر دو گونه کاکوتی بود. در استان خراسان رضوی گردنه الله اکبر قوچان و نیشابور برای جمع‌آوری گونه‌های چندساله و کوهسرخ و بردسکن برای جمع‌آوری توده‌های یکساله و در استان خراسان جنوبی ارتفاعات بیرجند و سرایان برای گونه‌های چندساله و مناطق کوهپایه‌ای قائن و سرایان برای گونه‌های یکساله بود. بوته‌های جمع‌آوری‌شده در مزرعه‌ای واقع در شهرستان بردسکن به‌صورت گلدانی در قالب طرح ترتیبی در چهار تکرار کشت شدند. خاک مورد استفاده برای کشت بوته‌ها از نوع سیلتی لومی بوده و گلدن‌ها در طول فصل داشت با خشک‌شدن سطح خاک آبیاری شدند. در خردادماه و تیرماه سال ۱۴۰۰ با تکمیل رشد رویشی گیاه، بوته‌ها برداشت شده و پارامترهای مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی اندازه‌گیری شدند.

۳.۱. ارزیابی مورفولوژیکی

در این مطالعه صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، قطر تاج پوشش، گسترش طوقه، عملکرد وزن تر و خشک و تعداد گل‌آذین اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری بوته‌های چندساله با استفاده از روش ترانسکت و پلات اندازه‌گیری انجام شد. برای این منظور در رویشگاه موردنظر با استفاده از ترانسکتی به طول ۱۰۰ متر و کوادراتی با ابعاد ۱×۱ مترمربع در فواصل هشت متری در طول ترانسکت نمونه‌برداری انجام و برای ثبت مختصات و ارتفاع هر مکان از دستگاه GPS استفاده شد. در هر کوادرات ارتفاع بوته، قطر تاج پوش بوته، گسترش طوقه، عملکرد وزن تر و خشک ثبت شد. برداشت اندام هوایی از محل طوقه گیاه، از دو سانتی متری از سطح خاک پس از ۸۰ درصد گلدهی بوته انجام شد.

1. Bertome
2. Alp

جدول ۱. مشخصات محل و میانگین ۱۰ ساله اطلاعات هواشناسی محل جمع آوری نمونه های کاکوتی کوهی

نام شهر	ارتفاع از سطح دریا (متر)	بارش برف	بارندگی ۲۴ ساعته (میلی متر)	تأبش	دمای حداکثر (سانتی گراد)	دمای حداقل (سانتی گراد)	رطوبت نسبی (درصد)	بارندگی ۶ ساعته (میلی متر)	دما (درجه سانتی گراد)	سرعت باد (متر بر ثانیه)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
شیروان	۱۳۲۰	۱/۷۹	۰/۶۱	۶/۹۵	۲۱/۸۶	۵/۹۰	۲۷/۵۷	۰/۱۸	۱۳/۹۸	۲/۸۰	۵۷/۸۳۷۲	۳۷/۴۳۴۲
بجنورد	۱۳۱۲	۱۷/۰۴	۰/۶۲	۷/۸۷	۲۰/۸۵	۶/۸۰	۵۷/۵۸	۰/۱۶	۱۳/۲۵	۱/۹۹	۵۷/۳۰۳۳	۳۷/۴۸۷۲
کوهسرخ	۱۳۰۲	۰/۰۰	۰/۳۵	۹/۱۰	۲۰/۹۲	۷/۱۷	۳۸/۵۱	۰/۰۹	۱۴/۰۵	۲/۷۶	۵۸/۴۷۱۲	۳۵/۴۸۲۳
نیشابور	۱۲۱۳	۱۰/۷۹	۰/۶۱	۸/۴۵	۲۲/۱۹	۶/۱۲	۴۹/۴۱	۰/۱۵	۱۳/۷۰	۲/۰۴	۵۸/۸۱۲۴	۳۶/۲۶۶۷
قوچان	۱۲۹۵	۴/۹۰	۰/۹۲	۷/۷۶	۱۹/۷۰	۴/۵۴	۵۹/۹۱	۰/۲۳	۱۱/۶۶	۳/۵۰	۵۸/۴۵۱۲	۳۷/۱۱۶۷
بردسکن	۱۱۲۴	۲/۰۰	۰/۲۸	۱۱/۴۱	۲۶/۵۲	۱۴/۵۵	۳۲/۳۲	۰/۱۰	۲۰/۶۰	۳/۳۷	۵۷/۹۶۶۷	۳۵/۲۶۶۷
بیرجند	۱۴۰۵	۱/۰۷	۰/۳۶	۹/۴۶	۲۴/۸۰	۸/۲۰	۲۹/۶۲	۰/۰۹	۱۶/۴۷	۳/۶۹	۵۹/۲۸۳۱	۳۲/۸۹۰۶
قائن	۱۴۳۲	۱/۳۱	۰/۴۲	۹/۳۳	۲۳/۳۵	۷/۰۴	۴۰/۲۵	۰/۱۱	۱۵/۱۵	۱/۷۹	۵۹/۱۷۶۱	۳۳/۷۴۰۶
سرایان	۱۴۵۴	۲/۰۷	۰/۳۱	۹/۱۴	۲۵/۲۴	۱۱/۸۹	۲۹/۶۳	۰/۱۴	۱۹/۳۷	۳/۱۴	۵۸/۴۶۶۷	۳۳/۸۶۶۷

۲.۳. ارزیابی فیتوشیمیایی

در این مطالعه صفات فیتوشیمیایی شامل مقدار فلاونوئید، فنول، فعالیت آنتی اکسیدان، اسانس و اجزای اسانس (پولگون، آلفاپینن و ساینین) نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند. نمونه های جمع آوری شده در دمای اتاق و در شرایط سایه خشک شده و با آسیاب به صورت پودر در آمده و به مدت سه ساعت به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر (مدل فارماکوپه، ساخت کشور ایران) اسانس گیری شدند. اجزای اسانس با دستگاه GC/MS و اندازه گیری شد.

۱.۲.۳. مشخصات دستگاه GC

دستگاه فام نگار گازی شیمادزو (مدل 9A، ساخت کشور ژاپن) مجهز به ستون DB-5، به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۱ میلی متر به ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. سطح داخلی ستون با حالت ساکن از جنس فنیل دی متیل سیلوکسان^۱ (۵ درصد) پوشیده شده بود. برنامه ریزی گرمایی ستون از دمای اولیه ۶۰ درجه سانتی گراد آغاز و تا دمای نهایی اولیه ۲۱۰ درجه سانتی گراد ادامه یافت و در هر دقیقه ۳ درجه سانتی گراد به آن افزوده شد و توقف دما در دمای نهایی، به مدت ۸ دقیقه انجام شد. نوع آشکارساز FID و دمای آن در دمای ۲۸۰ درجه سانتی گراد بود. دمای محفظه تزریق ۲۸۰ درجه سانتی گراد بود. از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل با درجه خلوص ۹۹/۹ درصد استفاده شد که با سرعت ۳۲ سانتی متر بر ثانیه در طول ستون حرکت می کرد.

۲.۲.۳. مشخصات دستگاه GC/MS

دستگاه فام نگار گازی متصل به طیف سنج جرمی (مدل واریان ۳۴۰۰، ساخت کشور آمریکا) از نوع تله یونی مجهز به ستون DB-5 به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی متر و ضخامت الیه حالت ساکن ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. برنامه ریزی

گرمایی ستون همسان با برنامه‌ریزی ستون در دستگاه GC بوده است. دمای محفظه تزریق ۱۰ درجه سانتی‌گراد بیش از دمای نهایی ستون تنظیم شد. گاز حاصل هلیوم بود که با سرعت ۳۱/۵ سانتی‌متر بر ثانیه در طول ستون حرکت می‌کرد. زمان اسکن برابر یک ثانیه، انرژی یونیزه‌سازی (یونیزاسیون) ۷۰ الکترونولت و ناحیه جرمی از ۴۰ تا ۳۴۰ بوده است. به‌منظور تهیه عصاره، یک گرم از هر نمونه به ارلن ۵۰ میلی‌لیتری انتقال یافته و با متانول ۸۰ درصد به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس عصاره متانولی به‌مدت ۲۴ ساعت روی شیکر قرار گرفت و پس از ۲۴ ساعت عصاره از کاغذ صافی عبور داده شده و از آن برای اندازه‌گیری فنل، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها استفاده شد.

۳.۲.۳. اندازه‌گیری فنل کل

محتوای فنولیک با استفاده از معرف فولین سیوکالتیو اندازه‌گیری شد. بدین منظور به ۰/۵ میلی‌لیتر از هر عصاره (۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) ۲/۵ میلی‌لیتر واکنشگر فولین سیوکالتیو اضافه شده و پس از پنج دقیقه ۳۰۰ میلی‌لیتر میکرولیتر کربنات سدیم یک مولار به محلول افزوده و به‌مدت ۳۰ دقیقه در حمام بخار ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس جذب نمونه در طول موج ۷۶۰ نانومتر توسط اسپکتروفوتومتر در مقابل بلانک قرائت شد. اسید گالیک به‌عنوان استاندارد برای رسم منحنی کالیبراسیون به‌کار رفت (سینگلتون^۱ و همکاران، ۱۹۹۹).

۳.۲.۴. اندازه‌گیری فلاونوئید کل

میزان فلاونوئید با استفاده از معرف آلومینیوم کلرید اندازه‌گیری شد. به ۰/۵ میلی‌لیتر از هر عصاره متانولی (۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) ۱/۵ میلی‌لیتر متانول، ۰/۱ میلی‌لیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد، ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم ۱ مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. جذب مخلوط ۳۰ دقیقه بعد از نگهداری در تاریکی، در طول موج ۴۱۵ نانومتر در مقابل شاهد قرائت شد. کوئرستین به‌عنوان استاندارد برای رسم منحنی کالیبراسیون استفاده گردید (میکونن^۲ و همکاران، ۲۰۰۱).

۳.۲.۵. اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از معرف DPPH

ابتدا یک میلی‌لیتر از عصاره متانولی با یک میلی‌لیتر DPPH میلی‌مولار مخلوط شد. برای شاهد یک میلی‌لیتر متانول خالص به‌جای یک میلی‌لیتر عصاره متانولی قرار داده شد، بعد از ۳۰ دقیقه تاریکی، نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط اسپکتروفوتومتر قرائت شد (ابراهیم‌زاده^۳ و همکاران، ۲۰۰۱). بازدارندگی رادیکال‌های آزاد از طریق رابطه (۱) محاسبه گردید:

$$Ic50 \% = (A_{blank} - A_{sample}) / A_{blank}$$

که در این واکنش جذب واکنش شاهد (دارای تمام معرف‌ها به‌جز غلظت مشخص از اسانس موردنظر) A_{sample} و جذب نمونه می‌باشد. مقادیر IC50 بیانگر غلظتی از اسانس است که باعث ۵۰ درصد بازدارندگی فعالیت‌های اکسیداتیو می‌گردد.

۳.۳. تجزیه آماری

این آزمایش در قالب طرح ترتیبی با چهار تکرار اجرا شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۳) و

1. Singleton
2. Mikkonen
3. Ebrahimzadeh

برای مقایسه میانگین ها از آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD¹) در سطح احتمال یک درصد استفاده شده و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد. همبستگی بین صفات و تجزیه کلاستر نیز با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

۴. یافته های پژوهش

۴.۱. ارزیابی مورفولوژیکی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد کاکوتی یکساله نشان داد اثر تیمار مکان رویش بر صفات ارتفاع بوته، وزن خشک بوته و تعداد گل در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. هم چنین براساس این نتایج مشخص شد که اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر صفات ارتفاع بوته، وزن خشک بوته و تعداد گل در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲).

جدول ۲. تجزیه واریانس خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد کاکوتی یکساله

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر طوقه	قطر تاج پوشش	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	تعداد گل
مکان رویش	۵	۴۲/۲۷**	۰	۰/۰۰۸ ns	۸۱/۲۶ ns	۰/۰۲۱**	۷۶۵**
مکان × شرایط رویش	۶	۳/۴**	۰	۰/۰۰۹ ns	۸۳/۴۹ ns	۰/۰۰۰۴**	۸۰/۸**
ضریب تغییرات (درصد)	۳۶	۶	۰	۷/۱	۴/۱	۵/۲	۳/۹
خطا		۰/۳۳	۰	۰/۰۱۹	۸۴/۱	۰/۷۵	۳/۱۱

ns و ** به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی دار

نتایج تجزیه واریانس داده های آزمایش برای کاکوتی چندساله نیز نشان داد اثر تیمار مکان رویش بر صفات قطر طوقه و قطر تاج پوشش گیاهی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد. این در حالی بود که اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر صفات ارتفاع بوته، قطر تاج پوشش گیاهی، وزن تر بوته، وزن خشک بوته و تعداد گل در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود و فقط اثر این تیمار بر قطر طوقه معنی دار نبود (جدول ۳).

جدول ۳. تجزیه واریانس خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد کاکوتی چندساله

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر طوقه	قطر تاج پوشش	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	تعداد گل آذین
مکان رویش	۵	۷۹/۰۲	۴/۷۳*	۸۵/۲۹*	۶۳۹	۱۳۹/۵۴	۷۴/۴۸
مکان × شرایط رویش	۶	۲۵/۱**	۰/۹۷	۱۶/۴۶**	۲۲۹**	۴۹/۷۷**	۲۳/۸۳**
ضریب تغییرات	۳۶	۱۳/۱	۱۴/۷	۶/۱	۸/۸	۸/۱	۱۱/۸
خطا		۴/۵۷	۰/۹۸	۲/۹۷	۱۴/۳۹	۳/۵۱	۳/۲۳

ns و ** به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی دار

۴.۱.۱. ارتفاع بوته

براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل مکان رویش و شرایط رویش نشان داد که در هر شش شهرستانی که نمونه های کاکوتی یکساله جمع آوری شدند ارتفاع بوته کاکوتی یکساله رشد یافته در شرایط طبیعی بیش تر از کاکوتی یکساله کشت شده در مزرعه بود. براساس این نتایج مشخص گردید که بیش ترین میزان ارتفاع بوته (۱۳/۰۲ سانتی متر)

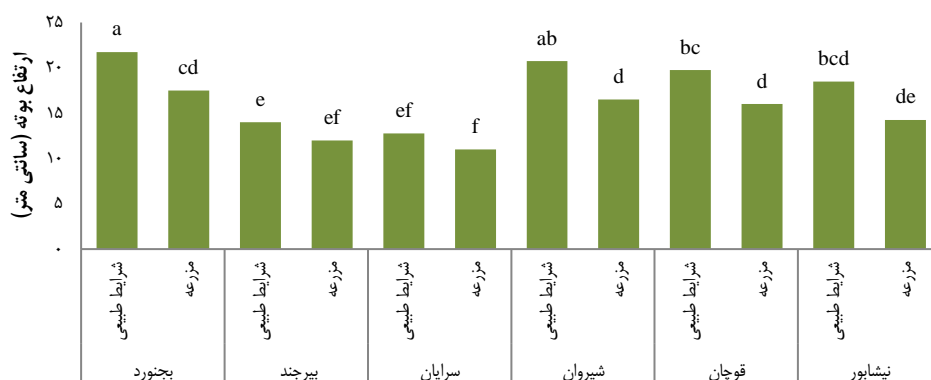
مربوط به کاکوتی یک‌ساله رشد یافته در شرایط طبیعی در شهرستان بجنورد بود و سپس کاکوتی یک‌ساله پرورش یافته در شرایط طبیعی در شهرستان شیروان دارای ارتفاع بوته بیش‌تری (۱۱/۸۲ سانتی‌متر) نسبت به سایر شهرستان‌ها بود. برای شرایط مزرعه نیز نتایج نشان داد که به‌ترتیب شهرستان‌های بجنورد و شیروان دارای کاکوتی‌هایی با ارتفاع بیش‌تری (به‌ترتیب ۱۱/۱۵ و ۱۰ سانتی‌متر) نسبت به سایر شهرستان‌های مورد مطالعه بودند. هم‌چنین بر طبق این نتایج مشخص شد که کاکوتی‌های یک‌ساله برداشت شده در شرایط طبیعی و کشت‌شده در مزرعه در شهرستان سرایان دارای کم‌ترین میزان ارتفاع بوته (به‌ترتیب ۶/۴۷ و ۵/۶۲ سانتی‌متر) بودند (شکل ۱).



شکل ۱. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر ارتفاع بوته کاکوتی یک‌ساله.

ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشند.

نتایج در مورد کاکوتی‌های چندساله نیز نشان داد از نظر ارتفاع بوته کاکوتی‌های چندساله رشد یافته در شرایط طبیعی و کشت‌شده در مزرعه در شهرستان بجنورد دارای ارتفاع بیش‌تری نسبت به کاکوتی‌های چندساله سایر شهرستان‌ها بودند (به‌ترتیب ۲۱/۷۵ و ۱۷/۵ سانتی‌متر). در هر شش شهرستان نیز ارتفاع بوته کاکوتی‌های چندساله رشد یافته در شرایط طبیعی بیش‌تر از کاکوتی‌های چندساله کشت‌شده در مزرعه بود. هم‌چنین این نتایج نشان داد که ارتفاع کاکوتی چندساله رشد یافته در شرایط طبیعی و کشت‌شده در مزرعه در شهرستان سرایان کم‌تر از سایر شهرستان‌ها مورد مطالعه بود و میزان ارتفاع بوته در این دو شهرستان به‌ترتیب ۱۲/۷۵ و ۱۱ سانتی‌متر بود (شکل ۲).

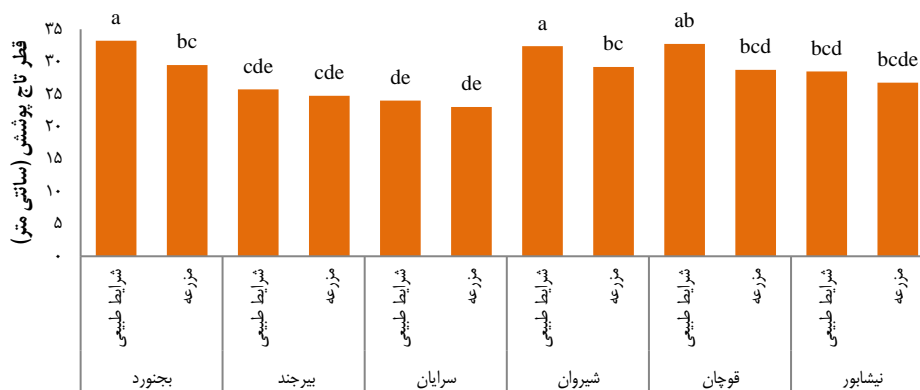


شکل ۲. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر ارتفاع کاکوتی چندساله

ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشند.

۲.۱.۴. قطر تاج پوشش

همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل دو تیمار نشان داد هر چند بین دو شهرستان شیروان و بجنورد از نظر قطر تاج پوشش کاکوتی چندساله رشدیافته در شرایط طبیعی و کشت شده در مزرعه اختلاف آماری معنی داری وجود نداشت اما شهرستان بجنورد از این نظر دارای برتری بود و قطر تاج پوشش گیاهی کاکوتی چندساله رشد یافته در شرایط طبیعی و کشت شده در مزرعه در این شهرستان به ترتیب ۳۳/۲۵ و ۲۹/۵ سانتی متر بود (شکل ۳).

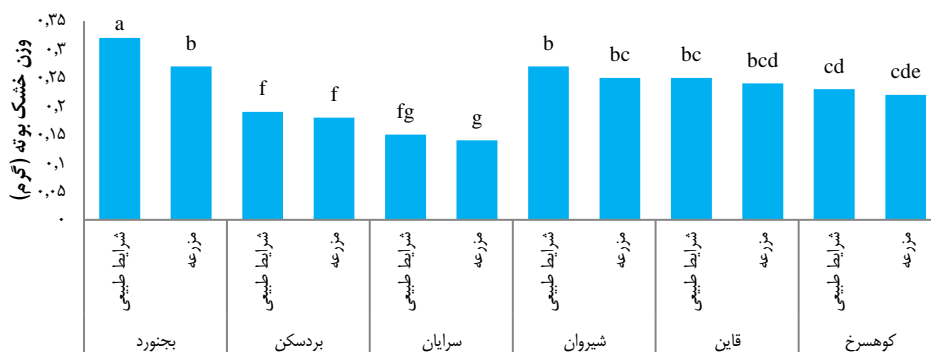


شکل ۳. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر قطر تاج پوشش کاکوتی چندساله ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی دار براساس آزمون دانکن می‌باشند.

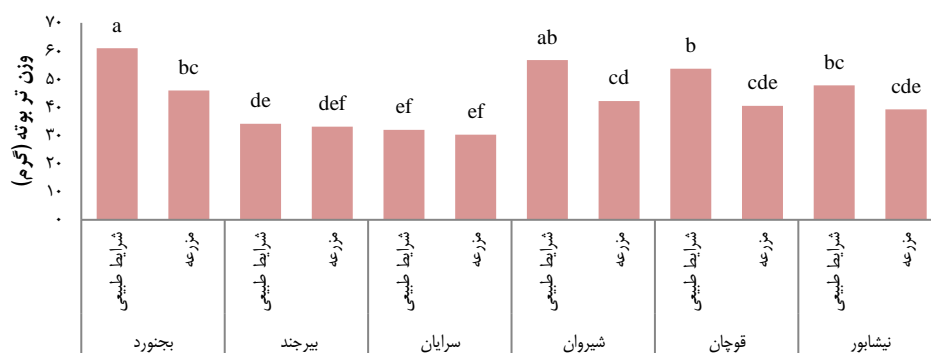
۳.۱.۴. وزن تر و خشک بوته

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد وزن تر و خشک بوته در کاکوتی تحت تأثیر متقابل مکان رویش و شرایط رویش قرار گرفتند، به طوری که کاکوتی یک و چند ساله رشد یافته در شرایط طبیعی از نظر وزن تر و خشک نسبت به کاکوتی یک و چند ساله کشت شده در مزرعه دارای برتری بود. براساس این نتایج مشخص شد که وزن خشک بوته کاکوتی یک‌ساله در همه شهرستان‌های مورد مطالعه در شرایط طبیعی بیش‌تر از شرایط مزرعه بود به طوری که در بین همه تیمارهای مورد مطالعه بیش‌ترین میزان وزن خشک بوته به میزان ۰/۳۲ گرم در کاکوتی یک‌ساله رشد یافته در شرایط طبیعی و در شهرستان بجنورد رقم خورد و از این نظر با سایر تیمارهای آزمایش دارای اختلاف آماری معنی دار بود. پس از بجنورد، شهرستان شیروان از نظر وزن خشک کاکوتی یک‌ساله دارای برتری بود و وزن خشک کاکوتی یک‌ساله رشد یافته در شرایط طبیعی و کشت شده در مزرعه در این شهرستان به ترتیب ۰/۲۷ و ۰/۲۵ گرم بود و این در حالی بود که کم‌ترین میزان وزن خشک کاکوتی یک‌ساله در شرایط طبیعی و مزرعه به ترتیب با مقادیر ۰/۱۵ و ۰/۱۴ گرم مربوط به شهرستان سرایان بود (شکل ۴).

نتایج در مورد وزن تر بوته کاکوتی چندساله نشان داد وزن تر این نوع از کاکوتی در شرایط رشد یافته در محیط طبیعی در همه شهرستان‌های مورد مطالعه بیش‌تر از وزن تر کاکوتی چندساله کشت شده در مزرعه بود. دو شهرستان بجنورد و شیروان نیز از نظر وزن تر دارای برتری بودند و بیش‌ترین میزان وزن تر کاکوتی چند ساله در شرایط رشد یافته در محیط طبیعی و کشت شده در مزرعه متعلق به شهرستان بجنورد بود و مقدار آن‌ها به ترتیب برابر با ۶۱ و ۴۶ گرم بود و اختلاف این دو نیز از نظر آماری معنی دار بود. کم‌ترین میزان وزن تر کاکوتی چندساله در شرایط طبیعی و مزرعه به ترتیب به میزان ۳۱/۹۵ و ۳۰/۲۵ گرم متعلق به شهرستان سرایان بود و این دو با هم از نظر آماری اختلاف معنی داری نداشتند (شکل ۵).

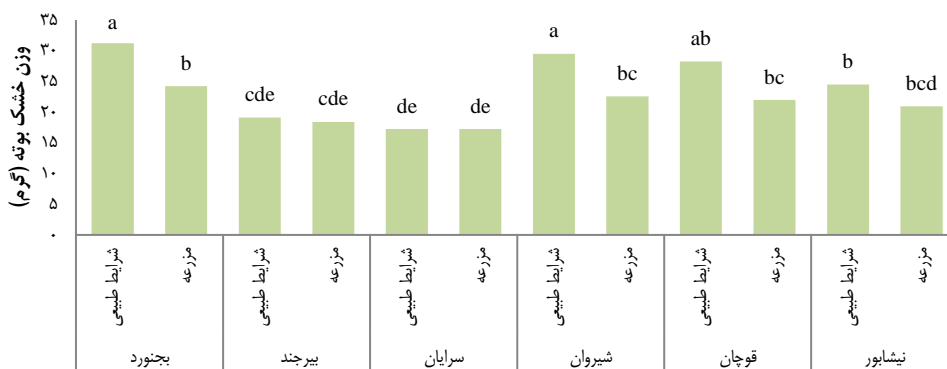


شکل ۴. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر وزن خشک بوته کاکوتی یکساله ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشند.



شکل ۵. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر وزن تر بوته کاکوتی چندساله ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشند.

نتایج مربوط به وزن خشک کاکوتی چندساله نیز نشان داد که روند تغییرات آن‌ها در شهرستان‌های مختلف مشابه با وزن تر آن‌ها بود به‌طوری‌که در همه شهرستان‌های مورد مطالعه وزن خشک کاکوتی چندساله در شرایط طبیعی بیش‌تر از شرایط مزرعه بود. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان وزن خشک کاکوتی چند ساله نیز به‌ترتیب به میزان ۳۱/۲۵ و ۱۷/۲۵ سانتی‌متر متعلق به کاکوتی چندساله رشد یافته در شرایط طبیعی در شهرستان بجنورد و کاکوتی چندساله کشت‌شده در مزرعه در شهرستان سرایان بود و اختلاف بین این دو نیز از نظر آماری معنی‌دار بود (شکل ۶).



شکل ۶. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر وزن خشک بوته کاکوتی چندساله ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشند.

۴.۱.۴. تعداد گل در بوته

براساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که تعداد گل در بوته کاکوتی یک ساله در دو شرایط رشد طبیعی و کشت در مزرعه در شهرستان بجنورد بیش تر از سایر شهرستان های مورد مطالعه بود و پس از این شهرستان نیز تعداد گل در کاکوتی یک ساله شهرستان شیروان بیش تر از سایر شهرستان ها بود. در همه شهرستان ها تعداد گل در بوته کاکوتی یک ساله در شرایط طبیعی بیش تر از شرایط کشت در مزرعه بود و در بین همه تیمارهای مورد مطالعه بیش ترین تعداد گل در بوته کاکوتی یک ساله به تعداد ۶۳/۷۵ گل در بوته متعلق به گیاه کاکوتی یک ساله در شرایط طبیعی شهرستان بجنورد بود، در حالی که کم ترین تعداد گل در بوته به تعداد ۳۱/۷۵ گل در بوته در کاکوتی یک ساله کشت شده در مزرعه و در شهرستان سرایان حاصل گردید (شکل ۷).

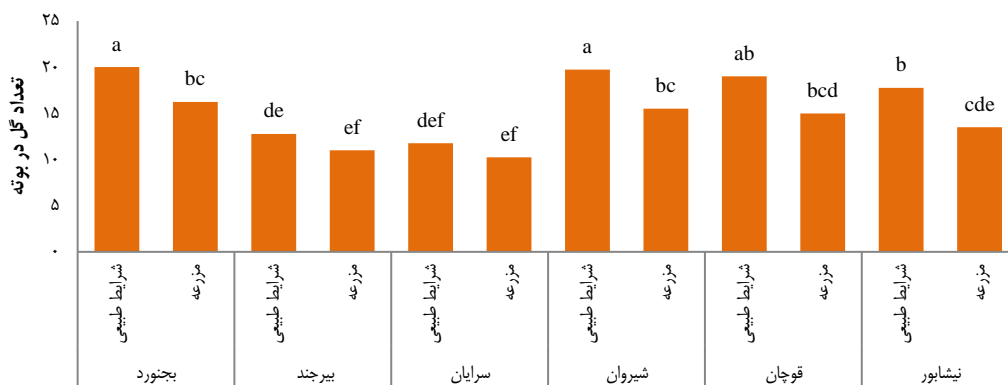


شکل ۷. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر تعداد گل در بوته کاکوتی یک ساله
ستون هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی دار براساس آزمون دانکن می باشند.

هم چنین نتایج در مورد کاکوتی چندساله نیز نشان داد در دو شرایط طبیعی و مزرعه تعداد گل در بوته در کاکوتی چندساله متعلق به شهرستان بجنورد بیش تر از سایر شهرستان های مورد مطالعه بود، هر چند که از این نظر با دو شهرستان شیروان و قوچان اختلاف آماری معنی داری نداشتند. در همه شهرستان های مورد مطالعه نیز تعداد گل در بوته در کاکوتی چندساله برداشت شده از شرایط طبیعی بیش تر از کاکوتی چندساله کشت شده در مزرعه بود. بر این اساس مشخص شد که بیش ترین و کم ترین تعداد گل در بوته در کاکوتی چندساله کشت شده در شرایط طبیعی به ترتیب به میزان ۲۰ و ۱۱/۷۵ گل در بوته در کاکوتی های چندساله شهرستان های بجنورد و سرایان به دست آمد. هم چنین نتایج نشان داد بیش ترین و کم ترین تعداد گل در بوته در کاکوتی چندساله کشت شده در مزرعه به ترتیب با تعداد ۱۶/۲۵ و ۱۰/۲۵ گل در بوته متعلق به کاکوتی های شهرستان بجنورد و سرایان بود (شکل ۸).

۴.۲. ارزیابی فیتوشیمیایی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های آزمایش در مورد ترکیبات اسانس گیاه کاکوتی یک ساله نشان داد اثر تیمار مکان رویش بر درصد اسانس، میزان پولگون، میزان آلفاپینن و سابینن در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید. هم چنین نتایج نشان داد اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر هیچ کدام از صفات مرتبط با اسانس گیاه کاکوتی یک ساله معنی دار نگردید. هم چنین براساس این نتایج مشخص شد که اثر متقابل مکان رویش و شرایط رویش بر میزان فلاونوئید در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید، اما بر میزان فنل و آنتی اکسیدان اثر معنی داری نداشت (جدول ۴).



شکل ۸. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر تعداد گل در بوته کاکوتی چندساله.

ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۴. تجزیه واریانس خصوصیات فیتوشیمیایی کاکوتی یک‌ساله

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد اسانس	درصد پولگون	درصد آلفاپینن	درصد ساینین	فنل	فلاونونوئید	آنتی‌اکسیدان
مکان رویش	۵	۰/۱۳**	۱۱۲۵**	۰/۱۱۲**	۱/۳۶**	۳۳۴**	۵/۰۳**	۳۶۹**
مکان × شرایط رویش	۶	۰/۰۰۰۳۱	۰/۹۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۵/۹۴	۰/۴۱**	۹/۵
ضریب تغییرات (درصد)	۳۶	۳	۴	۶/۳۵	۶/۲۳	۸/۹	۷/۱	۴/۵۳
خطا		۰/۰۰۰۳	۸/۵	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۱۲	۳/۵	۰/۱۰	۴/۰۷

ns و ** به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای کاکوتی چندساله نیز نشان داد اثر تیمار مکان رویش بر میزان پولگون اسانس در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید اما اثر آن بر میزان آلفاپینن و ساینین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، درحالی‌که اثر این تیمار بر درصد اسانس معنی‌دار نگردید. همچنین بر طبق نتایج مشخص گردید که اثر متقابل تیمار مکان رویش و شرایط رویش فقط بر درصد اسانس و میزان پولگون در سطح یک درصد معنی‌دار گردید و بر سایر صفات اثر معنی‌داری نداشت. اثر تیمار مکان رویش بر فنل، فلاونونوئید و آنتی‌اکسیدان کاکوتی چندساله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین براساس این نتایج مشخص شد که اثر متقابل مکان رویش و شرایط رویش بر فنل، فلاونونوئید و آنتی‌اکسیدان کاکوتی چندساله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵).

براساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون T مشخص گردید که بین درصد اسانس، درصد پولگون و درصد آلفاپینن موجود در گیاه کاکوتی چندساله و کاکوتی یکساله از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود داشت. همچنین نتایج نشان داد میزان فنل، فلاونونوئید و آنتی‌اکسیدان کاکوتی چندساله به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از کاکوتی یکساله بود (جدول ۶).

جدول ۵. تجزیه واریانس خصوصیات فیتوشیمیایی کاکوتی چندساله

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد اسانس	درصد پولگون	درصد آلفاپینن	درصد ساینین	فنل	فلاونونوئید	آنتی‌اکسیدان
مکان رویش	۵	۰/۵۲	۴۵۴*	۰/۴۷**	۱/۰۶**	۷۴۵۸**	۲۷۶۰**	۱۷۰۶**
مکان × شرایط رویش	۶	۲/۴۲**	۸۵/۴۸**	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۲۰۲**	۶۴/۹۸**	۱۵۰**
ضریب تغییرات (درصد)	۳۶	۵	۵/۸	۳/۹۷	۹/۶	۴/۵	۶/۸	۴/۶
خطا		۰/۰۵	۸/۰۹	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۴	۶/۶۵	۶/۰۲	۵/۲

ns و ** به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار

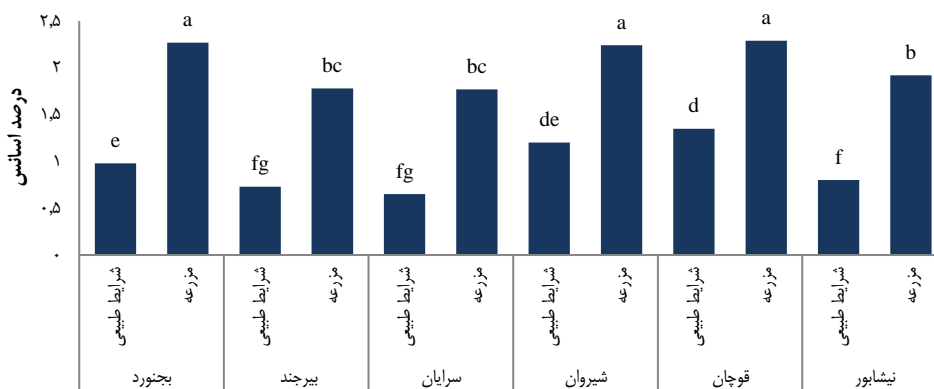
جدول ۶. مقایسه میانگین خصوصیات فیتوشیمیایی کاکوتی یکساله و چندساله با استفاده از آزمون T

کاکوتی	درصد اسانس	درصد پولگون	درصد آلفاپینن	درصد سابینن	فول (میلی گرم بر گرم)	فلاوونوئید (میلی گرم بر گرم)	آنتی اکسیدان (میکروگرم بر میلی لیتر)
چندساله	۱/۰±۵/۰۹ ^a	۴۸/۱±۹۵/۱۶ ^b	۰/۰±۶۲/۰۳ ^a	۰/۰±۷۱/۰۴ ^a	۵۶/۴±۳۳/۱۴ ^a	۳۶/۲±۱۷/۵۲ ^a	۴۹/۲±۳۸/۰۶ ^a
یک ساله	۰/۰±۵۷/۰۱ ^b	۶۶/۱±۳۶/۶۳ ^a	۰/۰±۲۵/۰۱ ^b	۰/۰±۵۷/۰۵ ^a	۲۰/۰±۹۳/۹ ^b	۴/۰±۴۶/۱۱ ^b	۴۴/۰±۵۲/۹۵ ^b

میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی دار براساس آزمون T می باشند.

۴.۲.۱. درصد اسانس

نتایج در مورد کاکوتی چندساله نشان داد اثر متقابل مکان رویش و شرایط رویش بر درصد اسانس کاکوتی چندساله معنی دار بود و بر این اساس مشخص شد که در هر شش شهرستان مورد مطالعه درصد اسانس کاکوتی چندساله کشت شده در شرایط مزرعه به طور معنی داری بیش تر از درصد اسانس کاکوتی رشد یافته در شرایط طبیعی بود. این نتایج نشان داد بیش ترین میزان اسانس کاکوتی چندساله به میزان ۲/۲۹ درصد متعلق به کاکوتی چندساله کشت شده در مزرعه در شهرستان قوچان بود و این شهرستان با شهرستان های بجنورد (۲/۲۷ درصد) و شیروان (۲/۲۴ درصد) از نظر آماری اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۹). براساس این نتایج مشخص شد که کم ترین میزان اسانس کاکوتی چندساله کشت شده در مزرعه متعلق به شهرستان سرايان (۱/۷۷ درصد) بود. همچنین نتایج نشان داد بیش ترین و کم ترین میزان اسانس کاکوتی چندساله رشد یافته در شرایط مزرعه به ترتیب به مقادیر ۱/۳۵ و ۰/۶۵ درصد متعلق به شهرستان های قوچان و سرايان بود (شکل ۹).

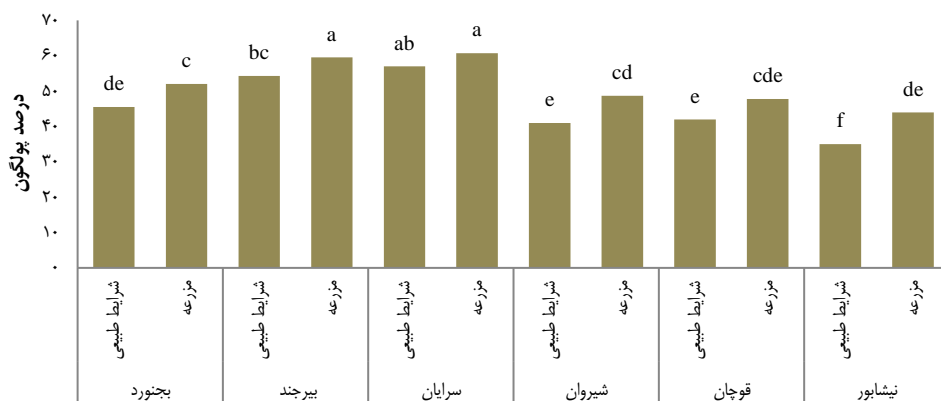


شکل ۹. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر درصد اسانس کاکوتی چندساله.

ستون هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی دار براساس آزمون دانکن می باشند.

۴.۲.۲. درصد پولگون

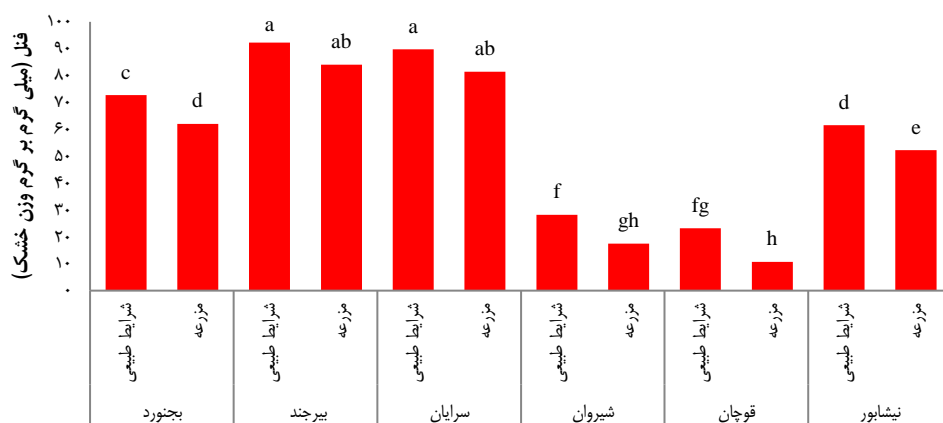
در مورد کاکوتی چندساله نیز نتایج نشان داد در همه شهرستان های مورد مطالعه درصد پولگون موجود در اسانس کاکوتی چندساله کشت شده در مزرعه بیش تر از کاکوتی رشد یافته در شرایط طبیعی بود. در بین شهرستان های مورد مطالعه بیش ترین درصد پولگون موجود در اسانس به میزان ۶۰/۷۵ درصد بیش تر از سایر تیمارها بود و کم ترین درصد پولگون به میزان ۳۵ درصد متعلق به کاکوتی چندساله رشد یافته در شرایط طبیعی شهرستان نیشابور بود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر درصد پولگون اسانس کاکوتی چندساله. ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشند.

۴.۲.۳. درصد فنل

نتایج مقایسه میانگین تیمارها در مورد میزان فنل کاکوتی چندساله نیز بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بین شهرستان‌های مورد مطالعه بود و میزان فنل در کاکوتی چندساله در همه شهرستان‌ها مورد مطالعه در شرایط طبیعی بیش‌تر از شرایط کشت‌شده در مزرعه بود. در بین تیمارهای مورد مطالعه بیش‌ترین میزان فنل به مقدار ۹۲/۲۵ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک متعلق به شهرستان بیرجند و در شرایط طبیعی بود. هم‌چنین نتایج نشان داد در مورد کاکوتی کشت‌شده در مزرعه نیز بیش‌ترین میزان فنل به مقدار ۸۴/۱۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک متعلق به شهرستان بیرجند بود. هم‌چنین برای هر دو شرایط طبیعی و مزرعه کم‌ترین میزان فنل کاکوتی چندساله به ترتیب به میزان ۲۳/۲۵ و ۱۰/۷۵ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک متعلق به شهرستان قوچان بود (شکل ۱۱).

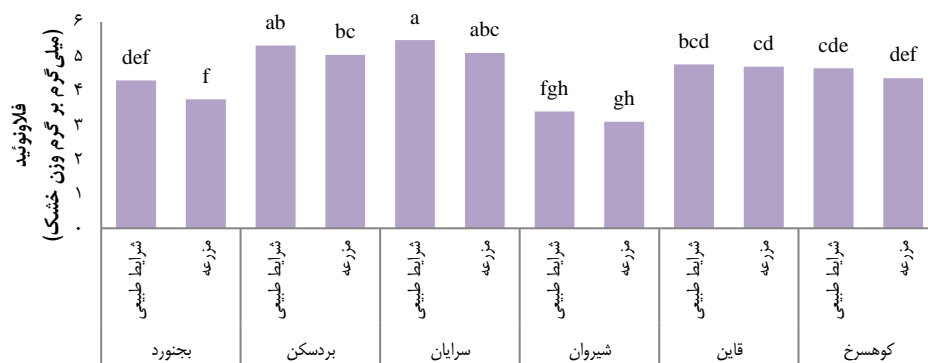


شکل ۱۱. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر میزان فنل کاکوتی چندساله. ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشند.

۴.۲.۴. درصد فلاونوئید

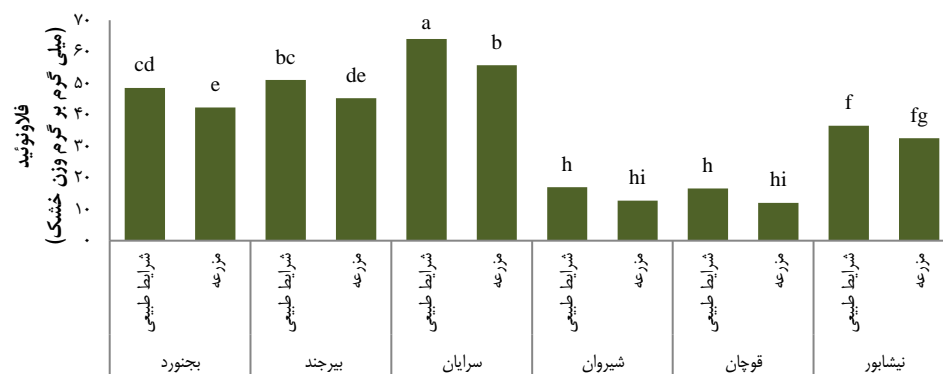
نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای آزمایش نشان داد میزان فلاونوئید کاکوتی یک‌ساله در شرایط

طبیعی بیش تر از شرایط مزرعه بود و در شرایط طبیعی و مزرعه بیش ترین میزان فلاونوئید به ترتیب به میزان ۵/۴۷ و ۵/۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک در شهرستان سرایان حاصل گردید. هم چنین نتایج نشان داد در بین همه تیمارهای آزمایش کم ترین میزان فلاونوئید کاکوتی یک ساله به میزان ۳/۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک متعلق به کاکوتی شهرستان شیروان بود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر میزان فلاونوئید کاکوتی یکساله. ستون هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی دار براساس آزمون دانکن می باشند.

نتایج در مورد کاکوتی چندساله نیز نشان داد میزان فلاونوئید کاکوتی چندساله در همه شهرستان های مورد مطالعه در شرایط طبیعی بیش تر از شرایط مزرعه بود. میزان فلاونوئید در کاکوتی چندساله در شرایط طبیعی و در شهرستان سرایان به میزان ۶۴ میلی گرم بر گرم وزن خشک بود که به طور معنی داری بیش تر از سایر شهرستان های مورد مطالعه بود. هم چنین نتایج نشان داد میزان فلاونوئید در کاکوتی چندساله کشت شده در شرایط مزرعه در شهرستان قوچان کم تر از سایر تیمارهای آزمایشی بود (۱۲ میلی گرم بر گرم وزن خشک) (شکل ۱۳).

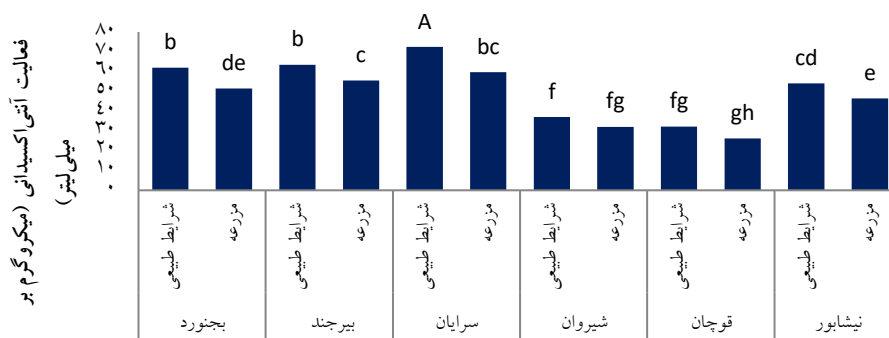


شکل ۱۳. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر میزان فلاونوئید کاکوتی چندساله. ستون هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی دار براساس آزمون دانکن می باشند.

۵.۲.۴. فعالیت آنتی اکسیدانی

براساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در همه شهرستان های مورد مطالعه در شرایط

طبیعی بیش‌تر از شرایط مزرعه بود. براساس این نتایج مشخص شد که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در کاکوتی چندساله شهرستان در شرایط طبیعی بیش‌ترین میزان (۷۲/۴۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر) بود و این تیمار با سایر تیمارهای آزمایشی از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری بود. همچنین نتایج نشان داد با توجه به این‌که در همه شهرستان‌های مورد مطالعه کم‌ترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در شرایط مزرعه حاصل گردید، کم‌ترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در کاکوتی چندساله رشدیافته در شرایط مزرعه و در شهرستان قوچان به میزان ۲۶/۲۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر به‌دست آمد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴. اثر متقابل مکان رویش × شرایط رویش بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاکوتی چندساله.

ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشند.

۵. بحث

براساس آمار بلندمدت ۱۰ ساله هواشناسی مشخص شد که شهرستان سرایان که دارای کم‌ترین میزان ارتفاع بوته بود، کم‌ترین میزان بارندگی را دارا بود و همچنین سه شهرستان بجنورد، شیروان و قوچان دارای میزان بارندگی بالایی بودند و در نتیجه می‌توان بیان داشت که بخش اعظمی از میزان تغییرات در ارتفاع اکوتیپ‌های مختلف کاکوتی کوهی مربوط به تغییرات در میزان بارش این مناطق می‌باشد. از نظر دمایی نیز مشخص شد که منطقه سرایان دارای میانگین دمایی بیش‌تری نسبت به شهرستان‌های بجنورد، قوچان و شیروان بوده و همین امر نیز در کاهش میزان ارتفاع بوته کاکوتی در این منطقه نسبت به سایر مناطق اثرگذار بوده است. از طرفی باید در نظر داشت که ارتفاع منطقه سرایان از سطح دریا ۱۴۵۴ متر بوده که بیش‌ترین میزان ارتفاع از سطح دریا بوده و کاهش میزان ارتفاع بوته با افزایش ارتفاع از سطح دریا امری بدیهی و اثبات شده می‌باشد. کاکوتی برداشت‌شده از مناطق بجنورد، شیروان و قوچان نیز دارای ارتفاع بیش‌تری بوده و در این مناطق نیز ارتفاع از سطح دریا کم‌تر از منطقه سرایان و قائن و بیرجند بوده است. در مورد ارتفاع بوته کاکوتی چند ساله نیز وضعیت مشابهی وجود داشت و در همه شهرستان‌های مورد مطالعه ارتفاع کاکوتی رشدیافته در شرایط طبیعی بیش‌تر از کاکوتی کشت‌شده در مزرعه بود و نتایج نشان داد کم‌ترین و بیش‌ترین میزان ارتفاع بوته به‌ترتیب در شهرستان‌های بجنورد و سرایان حاصل شد و اختلاف بین ارتفاع کاکوتی رشدیافته در شرایط طبیعی و کشت‌شده در مزرعه برای این دو شهرستان به‌ترتیب ۱۹ و ۱۳ درصد بود (شکل ۲). این نتایج بیانگر بهتر بودن شرایط رشدی برای کاکوتی یکساله و چندساله در شرایط طبیعی نسبت به شرایط کشت در مزرعه بود. در مطالعه زاهدی و همکاران (۱۳۹۴) مشخص شد که بین کاکوتی‌های جمع‌آوری‌شده از نقاط مختلف استان لرستان از نظر ارتفاع بوته اختلاف وجود داشت و عنوان داشتند که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان ارتفاع بوته به‌ترتیب در کاکوتی‌های متعلق به مناطق بروجرد و رازان حاصل گردید. این پژوهش‌گران عنوان داشتند که عامل ارتفاع از سطح دریا از عوامل اصلی دخیل در

افزایش ارتفاع بوته بوده ضمن این که در ارتفاعات بیش تر کیفیت نور دریافتی توسط گیاه نیز تغییر نموده و کاکوتی های متعلق به منطقه رازان که از ارتفاع بیش تری از سطح دریا دارد، دارای ارتفاع کم تری نسبت به کاکوتی های منطقه بروجرد بودند که ارتفاع کم تری نسبت به سطح دریا داشت. مطالعه بابالار و همکاران (۱۳۹۲) بیانگر وجود اختلاف بین اکوتیپ های مختلف آپیشن کوهی برداشت شده از نقاط مختلف بود که با یافته های حاصل از این مطالعه هم راستا بود. در مورد قطر طوقه کاکوتی کوهی نیز باید عنوان نمود که شرایط مشابه به ارتفاع بوته بوده و میزان بارش کم و میانگین دمای بالای منطقه سرایان از دلایل کاهش میزان رشد و در نتیجه کاهش قطر طوقه کاکوتی کوهی می باشد. همچنین در مورد قطر تاج پوشش گیاهی نیز وضعیت مشابه با قطر طوقه بود و براساس نتایج مشخص شد که هر چند قطر تاج پوشش در همه شهرستان های مورد مطالعه در شرایط طبیعی بیش تر از شرایط کشت در مزرعه بود ولی نتایج نشان داد که بیش ترین و کم ترین میزان آن به ترتیب مربوط به شهرستان های بجنورد و سرایان بود و در این دو شهرستان اختلاف بین قطر تاج پوشش کاکوتی رشد یافته در شرایط طبیعی و کاکوتی کشت شده در مزرعه به ترتیب ۱۱ و ۴ درصد بود که این اختلاف برای شهرستان بجنورد معنی دار بود اما برای شهرستان سرایان معنی دار نشد (شکل ۳). روند تغییرات در قطر تاج پوشش کاکوتی چندساله نیز در دو شرایط طبیعی و کشت در مزرعه در شهرهای مختلف مشابه با قطر طوقه و ارتفاع بوته بود که بیانگر اثر معنی دار میزان بارش و دما بر این صفت بوده به طوری که در شهرستان سرایان که دارای کم ترین میزان بارش و دمای بالایی بود، میزان قطر تاج پوشش کم تر از قطر تاج پوشش کاکوتی کشت شده در سایر شهرستان ها بود در حالی که در سه شهرستان بجنورد، شیروان و قوچان که از میزان بارش بیش تر و دمای خنک تری برخوردار بودند قطر طوقه نیز در هر دو نوع کاکوتی کشت شده در مزرعه و شرایط طبیعی بیش تر بود. در مطالعه زاهدی و همکاران (۱۳۹۴) نیز مشخص گردید که قطر گیاه کاکوتی متعلق به مناطق مختلف استان لرستان با هم تفاوت داشت و این تفاوت به اختلاف در شرایط آب و هوایی منطقه نسبت داده شد که با یافته های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. در مطالعه عصری و همکاران (۱۳۹۵) روی گیاه کاکوتی مشخص گردید که بین اکوتیپ های مختلف کاکوتی برداشت شده از رویشگاه های مختلف از نظر سطح و قطر تاج پوشش گیاهی اختلاف معنی دار وجود دارد که تأیید کننده نتایج حاصل از این مطالعه می باشد.

نتایج در مورد وزن خشک بوته کاکوتی یکساله نشان داد در همه شهرستان های مورد مطالعه وزن خشک در شرایط طبیعی بیش تر از شرایط کشت در مزرعه بود و اختلاف بین این دو نوع کاکوتی در شهرستان بجنورد و سرایان که به ترتیب بیش ترین و کم ترین میزان وزن خشک را دارا بودند به ترتیب ۱۵ و ۶ درصد بود (شکل ۴). وزن تر و خشک کاکوتی چندساله نیز در شهرستان های مختلف با هم متفاوت بود و در همه شهرستان های مورد مطالعه این اوزان در شرایط رشد یافته در شرایط طبیعی بیش تر از کشت در مزرعه بود. وزن تر کاکوتی چندساله در شهرستان بجنورد که بیش ترین میزان وزن تر را در بین سایر شهرستان ها دارا بود در شرایط طبیعی حدود ۲۴ درصد بیش تر از شرایط مزرعه بود در حالی که این میزان برای شهرستان سرایان که کم ترین میزان وزن تر در مقایسه با سایر شهرستان ها را دارا بود حدود ۳ درصد بود و این اختلاف معنی دار نبود (شکل ۵). وزن تر و خشک بوته نیز از میزان بارش و دمای هر منطقه طبیعت نمود و براساس یافته های این پژوهش مشخص گردید که در شهرستان سرایان کم ترین میزان وزن تر و خشک بوته حاصل گردید و در توجیه این مطلب می توان به میزان بارش اندک و دمای هوای بیش تر در این شهرستان اشاره نمود که در نهایت با کاهش میزان رشد و همچنین کاهش میزان وزن تر و خشک همراه بوده است. از طرفی در شهرستان هایی مانند بجنورد و شیروان و قوچان که دمای هوای کم تر و بارش بیش تری تجربه نمودند میزان وزن تر و خشک بوته در دو نوع کاکوتی کشت شده در مزرعه و برداشت شده در شرایط طبیعی بیش تر بود. اختلاف بین وزن خشک در دو شرایط رشد یافته

در شرایط طبیعی و کشت‌شده در مزرعه برای شهرستان بجنورد حدود ۳۰ درصد بود و شرایط رشدیافته در محیط نسبت به مزرعه دارای برتری بود (شکل ۶). بین اکوتیپ‌های مختلف آویشن کوهی نیز از نظر وزن تر و خشک بوته تفاوت وجود داشت (بابالار و همکاران، ۱۳۹۲). در مطالعه عصری و همکاران (۱۳۹۵) نیز مشخص شد که بین خصوصیات مورفولوژیکی و عملکردی اکوتیپ‌های مختلف کاکوتی تنوع مناسبی برقرار بوده و این تنوع با استفاده از روش‌های مختلف بررسی تنوع به‌وضوح قابل رویت بود و این نتایج با نتایج حاصل از این مطالعه تطابق داشت.

هر چند کاکوتی یکساله از نظر تعداد گل در بوته نسبت به کاکوتی چندساله دارای برتری بود، نتایج نشان داد در هر دو نوع کاکوتی یک و چند ساله تعداد گل در بوته در شرایط رشدیافته در طبیعت بیش‌تر از شرایط کشت در مزرعه بود. در مطالعه قنبری و همکاران (۱۳۹۹) عنوان گردید که دمای هوای منطقه بر تعداد گل تشکیل یافته در گیاهان مورد مطالعه اثر داشته و مناطق با دمای بیش‌تر بر میزان رشد زایشی گیاه اثر داشته و منجر به افزایش تعداد گل در بوته می‌گردند، در حالی که در مناطقی که دماهای کم‌تری را تجربه می‌نمایند تعداد گل کم‌تری نیز شکل می‌گیرد. هم‌چنین در مطالعه‌ای دیگر عنوان شده است که تفاوت در خصوصیات مورفولوژیکی و هم‌چنین میزان عملکرد گیاهان متعلق به اکوتیپ‌های مختلف می‌تواند ناشی از تفاوت در بارش‌های منطقه باشد. این پژوهش‌گران در توجیه نتایج حاصل از مطالعه خود عنوان داشتند که دو معیار اصلی اقلیمی هر منطقه، بارندگی و دما است که هر دو تابعی از عامل ارتفاع می‌باشند به‌طوری که رابطه‌ای مستقیم با میزان بارندگی و رابطه عکس با دما دارد (مولایی^۱ و همکاران، ۲۰۱۵).

در این مطالعه از نظر برخی از خصوصیات مانند تعداد گل در بوته در دو شرایط مزرعه و طبیعی شهرستان‌های بجنورد و شیروان دارای برتری بودند و کاکوتی رشد یافته در شرایط رشد طبیعی از این نظر با کاکوتی پرورش‌یافته در مزرعه از تعداد گل بیش‌تری در بوته برخوردار بود. تنوع بین کاکوتی‌های برداشت‌شده از نقاط مختلف بیانگر پاسخ‌های متفاوت کاکوتی کشت‌شده در نقاط مختلف بوده که منجر به تنوع در صفات اندازه‌گیری شده است (هدکینسون^۲ و همکاران، ۲۰۰۷).

در شرایط حرارتی ارتفاعات بالا به‌دلیل محدودیت درجه حرارت، گیاهان به حداکثر فعالیت فتوسنتزی و انتقال مواد در آغاز فصل رویش نیاز دارند (بوئن^۳ و مگناسکو^۴، ۲۰۰۷)، از این‌رو، در اختلاف در ارتفاع نقاط مختلف جمع‌آوری اکوتیپ‌های کاکوتی می‌تواند منجر به تغییر قابل‌توجه در صفات مورفولوژیکی مانند ارتفاع بوته گردد و در این مطالعه نیز مشخص شد که کاکوتی متعلق به شهرستان بجنورد نسبت به کاکوتی متعلق به سایر شهرستان‌ها دارای ارتفاع بوته بیش‌تری بود و از نظر آماری نیز بین کاکوتی چندساله و یکساله و هم‌چنین بین کاکوتی کشت‌شده در مزرعه و کاکوتی رشدیافته در شرایط طبیعی اختلاف معنی‌دار وجود داشت. کاکوتی‌ها متعلق به رویشگاه بجنورد از وزن تر و خشک بیش‌تری برخوردار بودند و مشخص شد که از این نظر کاکوتی‌های متعلق به رویشگاه سرایان از وزن تر و خشک کم‌تری برخوردار بودند. ارتفاع محل از سطح دریا یکی از شاخصه‌های تغییر در بیومس گیاهی بوده و باید در نظر داشت که به‌دلیل کاهش تبخیر و تعرق در ارتفاعات بالا و در مقابل جذب نور بیش‌تر گیاهان برای غلبه بر مشکلات اقلیمی این ارتفاعات می‌باشد که موجب کاهش میزان ارتفاع و در نتیجه کاهش در میزان وزن تر و خشک گیاه می‌گردد (زو^۵ و همکاران، ۲۰۰۹). شرایط تنشی حاکم بر منطقه از جمله وقوع تنش خشکی به‌دلیل کاهش میزان نزولات جوی می‌تواند از اساسی‌ترین دلایل کاهش رشد و در نتیجه کاهش میزان وزن تر و خشک گیاه در منطقه باشد که نسبت به مناطق پر باران ممکن است از وزن تر و خشک کم‌تری برخوردار باشند. البته باید به این نکته نیز توجه نمود که هرچه صفتی در

1. Molaie
2. Hodkinson
3. Bohn
4. Magnasco
5. Xu

بین اکوتیپ های مختلف یک گیاه کم تر تحت تأثیر محیط قرار گیرد آن صفت بیش تر تحت کنترل ژنتیک می باشد (فانک^۱ و همکاران، ۲۰۰۷).

کاکوتی چندساله به دلیل سازگاری بهتر با شرایط رویش و همچنین افزایش رشد و دریافت بیش تر تشعشع خورشیدی به دلیل توسعه بیش تر اندامها و بیومس هوایی خود، مستعد افزایش تولید اسانس نسبت به کاکوتی یکساله می باشد. از دلایل اختلاف بین اسانس و ترکیبات اسانس در کاکوتی یکساله و چندساله می توان به شرایط رویش رشد این دو گونه از قبیل ارتفاع، شیب و میزان تشعشع اشاره نمود (حسنی، ۱۳۹۲). اختلاف در درصد اسانس گیاهان دارویی یکساله و چندساله در برخی دیگر از مطالعات (اکبری نیا، ۱۳۸۰؛ جاویدتاش، ۱۳۷۹) نیز گزارش شده که تأییدکننده نتایج حاصل از این مطالعه بود.

کاکوتی یکساله برداشت شده از دو شهرستان قاین و سرایان که دارای بیش ترین میزان ارتفاع از سطح دریا بودند، بیش ترین درصد اسانس را نیز دارا بودند و در این دو شهرستان درصد اسانس به ترتیب ۰/۷۵ و ۰/۶۷ درصد بود و این نتایج بیان می دارد که ارتفاع محل رویش گیاه کاکوتی از سطح دریا دارای اثر بسیار معنی داری بر درصد اسانس این گیاه بوده و با افزایش میزان ارتفاع از سطح دریا درصد اسانس نیز افزایش یافت. همچنین کاکوتی برداشت شده از منطقه کوهسرخ که رویشگاه آن دارای ارتفاع کم تری از سطح دریاست، دارای درصد اسانس استخراج شده کم تری بود و میزان آن ۰/۴۴ درصد است. در مطالعه عصری و همکاران (۱۳۹۵) که روی گیاهی کاکوتی کوهی صورت گرفت، مشخص شد که بین اکوتیپ های مختلف کاکوتی کوهی برداشت شده از رویشگاه های مختلف از نظر درصد اسانس اختلاف وجود داشت و این اختلاف در ترکیب اسانس این اکوتیپ ها نیز مشاهده گردید و نتایج حاصل از مطالعه این پژوهش گران با نتایج حاصل از مطالعه حاضر در یک راستا بودند.

در کاکوتی کوهی چند ساله نیز مشخص شد که افزایش میزان ارتفاع منطقه منجر به افزایش درصد پولگون شده است به طوری که بیش ترین میزان پولگون در اسانس کاکوتی کوهی در دو منطقه سرایان و بیرجند حاصل گردید و این دو منطقه دارای ارتفاع بیش تری از سطح دریا نسبت به سایر مناطق هستند. این در حالی است که کاکوتی کوهی برداشت شده از منطقه نیشابور که دارای ارتفاع کم تری از سطح دریاست، درصد پولگون در اسانس آن کم تر از درصد پولگون اسانس کاکوتی برداشت شده از سایر رویشگاه ها می باشد. در مطالعه ای که روی گیاه کاکوتی در غرب کشور ایران صورت گرفت نشان داد اسانس استخراج شده از کاکوتی برداشت شده از رویشگاه های مختلف از نظر میزان پولگون موجود در آن با هم دارای اختلاف بودند (دهقان و همکاران، ۱۳۹۳). دیگر پژوهش گران عنوان داشتند که اختلاف بین شرایط آب و هوایی و همچنین اختلاف بین ارتفاع از سطح دریای مناطق مختلف دلیل اصلی تفاوت در میزان پولگون موجود در اسانس این اکوتیپ های کاکوتی می باشد. ترکیبات اسانس گیاه کاکوتی و به ویژه پولگون موجود در آن ها در کاکوتی برداشت شده از رویشگاه های مختلف با هم متفاوت بوده و این تفاوت می تواند به دلیل تأثیر شرایط رویشگاه باشد، زیرا عوامل اکولوژیکی محل رویش گیاه می تواند در تغییرات کمی و کیفی متابولیت های ثانویه گیاه نقش عمده ای را ایفا نماید (مدیری و همکاران، ۱۳۹۲).

نتایج این مطالعه نشان داد در کاکوتی کوهی چندساله میزان فنل و فلاونوئید بیش تر از کاکوتی کوهی یکساله بود و همین امر نیز منجر به افزایش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در این نوع از کاکوتی نسبت به کاکوتی یکساله گردید. کاکوتی کوهی چند ساله نسبت به شرایط رویش خوپذیری بیش تری داشته و این خوپذیری ناشی از تولید متابولیت هایی است که گیاه را در شرایط رویش نامساعد حفظ می نماید و تولید ترکیبات آنتی اکسیدانت از این دست متابولیت ها

محسوب می‌گردند. اکبری‌نیا (۱۳۸۰) در مطالعه خود عنوان داشت که بین گیاهان دارویی یکساله و چندساله از نظر برخی از خصوصیات از قبیل ترکیبات فیتوشیمیایی اختلاف وجود داشت که تأییدکننده نتایج حاصل از این مطالعه بود.

براساس آمار هواشناسی سه‌ساله در بین شهرستان‌های مورد مطالعه شهرستان بیرجند دارای کم‌ترین میزان رطوبت نسبی بود. همچنین شهرستان بیرجند جزو شهرستان‌های دارای بارش کم و ارتفاع بالا بود و همین امر بر میزان فنل کل در کاکوتی چندساله اثر گذاشته و منجر به افزایش میزان تولید فنل شد. شهرستان قوچان نسبت به دو شهرستان سرایان و بیرجند دارای ارتفاع کم‌تری از سطح دریا بود و همچنین این شهرستان دارای بیش‌ترین میزان بارش بود. دمای کم‌تر این شهرستان نیز مزید بر علت بوده و منجر به کاهش میزان فنل تولیدی در کاکوتی چندساله رشدیافته در این شهرستان شد. این نتایج بیان می‌دارد که میزان فنل کل کاکوتی چندساله در شرایط افزایش میزان ارتفاع از سطح دریا افزایش یافته اما با افزایش میزان بارش و کاهش دمای منطقه میزان فنل کاهش یافته است. به عقیده قبری و همکاران (۱۳۹۹) عامل ارتفاع یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد و صفات بیوشیمیایی گیاهان است. با افزایش ارتفاع میزان تشعشع و کیفیت نور خورشید و اختلاف دمای شب و روز افزایش یافته که در نتیجه با افزایش میزان فتوسنتز و کاهش شدت تنفس در شب همراه خواهد شد. همچنین افزایش فتوسنتز میزان ذخیره کربوهیدرات را بالا برده که در شرایط سردتر عامل حفاظتی در مقابل تنش سرمایی است تا گیاه قابلیت جبران خسارت ناشی از کاهش فتوسنتز را تا اندازه‌ای کسب نماید (سیراک^۱ و همکاران، ۲۰۱۷). قلیچ‌نیا (۱۳۸۰) در مطالعه خود به اختلاف بین اکوتیپ‌های مختلف گیاهان دارویی از نظر شرایط رویش اشاره نمودند و عنوان داشتند که شرایط رویش گیاهان دارویی از قبیل مزرعه و محیط بر خصوصیات رشدی و ترکیبات فیتوشیمیایی تولیدی در آن‌ها اثر دارد. در مطالعه مزارعی و فهمیده (۱۳۹۹) نیز بین اکوتیپ‌های مختلف سه نوع از گیاهان دارویی برداشت‌شده از نقاط مختلف از نظر میزان فنل، فلاونوئید و همچنین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی اختلاف وجود داشت و از این نظر گیاهان برداشت‌شده از شهرستان فراشند از نظر این سه صفت دارای بیش‌ترین میزان بودند. آن‌ها در مطالعه خود عنوان داشتند که میزان ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی گیاهان در مناطق مختلف تحت تأثیر فاکتورهایی از قبیل تفاوت‌های ژنتیکی، اختلافات آب‌وهوایی و جغرافیایی مانند ارتفاع در مناطق مختلف قرار دارد.

در گیاهان دارویی دو گروه اصلی از متابولیت‌های ثانویه، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی هستند که تقریباً در همه اندام‌های این گیاهان یافت می‌شوند و فقط کمیت و کیفیت آن‌ها در اندام‌های مختلف متفاوت است (صابری و همکاران، ۱۳۹۶). در این مطالعه مشخص شد که کاکوتی یکساله متعلق به دو شهرستان سرایان و بردسکن در دو شرایط مزرعه و طبیعی دارای بیش‌ترین میزان فلاونوئید تولیدی بودند و شهرستان‌های شیروان و بجنورد کم‌ترین میزان فلاونوئید را تولید نمودند. می‌توان عنوان داشت که تولید فلاونوئید در کاکوتی کوهی با افزایش ارتفاع محل از سطح دریا افزایش نشان داد زیرا شهرستان سرایان دارای بیش‌ترین ارتفاع از سطح دریا و همچنین بیش‌ترین میزان تولید فلاونوئید بود. همچنین شواهد نشان داد تولید فلاونوئید با کاهش میزان فراهمی آب برای گیاه بیش‌تر در ارتباط است، زیرا دو شهرستان سرایان و بردسکن دارای میزان بارش کمی بودند در حالی که بیش‌ترین میزان دمای منطقه مربوط به این دو شهرستان بود و همچنین رطوبت نسبی در این دو شهرستان اندک بود. لذا براساس این نتایج مشخص گردید که خشکی و کمبود آب منجر به افزایش میزان تولید فلاونوئید در کاکوتی کوهی شده است و افزایش میزان ارتفاع از سطح دریا نیز مزید بر علت شده است.

میزان فلاونوئید در کاکوتی چندساله نیز در شهرستان سرایان بیش‌تر از سایر شهرستان‌های مورد مطالعه بود و در دو

شهرستان قوچان و شیروان میزان تولید فلاونوئید کم تر از سایر شهرستان های مورد مطالعه بود. شهرستان سرایان دارای بیش ترین میزان ارتفاع و شهرستان قوچان دارای ارتفاع کمی نسبت به سطح دریا بود، از این رو می توان عنوان داشت که افزایش میزان ارتفاع از سطح دریا منجر به افزایش میزان تولید فلاونوئید شده است. همچنین باید در نظر داشت که شهرستان سرایان دارای بارش و رطوبت کم تر و دمای بیش تری بوده و این عوامل بر افزایش میزان تولید فلاونوئید تأثیر داشتند. در مطالعه ای روی گیاه تاتوره مشخص شد که ترکیبات فیتوشیمیایی همانند فنول و فلاونوئید تحت تأثیر شرایط رویش قرار گرفته و تغییر در متغیرهای محیطی منجر به تغییر در میزان این ترکیبات در گیاه می گردد. در مطالعه صبورا و همکاران (۱۳۹۳) روی گیاه بشقابی سنبله ای مشخص گردید که بین دو جمعیت مختلف از این گیاه که از مناطق دیزین و کجور جمع آوری شده بودند از نظر میزان فنل و فلاونوئید و همچنین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره استخراج شده از آن ها تفاوت وجود داشت و از این نظر جمعیت کجور نسبت به جمعیت دیزین دارای برتری بود که این نتایج تأیید کننده نتایج حاصل از این مطالعه می باشد. نتایج مطالعه این پژوهش گران بیانگر نقش مؤثر جایگاه رویش گیاه با توجه به خصوصیات اکولوژیکی و آب و هوایی متفاوت آن ها، روی انباشتگی متابولیت های ثانوی و در نتیجه میزان فنل، فلاونوئید و فعالیت آنتی اکسیدانی آن ها بود. آن ها همچنین بیان داشتند که تفاوت های موجود از نظر ارتفاع منطقه رویش، تغییرات دمای شبانه روزی محیط، تغییر شدت تابش پرتوهای خورشیدی و میزان بارندگی سالانه می تواند از علل تفاوت مشاهده شده در مورد سنتز و تجمع ترکیبات گیاهان جمع آوری شده از این مناطق باشد.

کاکوتی کوهی یکساله متعلق به رویشگاه سرایان از نظر میزان فنل و فلاونوئید نیز دارای بیش ترین میزان بود و با توجه به خاصیت آنتی اکسیدانی این دو ترکیب مشخص شد که کاکوتی کوهی متعلق به این شهرستان دارای بیش ترین میزان خاصیت آنتی اکسیدانی بود. از طرفی سرایان دارای بارش کم تر، رطوبت نسبی کم تر و دمای بیش تری بود و همین امر بر میزان ترکیبات آنتی اکسیدانت مانند فنل و فلاونوئید اثر مثبت گذاشته و منجر به افزایش خاصیت آنتی اکسیدانی در این اکوتیپ شده است. بررسی های پژوهش گران نیز حاکی از آن است که فنول و فلاونوئیدهای گیاه زالزالک در ارتفاعات بیش تر از ارتفاعات پایین تر افزایش داشت، به طوری که این افزایش در ارتفاع ۱۰۰۰ متری بیش تر از ارتفاعات پایین تر مشاهده شد (تجلی^۱ و خاضعی پور^۲، ۲۰۱۲)

همانند کاکوتی یکساله در کاکوتی کوهی چندساله نیز افزایش ارتفاع از سطح دریا و دما و همچنین کاهش بارندگی و رطوبت منطقه منجر به افزایش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در اکوتیپ سرایان گردید. این در حالی بود که اکوتیپ کاکوتی کوهی چندساله منطقه قوچان که دارای ارتفاع نسبی کم تر و بارش و رطوبت و همچنین دمای کم تری نسبت به سایر شهرستان ها بود از فعالیت آنتی اکسیدانی کم تری نیز برخوردار بود. این نتایج نیز بیان می دارد که در کاکوتی کوهی چندساله، افزایش ارتفاع بوته و همچنین افزایش بارش، رطوبت و دما منجر به افزایش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی می گردد. به نظر می رسد که افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی در گیاه کاکوتی با افزایش میزان ترکیباتی از قبیل فنول و فلاونوئید تغییراتی هم جهت داشته و نشان از اثر مثبت این ترکیبات در میزان فعالیت آنتی اکسیدانی گیاه شده است. همچنین در مطالعه ای مشابه مشخص شد که افزایش میزان فنول و فلاونوئید در گیاه علف مار با میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در این گیاه همبستگی مثبت داشته که بیانگر اثر مثبت این دو ترکیب در فعالیت آنتی اکسیدانی می باشد (قنبری و همکاران، ۱۳۹۹). در مطالعه دیگری از نظر خصوصیات و ترکیبات فیتوشیمیایی از قبیل فنل، فلاونوئید و میزان فعالیت آنتی اکسیدانی بین اکوتیپ های مختلف خارمریم

اختلاف وجود داشت که نتایج آن‌ها تأییدکننده نتایج مطالعه حاضر مبنی بر وجود اختلاف بین میزان فنول، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در اکوتیپ‌های مختلف کاکوتی کوهی می‌باشد (حمید^۱ و همکاران، ۲۰۱۴).

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج نشان داد از نظر صفاتی از قبیل ارتفاع بوته، قطر طوقه، قطر تاج پوشش، تعداد گل و وزن تر و خشک بوته بین دو نوع کاکوتی یکساله و چندساله تفاوت وجود داشت و بین دو نوع کاکوتی کشت‌شده در مزرعه و رشدیافته در شرایط طبیعی از نظر ارتفاع بوته تفاوت وجود داشت. همچنین نتایج نشان داد از نظر درصد اسانس، درصد پولگون و درصد آلفا پینن بین دو نوع کاکوتی یکساله و چندساله تفاوت وجود داشت و کاکوتی چندساله دارای درصد اسانس و پولگون بیش‌تری نسبت به کاکوتی یکساله بود. همچنین کاکوتی چندساله نسبت به یکساله دارای میزان فنل، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری بود. براساس نتایج مشخص شد که کاکوتی یکساله و چندساله متعلق به شهرستان بجنورد دارای عملکرد تر و خشک بالاتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها بودند در حالی که کاکوتی متعلق به منطقه سرایان از نظر خصوصیات فیتوشیمیایی نسبت به سایر کاکوتی‌ها دارای برتری بودند.

۷. تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان بابت تأمین اعتبار پایان‌نامه، قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

- اکبری‌نیا، احمد (۱۳۸۰). جمع‌آوری و شناسایی گیاهان دارویی استان قزوین. تهران: انتشارات شرکت جهاد تحقیقات و آموزش.
- امیدی، منصور و فرزین، نرجس (۱۳۹۱). راه‌کارهای بیوتکنولوژی در افزایش کارایی گیاهان دارویی. فصل‌نامه ژنتیک نوین. ۷(۳)، ۲۰۹-۲۲۰.
- بابالار، مصباح؛ خوش‌سخن، فاطمه؛ فتاحی‌مقدم، محمدرضا و پورمیدانی، عباس (۱۳۹۲). ارزیابی تنوع مورفولوژیکی و بازده اسانس در برخی جمعیت‌های آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen). نشریه علوم باغبانی ایران. ۴۴(۲)، ۱۱۹-۱۲۸.
- بخشی‌خانیکی، غلامرضا؛ سفیدکن، فاطمه و دهقان، زینب (۱۳۸۹). بررسی تأثیر برخی از شرایط رویشگاهی بر کیفیت و کمیت اسانس گیاه کاکوتی کوهی. فصلنامه گیاهان دارویی. ۱(۱)، ۱۱-۲۰.
- جاویدتاش، ایرج (۱۳۷۹). جمع‌آوری، شناسایی و اهلی‌کردن و بررسی مواد موثره گیاهان دارویی استان فارس. چاپ اول. تهران: انتشارات شرکت جهاد تحقیقات و آموزش.
- جم‌زاده، زیبا (۱۳۸۸). آویشن‌ها و مرزده‌های ایران. چاپ اول. تهران: مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.
- چیت‌ساز، محسن؛ پرگر، افسانه؛ ناصری، محسن؛ کمالی‌نژاد، محمد؛ بازرگان، مریم؛ منصوری، صادق و انصاری، فریبا (۱۳۸۶). ترکیب اسانس و آثار آنتی‌باکتریال عصاره هیدروالکلی اسانس گیاه آویشن باریک (*Ziziphora clinopodioides*: LAM) بر باکتری‌های منتخب. مجله علمی پژوهشی دانشگاه شاهد. ۱۴(۶۸)، ۱۵-۲۲.

حسینی، جمال (۱۳۹۲). شناسایی و بررسی اکولوژیکی دو جنس از گیاهان معطر *Ziziphora* و *Thymus* در استان کردستان. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۰ (۱)، ۱-۲۰.

حطری، زهرا؛ زمانی، ذبیح‌الله؛ ناظری، وحیده و تبریزی، لیلا (۱۳۹۲). بررسی تنوع ژنتیکی گیاه دارویی کاکوتی (*Ziziphora tenuior* L.) با استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیکی و نشانگر مولکولی RAPD. فصلنامه ژنتیک نوین. ۸ (۱)، ۱۳-۲۸.

دهقان، زینب؛ سفیدکن، فاطمه؛ امامی، سید مهدی و کالوندی، رمضان (۱۳۹۳). تأثیر عوامل اکولوژیکی بر عملکرد و ترکیب اسانس گیاه *Ziziphora clinopodioides* Subsp *Rigida* (Boiss.) Rech.f. مجله زیست‌شناسی ایران. ۲۷ (۱)، ۶۱-۷۱.

زاهدی، بهمن؛ موسوی‌فرد، صادق و شاهوردی، مصطفی (۱۳۹۴). بررسی تأثیر شرایط رویشگاهی بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی و کمیت اسانس چای کوهی (کاکوتی) در استان لرستان. نهمین کنگره علوم باغبانی ایران. اهواز، ایران.

زمانی، نوید؛ زمانی، وحید و میرزایی، خالد (۱۳۹۵). بررسی تنوع ژنتیکی کاکوتی (*Ziziphora tenuior* L.) با استفاده از نشانگر Scot. نشریه تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. ۲۴ (۲)، ۱۷۷-۱۸۹.

صابری، مرتضی؛ نیک‌نهاد، حمید؛ حشمتی، غلامعلی؛ بارانی، حسین و شهریاری، علیرضا (۱۳۹۶). بررسی میزان تغییرات برخی مواد مؤثره عصاره اندام‌های گیاه هندوانه ابوجهل (*Citrullus colocynthis* L. Schrab) در دو رویشگاه استان سیستان و بلوچستان. نشریه حفاظت زیست‌بوم گیاهان. ۵ (۱۱)، ۴۹-۶۳.

صبور، عذرا؛ احمدی، الهام؛ زینالی، امینه و پارسا، میترا (۱۳۹۳). مقایسه محتوای ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندام هوایی دو جمعیت گیاه بشقابی سنبله‌ای *Scutellaria Pinnatifida* در شمال ایران. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان. ۱۳ (۳)، ۲۴۹-۲۶۶.

عصری، یونس؛ فیروزی‌ارdestani، مریم؛ ربیعی، مینا و بخشی‌خانکی، غلامرضا (۱۳۹۵). تأثیر بعضی عوامل محیطی بر ویژگی‌های رویشی، جوانه‌زنی بذر و مواد مؤثر کاکوتی کوهی. مجله زیست‌شناسی گیاهی ایران. ۸ (۲۹)، ۹۱-۱۰۶.

قلیچ‌نیا، حسن (۱۳۸۰). بررسی پراکنش و اکولوژی ۳۶ گونه گیاه اسانس‌دار در استان مازندران. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۱۳ (۱)، ۸۱-۹۵.

قنبری، علی؛ عظیمی، محمدرضا؛ رفیعی، علیرضا؛ بی‌پروا، پوریا و ابراهیم‌زاده، محمدعلی (۱۳۹۹). تغییر محتوای فیتوشیمیایی گیاه دارویی علف‌مار جمع‌آوری شده از خرد اقلیم‌های مختلف. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی. ۹ (۳۹)، ۱۷۸-۱۶۵.

مدیری، الهام؛ سفیدکن، فاطمه؛ جمزاد، زیبا و توسلی، اختر (۱۳۹۲). استخراج و شناسایی ترکیب‌های شیمیایی موجود در اسانس زیرگونه‌های مختلف گیاه *Ziziphora clinopodioides* Lam. در رویشگاه‌های مختلف در ایران. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۹ (۳)، ۶۱۱-۶۲۰.

مزارعی، ایوب و فهمیده، لیلا (۱۳۹۹). ارزیابی و مقایسه فیتوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی سه گیاه دارویی پرمصرف در رویشگاه‌های طبیعی استان فارس. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی. ۸ (۱)، ۱۰۶-۹۰.

نجفی، فرزانه و توکلی، زهرا (۱۳۹۰). مقایسه ترکیب‌های شیمیایی اسانس، غلظت عناصر موجود در خاک و خواص ضدباکتریایی گیاه کاکوتی (*Ziziphora tenuior* L.) در دو منطقه ایران. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۷ (۲)، ۲۳۹-۲۴۸.

References

- Akbarinia, A. (2001). *Collection and identification of medicinal plants of Qazvin province*. Tehran: Publications of Jihad Research and Training Company. (In Persian).
- Alp, S., Ercisli, S., Dogan, H., Temim, E., Leto, A., Zia-Ul-Haq, M., Hadziabulic, A., & Aladag, H. (2016). Chemical composition and antioxidant activity *Ziziphora clinopodioides* ecotypes from Turkey. *Romanian Biotechnological Letters*, 21(2), 11298-11303.
- Asri, Y., Firouzi Ardestani, M., Rabiei, M., & Bakhshi Khaniki, Gha. (2015). The effect of some environmental factors on vegetative characteristics, seed germination and active substances of mountain kakuti. *Plant biology of Iran*, 8(29), 106-91. (In Persian).

- Babalar, M., Khosh Sokhon, F., Fatahi Moghadam, M. R., & Pourmidani, A. (2013). An Evaluation of the Morphological Diversity and Oil Content in some Populations of *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen. *Journal of Horticultural Sciences of Iran*, 44(2), 128-119. (In Persian).
- Bakhshi Khaniki, G. R., Sefidkan, F., & Dehghan, Z. (2019). Investigating the effect of some environmental conditions on the quantity and quality of the essential oil of mountain kakuti (*Ziziphora clinopodioides* Lam). *Journal of Juridical Plants*, 1(1), 11-20. (In Persian).
- Bertome, J., Isabel Arrillage, M., & Segura, J. (2007). Essential oil variation within and among natural population of *Lavandula latifolia* and its relation to their ecological areas. *Biochemical Systematics and Ecology*, 35, 479-488.
- Beyk Mohammadi, M. (2013). Evaluation of the medicinal properties of mountain kakuti (*Ziziphora clinopodioides* Lam). *Applied Scientific Journal of the World*, 12(9), 1638-1635.
- Bohn, S., & Magnasco, M. O. (2007). Structure, scaling, and phase transition in the optimal transport network. *Physical Review Letters*, 98(8), 75-89.
- Chitsaz, M., Pargar, A., Naseri, M., Bazargan, M., & Ansari, M. (2007). Composition and antibacterial effects of hydro-alcoholic extract and essential oil of *Ziziphora clinopodioides* on selected bacteria. *Scientific research journal of Shahid University*, 68(14), 15-22. (In Persian).
- Cirak, C., Radusiene, J., Jakstas, V., Ivanauskas, L., Seyisd, F., & Yayla, F. (2017). Altitudinal changes in secondary metabolite contents of *Hypercom androsaemum* and *Hypericum polyphyllum*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 70, 108-115.
- Dehghan, Z., Sefidkon, F., Emami, S. M., & Kalvandi, R. (2014). The effects of ecological factors on essential oil yield and composition of *Ziziphora clinopodioides* Subsp. *Rigida* (Boiss) Rech.f. *Iranian Journal of Biology*, 27(1), 61-71. (In Persian).
- Ebrahimzadeh, M. A., Navai, S. F., & Dehpour, A. A. (2011). Antioxidant activity of hydroalcoholic extract of *ferulagummosa* Boiss roots. *US National Library of Medicinal National Institutes of Health*, 15(6), 658-664.
- Funk, L., Jones, G., & Lerdau, T. (2007). Leaf and shoot level plasticity in response to different nutrient and water availabilities. *Journal of Tree Physiology*, 27(12), 1731-1739.
- Ghanbari, A., Azimi, M. R., Rafiei, A., Biparva, P., & Ebrahimzadeh, M. A. (2019). Changes in the phytochemical content of the Cappers Collected from of different microclimates. *Plant Process and Function*, 9(39), 165-178. (In Persian).
- Ghilichnia, H. (2001). The Study of distribution and ecology of Aromatic plants in Mazandaran province. *Research of medicinal and aromatic plants of Iran*, 13(1), 81-95. (In Persian).
- Hodkinson, T., Waldren, S., Parnell, J. N., Kelleher, C., Salamin, K., & Salamin, N. (2007). DNA banking for plant breeding, biotechnology and biodiversity evaluation. *Journal of Plant Research*, 120(1), 17-29.
- Hamid, R., Siahpoosh, M., Mamaghani, R., & Siahpoosh, A., (2014). Evaluation the genetic diversity of 10 Milk thistle (*Silybum marianum* L.) ecotypes using morphological, phenological and phytochemical traits. *The Plant Production (Scientific Journal of Agriculture)*, 37(1), 37-48
- Hatri, Z., Zamani, Z., Nazeri, W., & Tabrizi, L. (2012). Genetic diversity evaluation of a medicinal plant (*Ziziphora tenuior* L.) of Iran, using RAPD molecular markers. *Iranian Journal of Horticulture*, 43, 337-334. (In Persian).
- Hasani, J. (2012). Identification and ecological study of two genera of aromatic plants *Ziziphors* and *Thymus* in Kurdistan province. *Research Quarterly Journal of Medicinal and Aromatic Plants of Iran*, 20(1), 1-20. (In Persian).
- Jamzadeh, Z. (2018). *Iranian thymes and spices*. First Edition. Tehran: Research Institute of Forests and Pastures. (In Persian)
- Javidtash, A. (2000). *Collection, identification and domestication and investigation of effective substances of medicinal plants of Fars province*. First Edition. Tehran: Publications of Jihad Research and Training Company. (In Persian).
- Mazarei, A., & fahmideh, L. (2019). Evaluation of phytochemical and antioxidant activity of three widely-used medicinal plant in natural habitats of Fars province. *Ecophytochemical journal of Medicinal Plants*, 8(1), 106-90. (In Persian).
- Mikkonen, TP., Maatta, KR., Hukkanen, AT., Kokko, HI., Torronen, AR, Karenlampi, SO., & Krajalainen, R. O. (2001). Flavonol content varies among black currant cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(7), 3274-3277.

- Modiri, A., Sefidkon, F., Jamzad, Z., & Tavasoli, A. (2012). Extraction and identification of chemical compounds in the essential oil of different subspecies of *Ziziphora clinopodioides* Lam. in different habitats in Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 29(3), 620-611. (In Persian).
- Molaie, M., Ardavan, M., Safidi, K., Bahrami, B., & Hashemi Majd, K. (2015). Ecological factors affecting the distribution of *Artemisia aucheri* Boiss in the southeastern part of Sabalan. *Scientific Journal of Rangeland*, 11(2), 139-151.
- Najafi, F., & Tavakoli, Z. (2018). Comparing essential oil composition and antibacterial effects of *Ziziphora tenuior* L. in two regions of Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 27(2), 248-239. (In Persian).
- Omidi, Mansour., & Farzin, Narjes. (2013). Biotechnology solutions to increase the efficiency of medicinal plants. *Journal of Genetics*, 3, 209-220. (In Persian).
- Saberi, M., Niknahad, H., Heshmati, G., Barani, H., & Shahriari, A. (2016). Evaluation of the Content and Performance of some Active Ingredients Extracts of *Citrullus colocynthis* Organs from two Habitats of Sistan and Balochestan Province in Different Growth Stages. *Journal of Plant Ecosystem Conservation*, 5(11), 63-49. (In Persian).
- Sabura, A., Ahmadi, A., Zeinali, A., & Parsa, M. (2013). Comparison Between the Contents of Phenolic and Flavonoid Compounds and Aerial Part Antioxidant Activity in *Scutellaria pinnatifida* in Two NorthIranian Populations. *Journal of Rafsanjan University of Medicine sciences*, 13, 266-249. (In Persian).
- Salehi, P., Sonboli, A., Eftekhari, F., Nejad Ebrahimi, S. & Yousefzadi, M. (2005). Essential oil composition, antibacterial and antioxidant activity of the oil and various extracts of *Ziziphora clinopodioides*. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 28(10), 1892-6.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R.S (1999). Analysis of totalphenols and other oxidation substratesand antioxidants by means of Folin-Ciocalteau Reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Tajali, A., & Khazaeipour, M. (2012). The effect of altitude and organs on flavonoids of hawthorn (*Crataegus microphylla*). *International Journal of Biological Sciences*, 7, 58-54.
- Xu, F., Guo, W., Xu, W., Wei, Y., & Wang, R. (2009). Leaf morphology correlates with water and light availability: What consequences for simple and compound leaves?. *Progress in Natural Science*, 19(12), 1789-1798.
- Zahedi, B., Mousavi Fard, P., & Shahvardi, M. (2016, January). *Investigating the effect of habitat conditions on some morphological characteristics and quantity of essential oil of mountain tea (kakoti) in Lorestan province*. In 9th Congress of Horticultural Sciences of Iran. Ahvaz, Iran. (In Persian).
- Zamani, N., Zamani, V., & Mirzaei, Kh. (2015). Genetic diversity analysis of *Ziziphora tenuior* L. using SCoT markers. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 24(2), 177-189. (In Persian).