

## بررسی برخی صفات فیتوشیمیایی و مورفولوژیکی گیاه دارویی سندانی (*Anvillea garcinii* subsp. *radiata*) در اکوسیستم مرتعی

### شهرستان داراب

علیرضا محمودی<sup>۱\*</sup> کمال غلامی پور فرد<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۱۵

#### چکیده

گیاه سندانی یکی از گیاهان دارویی است که در زیست بوم‌های طبیعی خشک مناطق جنوب و جنوب شرقی کشور می‌روید. گیاه سندانی به دلیل دارا بودن ترکیبات زیست فعال ارزشمند و مصارف سنتی در درمان بیماری‌هایی مانند اختلالات گوارشی، کبدی و ریوی، از اهمیت دارویی بالایی برخوردار است. این پژوهش ویژگی‌های فیتوشیمیایی و مورفولوژیکی گیاه دارویی سندانی *garcinii* *Anvillea* را در دو رویشگاه واقع در مراتع شهرستان داراب مورد بررسی قرار می‌دهد. نمونه برداری به روش تصادفی و آنالیز عصاره گیاه به وسیله دستگاه‌های GC و GC-MS انجام شد. نتایج فیتوشیمیایی وجود ۳۱ ترکیب شیمیایی متفاوت را نشان داد که مهم‌ترین آن‌ها در منطقه دولت آباد شامل 3-Oxatricyclo[4.2.0.0<sup>24</sup>]octan-7-one، ۲۹/۹ درصد، 4-Nonenenitrile، ۹ درصد و 2-Ethyl-3-methyl-4,6-diphenylpyridine، ۷/۸۵ درصد بودند. همچنین، ترکیبات غالب در رویشگاه کارخانه سیمان شامل Octadecenoic acid (Z)، ۱۷/۳۰ درصد و Hexadecanoic acid, methyl ester، ۸/۷۳ درصد شناسایی شدند. بررسی‌های مورفولوژیک سندانی نشان داد میانگین ارتفاع گیاه ۲۸ سانتی متر، قطر تاج پوشش ۵۴/۵۰ سانتی متر و تراکم ۵ پایه در مترمربع است. به طور کلی، این مطالعه گامی بنیادی در راستای شناخت پتانسیل‌های اکولوژیکی و دارویی گیاه سندانی در ایران محسوب می‌شود و زمینه را برای مطالعات آینده در حوزه اهلی سازی و کشت انبوه این گیاه دارویی ارزشمند فراهم می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** اکوسیستم‌های خشک، آنالیز GC-MS، صفات‌های اکوفیزیولوژیک و ترکیبات زیست فعال.

۱. استادیار بخش مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، ایران. نویسنده مسئول:

alirezamahmoodi@saadi.shirazu.ac.ir

۲. استادیار بخش تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، ایران.

## مقدمه

مراتع به عنوان یکی از مهم ترین اکوسیستم های خشکی زی، نه تنها نقش بنیادین در تأمین علوفه ایفا می کنند، بلکه منبعی غنی برای تولید فرآورده های جانبی از جمله گیاهان دارویی و صنعتی به شمار می روند. با توجه به رشد روزافزون جمعیت و محدودیت های موجود در تولید علوفه، توجه به بهره برداری چندمنظوره از مراتع از طریق توسعه محصولات فرعی، کشت گیاهان دارویی و صنعتی، زنبورداری، اکوتوریسم و آبی پرووری، به منظور بهبود معیشت بهره برداران، امری ضروری تلقی می شود. شناخت جامع گیاهان دارویی موجود در عرصه های طبیعی و مرتعی هر منطقه، گامی بنیادین در مسیر توسعه پایدار این منابع به شمار رفته و می تواند داده های پایه ای ارزشمندی برای پژوهشگران حوزه های مختلف مرتبط با تحقیقات کاربردی و بنیادی فراهم آورد (آرمند و جهنتاب، ۲۰۱۹).

گیاهان دارویی با تنوع چشمگیری در سراسر ایران پراکنده شده اند. در این میان، شناسایی گونه های خاص با خواص برجسته دارویی و صنعتی که از مزیت نسبی قابل رقابت با گونه های مشابه در سایر کشورها برخوردار باشند، از اهداف کلیدی پژوهش های مرتبط با گیاهان دارویی محسوب می شود. معرفی این گونه ها و ارائه توصیه های لازم برای کشت انبوه آنها، می تواند نقش مؤثری در پشتیبانی از صنایع داخلی ایفا نماید (سفیدکن، ۲۰۲۱). شالوده تمامی دانش ما در خصوص یک گیاه دارویی، بر شناخت دقیق و علمی از نوع و میزان ترکیبات مؤثره آن استوار است؛ به گونه ای که استخراج و شناسایی این ترکیبات، می تواند پتانسیل کاربرد یک گونه ناشناخته را به عنوان گیاه دارویی تأیید یا رد نموده و مبنایی برای مطالعات و بهره برداری های آتی از آن گونه قرار گیرد (سفیدکن، ۱۹۹۶).

استفاده از گیاهان دارویی برای مداوای بیماری های مختلف، پیشینه ای چندین ساله در طب سنتی دارد. در سال های اخیر، توجه گسترده ای به شناسایی ترکیبات آنتی اکسیدانی دارای پتانسیل فارماکولوژیک معطوف شده است که ضمن دارا بودن کارایی درمانی، فاقد عوارض جانبی قابل توجه بوده و از اهمیت ویژه ای در صنایع غذایی و پزشکی برخوردارند. امروزه با عنایت به عوارض جانبی و هزینه های بالای داروهای شیمیایی، اولویت بندی پژوهش ها بر روی گونه های مورد استفاده در طب سنتی، باهدف ارتقای دانش پزشکی و دستیابی به گزینه های درمانی کارآمدتر، در دستور کار قرار گرفته است. گیاهان دارویی به دلیل دارا بودن ترکیبات طبیعی، احتمال بروز عوارض جانبی کمتری داشته و از این نظر گزینه های مطلوب تری محسوب می شوند (باریو، ۲۰۰۷).

سندانی گیاهی بوته ای، چند ساله و متعلق به خانواده کاسنی، با ریشه های مستقیم، ساقه سفید- خاکستری، افراشته، برگ ها هم اندازه، سبز- خاکستری، در حاشیه سینوسی، گل ها زرد مایل به طلایی و میوه فندقه چهاروجهی است. زمان گلدهی گیاه سندانی اوایل بهار است. این گیاه، در شمال آفریقا تا ایران و چندین کشور خاورمیانه مانند مصر، فلسطین و عربستان سعودی پراکنده شده اند (خان<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۰). پراکندگی گیاه در ایران مربوط به جنوب و جنوب شرق است. این گیاه در استان های فارس، هرمزگان، بوشهر و کرمان به صورت خودرو رویش دارد. پراکنش گیاه سندانی در استان فارس در شهرستان های داراب، جهرم و مهر می باشد. در شبه جزیره عربستان از این گیاه به صورت سنتی برای درمان اسهال خونی، اختلالات گوارشی، هپاتیت، بیماری های ریوی، سرماخوردگی و بیماری های کبدی استفاده می شود (مای را<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹؛ هامیچ و مایز<sup>۳</sup>، ۲۰۰۶). بومیان شهرستان مهر استان فارس جهت ترمیم زخم از این گیاه استفاده می کنند (مهدی زاده و همکاران، ۲۰۲۴). بخش های هوایی گیاه *A. garcinii* حاوی ترکیبات فنولی (طالبی<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۵)، فلاونوئیدها (پرون<sup>۵</sup>، ۲۰۱۸)،

1. Khan
2. Miara
3. Hammiche and Maiza
4. Talebi
5. Perveen

ترکیب برای نخستین بار در جنس *Anvillea* گزارش شده‌اند. در اسانس گل‌ها، ۱۲۶ ترکیب شناسایی شد، درحالی‌که در اسانس بخش‌های رویشی *A. garcinii* ۱۱۹ ترکیب تشخیص داده شد. ترکیبات اصلی در اسانس گل گیاه سندان شامل استات بورنیل (۳۳/۷ درصد)، سیس-نرولیدول (۷/۳ درصد)، کامفن (۶/۱ درصد) بودند (مهدجار و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۱۹). تحقیقات پیشین ما بر روی این گیاه، وجود لاکتون‌های سسکویی‌ترین از انواع گویانولید و ژرماکرانولید را - ازجمله آدکشن‌های (مشتقات متصل شده) اسیدآمینه مربوطه- و همچنین برخی گلیکوزیدهای فلاونوئید نشان داد. سسکویی‌ترین‌های از نوع گویانولید که دسته‌ای از فیتوشیمیایی‌ها با طیف وسیعی از فعالیت‌ها ازجمله پتانسیل سیتوتوکسیک، ضد پروتوزوئال و ضد التهابی هستند نیز از متابولیت‌های برجسته *A. garcinii* محسوب می‌شوند. لوکودین و زالوزانین C و مشتقات آن‌ها و همچنین گارسینامین E و سایر گویان‌ها از این گونه جداسازی شده‌اند (پرون، ۲۰۱۹). باوجود پژوهش‌های گسترده در زمینه ترکیبات شیمیایی *A. garcinii* در سایر مناطق جهان، بررسی‌های محدودی بر نمونه‌های ایران صورت گرفته است. از این رو، این مطالعه باهدف مقایسه ویژگی‌های فیتوشیمیایی و مورفولوژیکی گیاه سندان در دو رویشگاه طبیعی شهرستان داراب طراحی شده است.

ژرماکرانولیدها (عبدالستار و مک فالی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰) می‌باشد که به‌طور گسترده به‌عنوان یک منبع تجدیدپذیر در صنایع دارویی و آرایشی-بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (مومو<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱) چندین ماده شیمیایی از آن سنتز شده است. عصاره گیاه سندان دارای فعالیت‌های ضد قند خون، ضد چربی خون و ضد التهابی بوده و در درمان دیابت و عوارض آن مؤثر است (خارجول<sup>۳</sup>، ۲۰۱۴). مصرف عصاره اتانولی گیاه گارسینی (*A. garcinii*) قبل از مصرف تتراکلرید کربن، اثر محافظتی بر کبد موش‌ها داشته است (پرون، ۲۰۱۹، آک بابا<sup>۴</sup>، ۲۰۱۶). همچنین گیاه سندان دارای خاصیت ضد زخم بسیار قوی می‌باشد (دلاریار<sup>۵</sup>، ۲۰۰۹). عصاره استات اتیل (Ethyl acetate) این گیاه نیز دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و فعالیت‌های ضد کولین استراز، ضد تیروزیناز و ضد آلفا-گلوکوزیداز است. این عصاره میزان چربی خون را در موش‌های مبتلا به دیابت کاهش می‌دهد (عبدالستار و مکفیل<sup>۶</sup>، ۱۹۹۶).

اسانس و عصاره بخش‌های هوایی *A. garcinii* دارای خواص ضد اچ‌آی‌وی (HIV)، ضد قارچ و ضد باکتری هستند و در محیط‌های اساسی از خوردگی فلزات جلوگیری می‌کنند (ال اوتابی<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). پودر *A. garcinii* ممکن است به‌طور دائمی جایگزین آفت‌کش‌های شیمیایی شود، زیرا اثر بازدارندگی بر رشد قارچ *Penicillium italicum* در مرکبات دارد (اسکاران<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). ترکیب شیمیایی اسانس‌های بخش‌های رویشی و گل‌های گیاه وحشی *Anvillea garcinii* در عربستان سعودی مورد مطالعه قرار گرفته شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد اسانس‌های استخراج شده گل‌ها و بخش‌های رویشی گیاه سندان با استفاده از دستگاه‌های GC-FID و GC-MS با به‌کارگیری ستون‌های قطبی و غیرقطبی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. این بررسی منجر به شناسایی ۱۴۰ ترکیب درمجموع از هر دو اسانس شد که از این تعداد، ۱۳۰

1. Abdel-Sattar and McPhail
2. Moumou
3. Kharjul
4. Aqababa
5. De Lira Mota KS
6. Abdel-Sattar E, McPhail
7. Al-Otaibi
8. Askarne
9. Mahdijar

## مواد و روش‌ها

## الف) موقعیت رویشگاه‌های طبیعی گیاه دارویی سندان

برای انجام پژوهش حاضر، ابتدا محدوده دو رویشگاه طبیعی گیاه دارویی سندان در شهرستان داراب با استفاده از منابع مختلف شامل فلورا ایرانیکا، مطالعات علمی پیشین،

پژوهش‌های میدانی، گزارش‌های رسمی، مصاحبه با کارشناسان و افراد محلی و بازدیدهای میدانی شناسایی شد. در هر منطقه ارتفاع از سطح دریا، طول و عرض جغرافیایی به وسیله دستگاه موقعیت یاب (GPS، مدل Vista، تایوان) اندازه‌گیری گردید (جدول ۱؛ شکل ۱).

جدول (۱): خصوصیات جغرافیایی رویشگاه‌های طبیعی گیاه دارویی سندان در شهرستان داراب

Table (1): Geographic characteristics of the natural habitats of the *Anvillea garcinii* subsp. *radiata* medicinal plant in Darab county.

| ارتفاع از سطح دریا<br>(متر) | طول<br>(درجه/دقیقه / ثانیه) | عرض<br>(درجه/دقیقه / ثانیه) | جغرافیایی<br>محل | جمع‌آوری<br>نمونه‌های گیاهی |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|
| ۱۱۵۶                        | 54°12'55"E                  | 28°41'39.7"N                | دولت‌آباد        |                             |
| ۱۱۳۹                        | 54°34'25.0"E                | 28°45'18.9"N                | کارخانه سیمان    |                             |



شکل (۱): موقعیت رویشگاه طبیعی گیاه دارویی سندان در شهرستان داراب

Figure (1): Location of the natural habitat of the *Anvillea garcinii* subsp. *radiata* medicinal plant in Darab county

## ب) روش نمونه‌برداری و جمع‌آوری داده‌های مورفولوژیکی گیاه

پس از شناسایی رویشگاه‌های طبیعی گیاه سندان در شهرستان داراب در هر رویشگاه، ۲ ترانسکت به‌طور تصادفی با طول ۱۰۰ متر مستقر شد (در مجموع ۴ ترانسکت). در امتداد هر ترانسکت، در فواصل هر ۱۰ متری یک پلات ۱×۲ متر قرار گرفت و در مجموع ۴۰ پلات در دو منطقه ایجاد شد. اطلاعات

رویشگاهی هر منطقه شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا، با استفاده از دستگاه مکان‌یاب جهانی (GPS) (مدل Garmin eTrex 30x) ثبت گردید. در هر پلات، پارامترهای پوشش گیاهی شامل درصد تاج پوشش، تعداد پایه گیاه دارویی سندان، درصد تاج پوشش این‌گونه و ارتفاع بوته برداشت شد (شکل ۲). همچنین صفات مورفولوژیکی مثل طول گل‌آذین، ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌گل‌دهنده اندازه‌گیری شد.



شکل (۲): نمونه برداری و اندازه گیری صفات ظاهری از گیاه سندنانی

 Figure (2): Sampling and measurement of the morphological traits of the *Anvillea garcinii* subsp. *radiata* plant

با توجه به بالا بودن تراکم و فراوانی گیاه سندنانی در رویشگاه خاک، میزان هدایت الکتریکی و عناصر خاک، از طریق کارخانه سیمان و دولت آباد در شهرستان داراب، خصوصیات نمونه برداری خاک و تجزیه و تحلیل اطلاعات نیز ثبت شد فیزیکی و شیمیایی خاک این رویشگاهها مانند میزان اسیدیته (جدول ۲).

جدول (۲): مقایسه آماری خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مناطق جمع آوری گیاه دارویی سندنانی در رویشگاه طبیعی داراب (دولت آباد و کارخانه سیمان)

 Table (2): Physicochemical properties of soil in the collection areas of the *Anvillea garcinii* subsp. *radiata* medicinal plant in the natural habitat of Darab (Dolatabad and Cement Factory)

| ردیف | فاکتور خاک                | میانگین دولت آباد | کارخانه سیمان | میانگین سیمان | t محاسباتی | P-value | معنی داری (۰/۰۵) |
|------|---------------------------|-------------------|---------------|---------------|------------|---------|------------------|
| ۱    | اسیدیته pH                | ۹/۱۸              | ۸/۸۳          | ۲/۴۵-         | ۰/۰۷۱      | (ns)    | غیر معنی دار     |
| ۲    | شوری (دس زیمنس بر متر) EC | ۰/۲۲              | ۰/۳۲          | ۱/۹۸+         | ۰/۱۱۹      | (ns)    | غیر معنی دار     |
| ۳    | درصد شن                   | ۸۴/۸۴             | ۸۸/۸۴         | ۱/۱۲+         | ۰/۳۲۶      | (ns)    | غیر معنی دار     |
| ۴    | درصد سیلت                 | ۰/۹۲              | ۱/۰۸          | ۰/۸۷+         | ۰/۴۳۳      | (ns)    | غیر معنی دار     |
| ۵    | درصد رس                   | ۰/۸               | ۲/۴۴          | ۳/۶۷+         | ۰/۰۲۱      | (*)     | معنی دار         |
| ۶    | درصد ماده آلی خاک         | ۰/۲۴              | ۰/۲۴          | ۰/۰۰          | ۱/۰۰۰      | (ns)    | غیر معنی دار     |
| ۷    | کربنات کلسیم              | ۷۹/۷۵             | ۸۰/۲۵         | ۰/۳۲+         | ۰/۷۶۵      | (ns)    | غیر معنی دار     |
| ۸    | ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) | ۲/۰۳              | ۳/۰۷          | ۲/۵۱+         | ۰/۰۶۶      | (ns)    | غیر معنی دار     |

### ج) اندازه گیری صفات فتوسنتزی در گیاه دارویی سندنانی

جهت تعیین فلورسانس کلروفیل، از دستگاه فلورسانس سنج (Fim 1500, ADC, UK) استفاده گردید. این دستگاه دارای گیره های کوچکی است که به مدت ۱۰ دقیقه به برگ های مورد نظر وصل می شوند. این دوره زمانی، مدت زمان بهینه جهت سازش به تاریکی است. بعد از زمان مربوطه، با شدت نور ۱۰ درصد (به عنوان شدت نور بهینه) و به مدت ۲ ثانیه (به عنوان بهترین زمان تابش نور) پارامترهای زیر اندازه گیری شدند (مکسول و

مقایسه ویژگی های خاک دو رویشگاه نشان داد که به جز درصد رس که در رویشگاه کارخانه سیمان به طور معنی داری بیشتر بود ( $P=0.021$ )، سایر پارامترهای فیزیکوشیمیایی تفاوت آماری معنی داری نداشتند. با این حال، روند افزایش CEC و کاهش pH در رویشگاه کارخانه سیمان، هر چند غیر معنی دار، می تواند در کنار رس بیشتر، توجه گر برخی تفاوت های مورفولوژیک و فتوسنتزی مشاهده شده بین دو جمعیت باشد. به طور کلی، هر دو رویشگاه از خاک های شنی-آهکی با ماده آلی بسیار کم و زهکشی بالا برخوردارند که نشان دهنده سازگاری بالای گیاه سندنانی با شرایط سخت اکولوژیکی است.

فلورسانس بیشینه ( $F_v/F_o$ ) و نسبت شدت فلورسانس متغیر به شدت فلورسانس پایه توسط دستگاه فلورسانس سنج اندازه شد (شکل ۳).



شکل (۳): اندازه‌گیری خصوصیات فتوسنتزی در گیاه دارویی ساندانی در شهرستان داراب

Figure (3): Measurement of photosynthetic characteristics in the medicinal plant *Anvillea garcinii* subsp. *radiata* in Darab County

اسیدکلریدریک ۲ نرمال، روی حمام بخار، به خاکستر حاصل افزوده و به مدت ده دقیقه در این حالت حفظ شد. سپس خاکستر هضم شده با اسید، با استفاده از آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسید. غلظت عناصر کمیاب (آهن، منگنز، مس و روی) در عصاره حاصل با استفاده از دستگاه جذب اتمی (PG 990, UK) اندازه گرفته شد (دینگ و همکاران، ۲۰۱۳).

### ح) مطالعه فیتوشیمیایی گیاه دارویی ساندانی

#### ۱- جمع‌آوری گیاه

نمونه‌ها در مرحله گل‌دهی از رویشگاه‌های طبیعی داراب جمع‌آوری شدند (شکل ۴).

جوهانسون<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰). پارامترهایی از قبیل ( $F_o$ ) شدت فلورسانس پایه، ( $F_m$ ) شدت فلورسانس بیشینه، ( $F_v$ ) شدت فلورسانس متغیر، ( $F_v/F_m$ ) نسبت شدت فلورسانس متغیر به شدت فلورسانس بیشینه، ( $T_m$ ) زمان رسیدن به شدت

### د) تجزیه شیمیایی گیاه دارویی ساندانی جهت

#### مشخص کردن عناصر شیمیایی

در ابتدا نمونه‌های جمع‌آوری شده، به منظور برطرف کردن هرگونه آلودگی، با آب معمولی شسته و سپس به مدت ۴۸ ساعت در آون، در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد، نگهداری شدند تا خشک شوند. نمونه‌های خشک شده در آون با آسیاب پودر شدند و به منظور اندازه‌گیری غلظت عناصر کمیاب، به آزمایشگاه شیمی انتقال یافتند. جهت تجزیه عنصری ۰/۵ گرم پودر از گیاهان ساندانی وزن شد. سپس این مقدار به مدت دو ساعت در کوره الکتریکی، در دمای پانصد درجه سانتی‌گراد، نگه داشته شد تا خاکستر شود. پس‌از آن، ۵ میلی‌لیتر



شکل (۴): گیاه دارویی سندانسی در رویشگاه طبیعی در شهرستان داراب (منبع: نویسنده ۱۴۰۴)

Figure (4): The medicinal plant *Anvillea garcinii* subsp. *radiata* in its natural habitat in Darab County (Source: the author, 2025)

## ۲- خشک کردن و استخراج عصاره

برای جلوگیری از بروز تغییرات نامطلوب، اندام‌های گیاهی در سایه و در دمای ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و پس از پودر کردن گیاه با آسیاب برقی، از طریق دستگاه سوکسله با استفاده از حلال متانول عصاره‌گیری انجام شد. بدین منظور، حدود ۳۰ گرم از نمونه پودر شده گیاه درون کارتوش سلولزی قرار داده شد و در محفظه استخراج دستگاه سوکسله قرار گرفت. سپس ۲۵۰ میلی‌لیتر متانول به‌عنوان حلال استخراجی در بالن دستگاه ریخته شد و فرایند استخراج تحت دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد تا شفاف شدن رنگ حلال موجود در محفظه سوکسله ادامه یافت. پس از اتمام فرایند استخراج، عصاره حاصل با استفاده از کاغذ صافی و تحت خلأ، فیلتراسیون گردید تا ناخالصی‌های جامد از محلول عصاره جدا شوند (گوپتا، ۲۰۱۲). عصاره به‌دست‌آمده از گیاه دارویی سندانسی تا زمان

تزریق به دستگاه گازکروماتوگراف در در یخچال، در دمای ۴ درجه ۵ سانتی‌گراد و در ظروف شیشه‌ای دربسته نگهداری شد (نیکزاد و همکاران، ۲۰۲۰).

## ۳- شناسایی ترکیبات تشکیل‌دهنده عصاره گیاه سندانسی

جهت تعیین کمیت و کیفیت ترکیبات تشکیل‌دهنده عصاره گیاه سندانسی از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC: Gas chromatography) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC-MS: Gas chromatography-mass spectrometry) استفاده شد.

## ۴- روش‌های تجزیه دستگاهی

مشخصات گازکروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌سنج جرمی از نوع Agilent technologies مدل 5975C، ستون HP-5MS به طول ۳۰ متر

جدول (۳): مقایسه آماری مقادیر صفات گیاهی گیاه دارویی

سندانی

Table (3): Values of morphological traits of the medicinal plant *Anvillea garcinii* subsp. *radiata*

| نتیجه       | سطح<br>معنی داری | t مقدار | رویشگاه       | صفت                     |
|-------------|------------------|---------|---------------|-------------------------|
| *معنی دار   | ۰/۰۴۸            | ۲/۳۴    | دولت آباد     | تراکم (پایه)            |
|             |                  |         | کارخانه سیمان | در مترمربع              |
| غیرمعنی دار | ۰/۰۸۳            | ۱/۹۸    | دولت آباد     | درصد تاج                |
|             |                  |         | کارخانه سیمان | پوشش                    |
| *معنی دار   | ۰/۰۱۷            | ۳/۰۱    | دولت آباد     | قطر بزرگ                |
|             |                  |         | کارخانه سیمان | تاج پوشش<br>(سانتی متر) |
| **معنی دار  | ۰/۰۰۲            | ۴/۱۲    | دولت آباد     | ارتفاع گیاه             |
|             |                  |         | کارخانه سیمان | (سانتی متر)             |
| *معنی دار   | ۰/۰۲۸            | ۲/۶۷    | دولت آباد     | طول                     |
|             |                  |         | کارخانه سیمان | گل آذین<br>(سانتی متر)  |
| **معنی دار  | ۰/۰۰۸            | ۳/۴۵    | دولت آباد     | تعداد شاخه              |
|             |                  |         | کارخانه سیمان | گل دهنده                |

بر اساس نتایج آزمون t-test مستقل، تفاوت معنی داری بین دو رویشگاه از نظر صفات تراکم ( $p=0.048$ )، قطر تاج پوشش ( $p=0.017$ )، ارتفاع گیاه ( $p=0.002$ )، طول گل آذین ( $p=0.028$ ) و تعداد شاخه گل دهنده ( $p=0.008$ ) مشاهده شد. به طوری که تمامی این صفات در رویشگاه کارخانه سیمان میانگین بالاتری نسبت به رویشگاه دولت آباد داشتند. این افزایش احتمالاً به دلیل تفاوت در شرایط خاکی، رطوبت، یا ارتفاع از سطح دریا بین دو منطقه است. با این حال، درصد تاج پوشش تفاوت معنی داری را نشان نداد ( $p=0.083$ ) که می تواند حاکی از تأثیر کمتر این عامل بر ساختار پوشش گیاهی در مقایسه با سایر صفات باشد.

#### ب) مطالعه فیتوشیمیایی گیاه دارویی سندانی

ترکیب های شناسایی شده در عصاره گیاه دارویی سندانی در رویشگاه های دولت آباد و کارخانه سیمان در مراتع شهرستان داراب در جدول های ۴ و ۵ ارائه شده است. در اثر استخراج و آنالیز عصاره گیاه سندانی در رویشگاه های مختلف در شهرستان داراب ۳۱ ترکیب شیمیایی متفاوت شناسایی شدند. نتایج فیتوشیمیایی گیاه سندانی در منطقه دولت آباد شامل 3-Oxatricyclo[4.2.0.0<sup>24</sup>]octan-7-one، ۲۹/۹ درصد، 4-

و قطر ۰/۲۵، ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. برنامه ریزی حرارتی ستون شبیه برنامه ریزی ستون در دستگاه GC بوده و دمای محفظه تزریق ۲۸۰ درجه سانتی گراد، انرژی یونیزاسیون در دستگاه ۷۰ الکترون ولت و گاز حامل هلیوم با سرعت یک میلی لیتر بر دقیقه بود. برای جداسازی و شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده عصاره گیاه سندانی از دستگاه GC-MS برای تعیین درصد اجزاء آن از دستگاه GC استفاده شد. شناسایی با استفاده از پارامترهای مختلف، از قبیل طیف جرمی و مقایسه این پارامترها با اطلاعات موجود در حافظه کامپیوتر دستگاه GC-MS و منابع انجام پذیرفت (آدامز<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷).

#### ۵- شناسایی ترکیب های تشکیل دهنده عصاره

پس از تزریق عصاره به دستگاه های گاز کروماتوگراف و GC-MS و استفاده از اندیس بازداری، زمان بازداری (RT) ترکیب ها، با استفاده از طیف های جرمی، مشخص شد. سپس ترکیبات شناسایی شده با استفاده از پارامترهای مختلف از جمله طیف جرمی و مقایسه با اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه GC-MS و منابع دیگر، شناسایی و تأیید شدند.

#### نتایج

##### الف) مطالعات مورفولوژیکی گیاه دارویی سندانی

با تجزیه و تحلیل داده های مربوط به پوشش گیاهی مشخص شد که میزان پوشش گونه سندانی در منطقه مورد مطالعه ۳۳/۱۰ درصد است. حداقل و حداکثر درصد پوشش گونه گیاه دارویی سندانی به ترتیب ۲۰ و ۵۰ درصد است. همچنین متوسط تراکم گونه گیاه دارویی سندانی در منطقه مورد مطالعه ۵ پایه است. حداقل و حداکثر تراکم گونه گیاه دارویی سندانی به ترتیب ۳ و ۷ پایه است. نتایج حاصل از بررسی صفات گیاهی نشان داد میانگین ارتفاع گیاه دارویی سندانی ۲۸ سانتی متر می باشد. حداقل ارتفاع گیاه ۲۰ سانتی متر و حداکثر ارتفاع گیاه ۳۵ سانتی متر می باشد. فاکتورهای مورفولوژیکی گیاه نیز شامل قطر تاج پوشش، طول گل آذین و تعداد شاخه گل دهنده که به ترتیب ۵۴/۵۰، ۱۹/۷۰ و ۲۵ سانتی متر است و نشان دهنده ویژگی های مهم این گیاه در منطقه مورد مطالعه می باشد (جدول ۳).

Nonenenitrile، ۹ درصد و 2-Ethyl-3-methyl-4,6-ester، ۸/۷۳ درصد شناسایی شدند. مشاهده تفاوت در ترکیبات شناسایی شده غالب بین دو منطقه مورد مطالعه، می تواند ناشی از اختلاف شرایط اکولوژیکی و تأثیرات فعالیت های صنعتی باشد. Octadecenoic acid غالب در رویشگاه کارخانه سیمان شامل Hexadecanoic acid, methyl (Z)-(CAS)-9، ۱۷/۳۰ درصد و

جدول (۴): مقایسه نوع و درصد ترکیبات به دست آمده از عصاره گیاه دارویی سندان در رویشگاه دولت آباد شهرستان داراب

Table (4): Comparison of the type and percentage of compounds obtained from the medicinal plant *Anvillea garcinii* subsp. *radiata* extract in the Davatabad habitat of Darab county

| شماره | نام ترکیب                                                                | میزان ماده<br>بر حسب درصد | زمان بازداری<br>Retention Time |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| ۱     | Benzeneethanol (CAS)                                                     | ۳/۱۰                      | ۱۰/۵۷                          |
| ۲     | Phenol, 5-methyl-2-(1-methylethyl)- (CAS)                                | ۰/۵۴                      | ۱۵/۵۷                          |
| ۳     | trans-Tricyclo[7.5.0.0(2,8)]tetradeca-7,9-diene                          | ۰/۴۹                      | ۲۴/۸۰                          |
| ۴     | NEOPHYTADIENE                                                            | ۰/۶۳                      | ۲۷/۸۹                          |
| ۵     | Pentadecanoic acid, 14-methyl, methyl ester (CAS)                        | ۲/۲۰                      | ۲۹/۸۱                          |
| ۶     | Hexadecanoic acid (CAS)                                                  | ۳/۷۱                      | ۳۰/۸۳                          |
| ۷     | H-3a,7-Methanoazulene, octahydro-1,4,9,9-tetramethyl                     | ۰/۳۴                      | ۳۲/۷۳                          |
| ۸     | Methyltricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane-3-carboxylic acid                    | ۰/۲۶                      | ۳۲/۹۳                          |
| ۹     | Octadecadienoic acid (Z,Z), methyl ester (CAS)-۹,۱۲                      | ۱/۱۰                      | ۳۳/۰۶                          |
| ۱۰    | Octadecenoic acid, methyl ester-۷                                        | ۱/۴۱                      | ۳۳/۱۷                          |
| ۱۱    | Octadecanoic acid, methyl ester (CAS)                                    | ۰/۳۱                      | ۳۳/۶۴                          |
| ۱۲    | Trifluoroacetyl-epiisoborneol                                            | ۰/۳۴                      | ۳۳/۷۱                          |
| ۱۳    | Z,E-2,13-Octadecadien-1-ol                                               | ۶/۲۵                      | ۳۴/۲۰                          |
| ۱۴    | (R)-()-14-Methyl-8-hexadecyn-1-ol                                        | ۰/۶۳                      | ۳۴/۳۹                          |
| ۱۵    | Octadecanoic acid                                                        | ۱/۱۷                      | ۳۴/۵۹                          |
| ۱۶    | s-Triazolo[4,3-a]pyridine-3-thiol, 7-methyl-                             | ۵/۸۳                      | ۳۵/۲۳                          |
| ۱۷    | Methyl 8-(3,4-Dimethoxyphenyl)octanoate                                  | ۲/۶۱                      | ۳۵/۳۱                          |
| ۱۸    | (E)-3,4-Epoxy-1-1',2'-epoxy-3',3'-epoxymethano-                          | ۱/۱۹                      | ۳۵/۹۴                          |
| ۱۹    | Cyclopenta[ef]heptalene, 6,10b-dihydro-10b-methyl-(CAS)                  | ۱/۵۰                      | ۳۶/۳۱                          |
| ۲۰    | Caryophyllene oxide-()                                                   | ۰/۵۴                      | ۳۶/۴۰                          |
| ۲۱    | Benzene, 1,1'-(1,2-ethenediyl)bis-, (E)- (CAS)                           | ۰/۵۹                      | ۳۶/۷۷                          |
| ۲۲    | Ethyl-3-methyl-4,6-diphenylpyridine-۲                                    | ۷/۸۵                      | ۳۷/۳۰                          |
| ۲۳    | Methylbis(phenylmethyl)benzene                                           | ۰/۵۳                      | ۳۷/۵۴                          |
| ۲۴    | Benzene, 1,1'-[1-(methylthio)ethylidene]bis                              | ۱/۵۳                      | ۳۸/۱۱                          |
| ۲۵    | Methylbis(phenylmethyl)benzene                                           | ۲/۷۷                      | ۳۸/۴۱                          |
| ۲۶    | 1,2,3,4,5,6-Hexahydro-1,5-imino-9-methoxy-3,8,11-trimethyl-3-benzazocine | ۵/۶۹                      | ۳۸/۷۵                          |
| ۲۷    | Gaillardin                                                               | ۱/۳۷                      | ۳۸/۸۶                          |
| ۲۸    | Methylbis(phenylmethyl)benzene                                           | ۱/۸۹                      | ۳۹/۰۹                          |
| ۲۹    | 6-methoxy-9-methyl-11-oxoechiboline                                      | ۱/۰۰۶                     | ۳۹/۲۹                          |
| ۳۰    | 2-Penten-4-yn-1-ol, 3-methyl, (E)                                        | ۰/۷۳                      | ۳۹/۳۸                          |
| ۳۱    | MEGASTIGMATRIENONE                                                       | ۱/۳۰                      | ۴۰/۰۶                          |
| ۳۲    | 4-Ethylthio-5-chloro-pyrimidin-2(1H)-one                                 | ۰/۶۹                      | ۴۰/۲۷                          |
| ۳۳    | 1,2-Benzenedicarboxylic acid, 3-nitro- (CAS)                             | ۰/۷۰                      | ۴۲/۰۴                          |
| ۳۴    | 4-Nonenenitrile                                                          | ۹/۰۰۹                     | ۴۳/۲۳                          |
| ۳۵    | 3-Oxatricyclo[4.2.0.0(2,4)]octan-7-one                                   | ۲۹/۵۲                     | ۴۴/۲۷                          |

جدول (۵): مقایسه نوع و درصد ترکیبات به دست آمده از اسانس گیاه دارویی سندانسی در رویشگاه کارخانه سیمان شهرستان داراب  
 Table (5): Comparison of the type and percentage of compounds obtained from the essential oil of the medicinal plant *Anvillea garcinii* subsp. *radiata* in the habitat of the Darab cement factory

| شماره       | نام ترکیب                                                               | میزان | ماده | زمان بازداری | Retention Time |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------|-------|------|--------------|----------------|
| بر حسب درصد |                                                                         |       |      |              |                |
| ۱           | 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-(CAS)                | ۰/۶۳  |      | ۱۲/۰۷        |                |
| ۲           | 2-Methoxy-4-vinylphenol                                                 | ۰/۶۳  |      | ۱۶/۵۹        |                |
| ۳           | Tetradecanoic acid, methyl ester (CAS)                                  | ۰/۴۱  |      | ۲۵/۹۸        |                |
| ۴           | A50 \$\$ Metholeneat 2495 \$\$ Myristic acid                            | ۰/۴۷  |      | ۴۷/۲۳        |                |
| ۵           | Hexadecanoic acid, methyl ester                                         | ۸/۷۳  |      | ۳۰/۱۹        |                |
| ۶           | Methyl n-hexadecanoat                                                   | ۱/۶۱  |      | ۳۰/۸۸        |                |
| ۷           | Hexadecanoic acid (CAS)                                                 | ۵/۷۲  |      | ۳۱/۳۶        |                |
| ۸           | Octadecadienoic acid (Z,Z), methyl ester-۹.۱۲                           | ۵/۳۸  |      | ۳۳/۴۷        |                |
| ۹           | Octadecenoic acid, methyl ester-۸                                       | ۹/۵۶  |      | ۳۳/۵۷        |                |
| ۱۰          | Octadecanoic acid, methyl ester                                         | ۱/۸۵  |      | ۳۴/۰۴        |                |
| ۱۱          | Octadecenoic acid (Z)- (CAS)-۹                                          | ۱۷/۳۰ |      | ۳۱/۸۱        |                |
| ۱۲          | Wecoline OO                                                             | ۴/۰۵  |      | ۳۵/۱۹        |                |
| ۱۳          | Octadecadienoic acid (Z,Z)-۹.۱۲                                         | ۱/۳۳  |      | ۳۵/۷۱        |                |
| ۱۴          | Penten-2-one, 3-bromo-4-methyl-۳                                        | ۸/۱۳  |      | ۳۷/۰۶        |                |
| ۱۵          | Linoleic acid                                                           | ۰/۸۳  |      | ۳۷/۵۹        |                |
| ۱۶          | 1,3,6-Triethyl-8-methyl-2,7-naphthyridine                               | ۱/۲۵  |      | ۳۷/۸۳        |                |
| ۱۷          | Octyne (CAS)-۳                                                          | ۴/۷۵  |      | ۳۸/۲۱        |                |
| ۱۸          | Heptadiene (CAS)-۳.۴                                                    | ۰/۷۰  |      | ۳۸/۶۶        |                |
| ۱۹          | Benzenesulfonamide, 3-amino-4-hydroxy                                   | ۱۰/۳۳ |      | ۳۹/۶۷        |                |
| ۲۰          | sulfonamide                                                             | ۰/۶۶  |      | ۴۱/۰۳        |                |
| ۲۱          | Cyclohexanamine, 3,6-diethenyl-2,2-dimethyl-N                           | ۰/۶۷  |      | ۴۱/۲۹        |                |
| ۲۲          | Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester-۱.۲                          | ۱/۷۴  |      | ۴۲/۶۸        |                |
| ۲۳          | Penten-4-yn-1-ol, 3-methyl, (E)-۲                                       | ۳/۳۳  |      | ۴۴/۰۵        |                |
| ۲۴          | Bicyclo[3.1.1]heptane, 2,6,6-trimethyl, [1R-(1.alpha.2.alpha.5.alpha.)] | ۷/۹۰  |      | ۴۴/۹۳        |                |
| ۲۵          | 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-                                        | ۲/۸۳  |      | ۴۶/۷۷        |                |

ج) مطالعات تجزیه عنصری گیاه سندانسی  
 در جدول ۶ نتایج تجزیه عنصری مربوط به برگ (میانگین سه برگ) گیاه دارویی سندانسی آورده شده است. سطوح بالای منگنز، مس و نیکل به ویژه در محل کارخانه سیمان نشان دهنده تأثیر احتمالی ناشی از فعالیت های صنعتی است. تولید سیمان می تواند منبع انتشار فلزات در محیط زیست باشد.

جدول (۶): مقایسه آماری غلظت کل عناصر کم مصرف اندازه گیری شده در گیاه دارویی سندانسی (میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک)  
 Table (6): Total concentration of measured trace elements in the medicinal plant *Anvillea garcinii* subsp. *radiata* (mg per kg dry weight)

| نتایج        | سطح معنی داری | مقدار t | داراب (کارخانه سیمان) | داراب (دولت آباد) | عنصر       |
|--------------|---------------|---------|-----------------------|-------------------|------------|
| * معنی دار   | ۰/۰۱۳         | ۴/۲۱    | ۲۶۶۰                  | ۱۸۸۰              | آهن (Fe)   |
| ** معنی دار  | ۰/۰۰۸         | ۴/۸۷    | ۶۳۲                   | ۴۶۱               | منگنز (Mn) |
| ** معنی دار  | ۰/۰۰۱         | ۷/۹۳    | ۵۶                    | ۱۳۰               | مس (Cu)    |
| غیر معنی دار | ۰/۱۰۹         | ۲/۰۵    | ۲۳۶                   | ۲۸۲               | روی (Zn)   |
| غیر معنی دار | ۰/۱۵۰         | ۱/۷۸    | ۹۵                    | ۸۱                | نیکل (Ni)  |

به شدت مهار شده است. این حالت می تواند نشان دهنده یک تنش بسیار شدیدتر یا از نوع متفاوتی باشد. این تحلیل مقایسه ای می تواند پایه ای قوی برای بحث در مورد تأثیر تیمارهای مختلف (مانند تنش خشکی، شوری، غلظت های مختلف یک ماده شیمیایی و غیره) بر عملکرد فتوسنتزی گیاه باشد. به طور کلی، این نتایج نشان می دهد گیاه ساندانی در مواجهه با تنش های محیطی (مانند آلودگی فلزات یا خشکی)، مکانیسم های فیزیولوژیکی متفاوتی برای سازگاری به کار می گیرد.

### بحث و نتیجه گیری

عصاره گیاه دارویی ساندانی در دو رویشگاه دولت آباد و کارخانه سیمان شهرستان داراب از ترکیبات شیمیایی متنوعی تشکیل شده است که عمدتاً شامل گروه های اسیدهای چرب، استرها، ترکیبات معطر و ترپنوئیدها می باشند. باین حال، نوع و درصد ترکیبات در دو منطقه متفاوت است که نشان دهنده تأثیر شرایط اکولوژیک و محیطی بر متابولیت های ثانویه گیاه است. تنوع موجود در مقدار درصد اسانس، عصاره و نوع ترکیبات شیمیایی در گیاهان دارویی می تواند مربوط به ژنتیک گیاه، شرایط اقلیمی محل رویش، ارتفاع از سطح دریا، زمان برداشت گیاه، روش خشک کردن، روش استخراج اسانس و اثر متقابل این عوامل باشد (بیگ دلو و همکاران، ۲۰۱۷). خشکی و دمای بالا، میزان فتوسنتز را در گیاهان محدود می سازند و با تغییر در میزان جذب مواد غذایی از خاک، تولید ماده آلی، اسیدهای آمینه و قند را دچار نوسان می کند که در این شرایط گیاه تغییرات غیرعادی ایجاد شده را دریافت کرده و برای مقابله با شرایط ایجاد شده فعالیت چرخه های مربوط به تولید متابولیت های اولیه را کاهش داده و باعث فعال سازی مسیرهای تولید متابولیت های ثانویه می گردد (کریستینا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). در این پژوهش نیز تفاوت های مشاهده شده در ترکیبات شیمیایی عصاره گیاه ساندانی در دو رویشگاه می تواند ناشی از تفاوت در شرایط محیطی، نوع خاک و سایر عوامل اکولوژیک باشد.

نتایج آزمون t-test نشان داد که غلظت عناصر آهن، منگنز و مس در دو رویشگاه تفاوت معنی داری دارند. بیشترین افزایش معنی دار مربوط به مس در منطقه دولت آباد بود که می تواند ناشی از تفاوت های زمین شیمیایی یا تأثیر فعالیت های انسانی باشد. از سوی دیگر، افزایش آهن و منگنز در کارخانه سیمان احتمالاً با گردوغبار صنعتی مرتبط است.

د) نتایج صفات فتوسنتزی گیاه ساندانی: نتایج صفت فتوسنتزی در گیاه دارویی ساندانی به همراه تفسیر پارامترهای مدنظر در جدول ۷ آورده شده است.

جدول (۷): نتایج آماری صفت فتوسنتزی در گیاه دارویی

| ساندانی                                                                                                        |         |                 |                     |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|---------------------|---------|
| Table (7): Photosynthetic traits results in the medicinal plant <i>Anvillea garcinii</i> subsp. <i>Radiata</i> |         |                 |                     |         |
| معنی داری                                                                                                      | مقدار t | منطقه دولت آباد | منطقه کارخانه سیمان | پارامتر |
| ۰/۳۶                                                                                                           | ۲/۳۴    | ۱۲۴۲۳           | ۸۳۸۷                | Fo      |
| ۰/۲۸                                                                                                           | ۲/۱۱    | ۱۶۳۴۳           | ۲۴۹۶۸               | Fm      |
| ۰/۱۳                                                                                                           | ۴/۸۹    | ۳۹۲۰            | ۱۶۵۸۱               | Fv      |
| ۰/۲۰                                                                                                           | ۳/۱۲    | ۰/۲۴            | ۰/۶۶                | Fv/Fm   |
| ۰/۱۵                                                                                                           | ۴/۰۲    | ۰/۳۱            | ۱/۹۷                | Fv/Fo   |
| ۰/۱۸                                                                                                           | ۳/۴۵    | ۰/۷۶            | ۰/۳۳                | Fo/Fm   |
| ۰/۱۵                                                                                                           | ۴/۱۱    | ۲۱۹۴۹۸          | ۳۰۶۵۵               | Area    |

شرایط فتوسنتزی گیاه ساندانی در منطقه کارخانه سیمان: اگرچه پارامترهای کلیدی Fo/Fm و Fv/Fm نشان دهنده آسیب جدی به فتوسیستم II هستند، اما مقادیر بالاتر شاخص عملکرد (PI)، فلورسانس متغیر (Fv) و مساحت (Area) حاکی از آن است که این گیاه هنوز تا حدی قادر به حفظ عملکرد کلی فتوسنتز خود از طریق مکانیسم های جبرانی (احتمالاً فعال شدن چرخه های جایگزین انتقال الکترون) می باشد.

شرایط فتوسنتزی گیاه ساندانی در منطقه دولت آباد: مقادیر به ظاهر طبیعی Fo/Fm و Fv/Fm در این نمونه می تواند گمراه کننده باشد. مقادیر بسیار پایین شاخص عملکرد (PI)، Fv و Area نشان می دهد که اگرچه خود فتوسیستم II ممکن است سالم به نظر برسد، اما کل فرایند فتوسنتز و زنجیره انتقال الکترون

دارویی سندنانی در رویشگاه منطقه دولت‌آباد به دلیل حضور ترکیبات منحصربه‌فرد مانند [3-Oxatricyclo [4.2.0.0(2,4)] octan-7-one می‌تواند جهت مطالعات فارماکولوژیک بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

آنالیز کروماتوگرافی گازی (GC) تفاوت‌های کمی و کیفی قابل توجهی در ترکیبات عصاره گیاه دارویی سندنانی از دو رویشگاه متمایز در شهرستان داراب نشان می‌دهد. درصد ترکیبات عصاره گیاه دارویی سندنانی در منطقه کارخانه سیمان با غلظت بسیار بالای اسیدهای چرب و استرهای متیلی آن‌ها مشخص می‌شود که به صورت جمعی، کلاس شیمیایی غالب را تشکیل می‌دهند. از ترکیبات کلیدی می‌توان به اسید اکتادسنوئیک ۱۷/۳۰Z درصد، اسید هگزادکانوئیک ۵/۷۳ درصد و انواع استرهای متیلی اسیدهای اکتادکادینوئیک و اکتادسنوئیک اشاره کرد این نمایه نشان‌دهنده مسیر متابولیکی است که به شدت به سمت سنتز لیپیدها جهت گیری شده است. منطقه دولت‌آباد دارای ۳۵ ترکیب در مقابل ۲۶ ترکیب در منطقه کارخانه سیمان است که نشان‌دهنده تنوع متابولیتی بیشتر در این رویشگاه است. در هر دو منطقه، ترکیبات با زمان بازداری بالاتر (۳۵-۴۵ دقیقه) درصد بیشتری دارند. این ترکیبات عمدتاً شامل اسیدهای چرب با زنجیره بلند و ترکیبات حلقوی هستند. تفاوت در نوع ترکیبات عمده نشان‌دهنده پاسخ متابولیکی متفاوت گیاه به شرایط محیطی است. در منطقه کارخانه سیمان، ترکیبات اسیدی و سولفونامیدی غلبه دارند و در منطقه دولت‌آباد، ترکیبات حلقوی و ترپنوئیدی غالب هستند. این تحلیل‌ها می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای مطالعات اکولوژیک- شیمیایی بیشتر و انتخاب رویشگاه بهینه برای کشت دارویی گیاه سندنانی مورد استفاده قرار گیرد.

نتایج تجزیه عصاره گیاه سندنانی در شهرستان داراب نشان داد ترکیب [3-octan-7-one Oxatricyclo[4.2.0.0(2,4)] بالاترین درصد ترکیب شیمیایی در دو رویشگاه است که می‌تواند از نظر فارماکولوژیک و فیتوشیمیایی مورد توجه قرار گیرد. حضور این ترکیب به همراه سایر ترکیبات زیست فعال می‌تواند نشان‌دهنده ظرفیت دارویی قابل توجه این گیاه در شرایط

در هر دو منطقه، ترکیبات اسیدی چرب مانند Hexadecanoic acid و Octadecenoic acid از جمله ترکیبات غالب شناسایی شدند. با این حال منطقه کارخانه سیمان دارای سهم بیشتری از اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع بود. در نمونه سندنانی در منطقه کارخانه سیمان شهرستان داراب، ترکیباتی نظیر Octadecenoic acid (Z) با ۳۰/۱۷ درصد و Benzenesulfonamide, 3-amino-4-hydroxy با ۳۳/۱۰ درصد از جمله ترکیبات اصلی هستند. منطقه دولت‌آباد دارای ترکیبات پیچیده‌تری مانند مشتقات حلقوی و نیتریل (مانند ۴-Nonencnitrile) است. در نمونه دولت‌آباد، ترکیباتی مانند ۳-octan-7-one Oxatricyclo [4.2.0.0(2,4)] با ۵۲/۲۵ درصد و Benzene, 1,1'-(1,2-ethenediyl) bis- با ۸۵/۷ درصد سهم بیشتری دارند. این تفاوت‌ها ممکن است ناشی از تفاوت در نوع خاک، آلودگی هوای ناشی از کارخانه سیمان، یا سایر عوامل محیطی باشد. همچنین در هر دو نمونه، ترکیباتی با خواص دارویی و زیست فعال شناسایی شدند. Linoleic acid در نمونه کارخانه سیمان (با درصد پایین) و Caryophyllene oxide در نمونه دولت‌آباد که هر دو دارای خواص ضد التهابی و آنتی‌اکسیدانی هستند. همچنین ترکیبات فنولی مانند ۲-Methoxy-4-vinylphenol در نمونه کارخانه سیمان که دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی است. مقایسه دو منطقه نشان می‌دهد که رویشگاه تأثیر واضحی بر تولید و تجمع ترکیبات شیمیایی در اسانس گیاه سندنانی دارد. تعداد ترکیبات شناسایی شده در رویشگاه گیاه سندنانی در منطقه دولت‌آباد شهرستان داراب ۳۵ ترکیب، تنوع بالای ترکیبات آروماتیک، آلکالوئیدی و مشتقات پیچیده مشاهده می‌شود. حضور مقادیر قابل توجهی ترکیبات اکسیژن‌دار با ساختارهای حلقوی (مانند اسیدها، الکل‌ها و استرها) در ترکیبات این رویشگاه وجود دارند. وجود ترکیبات با عملکرد زیستی بالا مانند Hexadecanoic acid با خواص ضدباکتری و آنتی‌اکسیدان، Gaillardin با فعالیت ضدسرطانی و ضد التهابی، Caryophyllene oxide با خاصیت حشره‌کشی و ضد میکروبی نشان‌دهنده شرایط اکولوژیکی مناسب و غنای متابولیت‌های ثانویه می‌باشد. نوع ترکیبات در عصاره گیاه

خانواده پیریدین‌های دی فنیل تعلق دارد (شکل ۱۰). اگرچه خود این ترکیب عیناً در منابع حاضر یافت نشد، اما مطالعات گسترده‌ای بر روی مشتقات ساختاری بسیار نزدیک به آن انجام شده است. این مطالعات عمدتاً بر روی ترکیباتی با هسته 4,6-diphenylpyridine متمرکز هستند که در موقعیت ۲ یک گروه آمینو ( $\text{NH}_2$ ) و در موقعیت ۳ یک گروه نیتریل ( $\text{CN}$ ) دارند.

یکی دیگر از ترکیبات شناسایی شده در عصاره گیاه دارویی سندنانی Z,E-2,13-Octadecadien-1-ol است. وزن مولکولی و فرمول شیمیایی این ترکیب به ترتیب ۲۶۶/۴۶ و این ترکیب دارای دو باند دوگانه در موقعیت‌های کربن ۲ و ۱۳ زنجیره ۱۸ کربنه خود است که به صورت ایزومرهای هندسی E (ترانس) و Z (سیس) وجود دارد.

ترکیب Z,E-2,13-Octadecadien-1-ol و استر استات آن Z,E-2,13-Octadecadien-1-yl Acetate در مدیریت تلفیقی آفات به عنوان یک سمیوکیکال (Semiochemical) استفاده می‌شوند (ویتکال<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). ترکیبات غالبی که در رویشگاه گیاه سندنانی جمع‌آوری شده در منطقه دولت‌آباد بودند در اینجا مورد بحث قرار گرفته شد. اولین ترکیب مورد بررسی ترکیب ۹ - (Z)-Octadecenoic acid (CAS) است. درصد این ترکیب در گیاه سندنانی ۱۷/۳۰ درصد است. این ترکیب که بیشتر با نام اسید اولئیک شناخته می‌شود، یک اسید چرب مونو غیراشباع مهم با کاربردها و ویژگی‌های گسترده است. اسید اولئیک رایج‌ترین اسید چرب مونو غیراشباع در طبیعت است. این ترکیب به صورت عمده در ساختار تری گلیسریدها وجود دارد و در منابع مختلف گیاهی و جانوری یافت می‌شود (گانستون<sup>۶</sup>، ۲۰۱۱). فعالیت ضد میکروبی، حشره کشی و آنتی‌اکسیدانی و ضد سرطانی این ترکیب در پژوهش مورد بررسی قرار گرفته شده است. استر متیلی اسید اولئیک (Methyl oleate) که از گیاه *Bidens bipinnata* جدا شده است، فعالیت ضد باکتریایی در برابر

اکولوژیکی مناسب باشد. در تجزیه عصاره گیاه دارویی سندنانی در دو رویشگاه دولت‌آباد و کارخانه سیمان شهرستان داراب ترکیب ۳-octan-7-one [4.2.0.0<sup>24</sup>] Oxatricyclo بالاترین درصد ترکیب شیمیایی را به خود اختصاص داد. وزن مولکولی و فرمول شیمیایی این ترکیب به ترتیب ۱۵۲/۲۳ و C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O است. ترکیب 3-Oxatricyclo [4.2.0.0<sup>24</sup>] octan-7-one یک مولکول دو حلقه‌ای با کشش حلقه بالا است که هم شامل یک پل اتری (Oxa) و هم یک گروه عاملی کتون می‌باشد. ساختار منحصر به فرد آن، این ترکیب را به یک intermediate (میانجی) ارزشمند در شیمی آلی سنتزی تبدیل کرده است، اگرچه کاربردهای آن عمدتاً در سطح تحقیقاتی است (ولرتان و اسشرنر<sup>۱</sup>، ۲۰۲۴).

ساختارهای مشابه این ترکیب، اغلب به عنوان داربست (Scaffold) یا intermediateهای کلیدی در سنتز محصولات طبیعی و کاندیداهای دارویی بالقوه استفاده می‌شوند (هانگ و زانگ<sup>۲</sup>، ۲۰۱۸). گروه کتون و اتم اکسیژن، گروه‌های عاملی هستند که معمولاً در مولکول‌های معطر دار یافت می‌شوند. این ترکیب می‌تواند از طریق دگرگونی‌های شیمیایی (مانند احیا، اکسیداسیون یا بازآرایی) به عنوان نقطه شروعی برای سنتز مولکول‌هایی با خواص بویایی خاص مورد استفاده قرار گیرد (سوربورگ و پان تن<sup>۳</sup>، ۲۰۱۶). بر اساس آنالیز شیمیایی عصاره دومین ترکیب مهم در گیاه سندنانی ترکیب ۴-Nonenenitrile است. وزن مولکولی و فرمول شیمیایی این ترکیب به ترتیب ۱۳۷/۲۲ و C<sub>9</sub>H<sub>15</sub>N است. مطالعات متعدد به بررسی چگونگی واکنش این نیتریل‌ها با رادیکال‌های هیدروکسیل (OH)، اتم‌های کلر (Cl) و اتم‌های اکسیژن در اتمسفر می‌پردازند. این موضوع برای درک تأثیرات زیست‌محیطی آن‌ها بسیار مهم است، زیرا این واکنش‌ها می‌توانند گازهای سمی مانند سیانید هیدروژن تولید کنند و در تشکیل مه‌دود فتوشیمیایی نقش داشته باشند (اسچامن<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). سومین ترکیب مهم در ترکیب شیمیایی گیاه سندنانی ۲-Ethyl-3-methyl-4,6-diphenylpyridine است. ترکیب مورد نظر به

*Staphylococcus aureus* نشان داده است (دبوس و اسمیت<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰). ترکیبات شبه لیپیدی از جمله استرها و اسیدهای چرب که در تجزیه GC-MS برگ گیاه *Persea americana* شناسایی شدند، مسئول اثر لاروکشی بر علیه پشه *Aedes aegypti* شناخته شده‌اند (پاول<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). اسید اولئیک در دسته ترکیبات شبه لیپیدی قرار می‌گیرد که در مطالعات پروفایلشن متابولیتی (مانند تحقیق روی گیاه *Philodendron heleniae* به عنوان متابولیت‌های فرار و نیمه فرار با خواص آنتی‌اکسیدانی شناسایی شده‌اند (داسیلوا<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۲۰). مشتقات اسید اولئیک (مانند استرهای آن) در سنتز نانوذرات نقره با پایه جلبک دریایی *Caulerpa racemosa* استفاده شده‌اند. این نانوذرات سیتوتوکسیسیته امیدوارکننده‌ای در برابر سلول‌های سرطانی کبد (HepG<sub>2</sub>) از خود نشان داده‌اند (راجس کومار و بهرات<sup>۴</sup>، ۲۰۱۷).

دومین ترکیب غالب در گیاه سندنانی در رویشگاه دولت‌آباد داراب ترکیب Benzenesulfonamide, 3-amino-4-hydroxy است. این ترکیب یک بنزن سولفونامید کاربردی است که به عنوان یک اسکلت مولکولی مهم در سنتز ترکیبات دارویی و شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این ترکیب در حوزه داروسازی و پزشکی، کاربرد در سنتز رنگ‌ها استفاده می‌شود. مشتقات این ترکیب به عنوان مهارکننده آنزیم کربنیک آنهی دراز (CA) مورد مطالعه گسترده قرار گرفته‌اند. این آنزیم‌ها اهداف دارویی مهمی برای درمان بیماری‌هایی مانند سرطان هستند (نوستینی و سوپوران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۹). از این ترکیب در تولید رنگ‌های آزو استفاده می‌شود. گروه‌های آمینو و هیدروکسیل موجود در آن اجازه تشکیل کروموفورهای پایدار را می‌دهند که در صنایع نساجی و چاپ کاربرد دارند.

سومین ترکیب مهم در رویشگاه سندنانی در شهرستان داراب ترکیب Hexadecanoic acid, methyl ester با درصد ۸/۷۳ درصد است. متیل هگزادکانوات یک ترکیب طبیعی است که در منابع مختلف گیاهی و زیست‌شناختی یافت می‌شود و می‌تواند به عنوان یک بیومارکر برای مصرف برخی مواد غذایی

عمل کند. از این ترکیب می‌توان در تولید شونده‌ها، نرم‌کننده‌ها، روان‌سازها و مواد اولیه آرایشی استفاده کرد، همچنین این ترکیب دارای اثرات ضد التهابی و ضد فیروتیک است و می‌تواند از ایجاد فیروز (ایجاد بافت پیوندی اضافه) در ریه و کبد در مدل‌های حیوانی جلوگیری کند (یانگ<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). ترکیب مهم دیگر با درصد ۶/۹۰ در رویشگاه گیاه دارویی سندنانی در شهرستان داراب ترکیب Bicyclo[3.1.1]heptane, 2,6,6-trimethyl- است. این ترکیب بیشتر با نام پینان شناخته می‌شود و یک هیدروکربن سزکویترین است که به عنوان پیش‌ساز و ماده اولیه در سنتز ترکیبات دیگر کاربرد دارد.

### نتیجه‌گیری

این مطالعه به عنوان نخستین پژوهش فیتوشیمیایی جامع گیاه دارویی سندنانی (*Anvillea garcinii*) در رویشگاه‌های طبیعی ایران، گامی بنیادی در راستای شناخت ظرفیت‌های نهفته در ذخایر ژنتیکی مراتع کشور محسوب می‌شود. یافته‌ها به وضوح نشان داد که رویشگاه‌های مورد مطالعه در شهرستان داراب، مخزنی غنی از متابولیت‌های ثانویه با ارزش دارویی و صنعتی هستند. شناسایی ۳۱ ترکیب شیمیایی، از جمله ترکیبات غالب و کمیاب نظیر 3-oxatricyclo [4.2.0.0<sup>2,4</sup>] octan-7-one (29.52%)، 4-nonenenitrile (9.00%)، 9-octadecenoic acid (17.30%) نه تنها گواهی بر غنای شیمیایی این گیاه است، بلکه کاربردهای بالقوه آن را در حوزه‌های سنتز دارو، زیست آفت‌کش‌ها (فرومون) و صنایع آرایشی-بهداشتی نمایان می‌سازد. این نتایج تأکید می‌کند که انتخاب دقیق رویشگاه و مکان‌یابی هوشمند برای کشت و برداشت می‌تواند راهبردی مؤثر در بهینه‌سازی کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی باشد. گیاه سندنانی با نمایش انعطاف‌پذیری متابولیکی قابل توجه در پاسخ به تنش‌های محیطی، نمونه‌ای شاخص از سازگاری بیوشیمیایی گیاهان مناطق خشک و نیمه‌خشک است. گیاه سندنانی از پتانسیل بالایی برای تولید ترکیبات ارزشمند دارویی و صنعتی برخوردار است. با این حال، تغییرات

سندانی جهت استفاده پایدار این گیاه در پزشکی و تولید داروی گیاهی و در جهت جلوگیری از انقراض و آسیب گیاه پیشنهاد می‌شود از نقطه نظر کشاورزی و کشت مورد بررسی قرار گیرد.

### منابع

- [1]. Abdel-Sattar, E. & Galal. A.M. (1996). Antitumor germacranolides from *Anvillea garcinii*. *Nat Prod*, 59: 403-405.
- [2]. Abdel-Sattar, E. & McPhail. A.T. (2000). Cis-Parthenolid-9-one from *Anvillea garcinia*. *J. Nat. Prod*, 63, 1587-1589.
- [3]. Adams. RP. (2007). Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation, Illinois, USA, 1-804.
- [4]. Al-Otaibi, MS. Al-Mayouf, AM. Khan, M. Mousa, A.A. Al-Mazroa, SA. & Alkhathlan, HZ. (2014). Corrosion inhibitory action of some plant extracts on the corrosion of mild steel in acidic media. *Arab J Chem*, 7: 340-346.
- [5]. Aqababa, H. Chobineh, MA. Zarei, A. & ChangiziAshtiyani, S. (2016). The effect of ethanol extract of aerial parts of *Salvia hydrangea* L. on plasma biochemical factors in male rats with hypercholesterolemia. *Qom univ med sci*, 10: 78-85.
- [6]. Armand, N. & E. Jahantab. (2019). Comparing the essential oil composition of *Smyrniun cordifolium* Boiss. In different natural habitats of Boyer Ahmad County. *Journal of Rangeland*, 13(1): 39-51. (In Persian)
- [7]. Aschmann, S.M. Nishino, N. Arey, J. & Atkinson, R. (2014). "Atmospheric Chemistry of Selected Nitriles." *Environmental Science & Technology*.
- [8]. Askarne, L. Talibi, I. Boubaker, H. Boudyach, EH. Msanda, F. Saadi, B. Serghini, MA. & Ait Ben Aoumar, A. (2012). In vitro and in vivo anti-fungal activity of several Moroccan plants against *Penicillium italicum*, the causal agent of citrus blue mold. *J Crop Prot*, 40: 53-58.
- [9]. Barbuio, R. Milanski, M. Bertolo, M. Saad, M. & Velloso, L. (2007). Infliximab reverses steatosis and improves insulin signal transduction in liver of rats fed a high-fat diet. *The Journal of endocrinology*. 194:539-50.
- [10]. Bigdeloo, M. Hadian J. & Nazeri, V. (2017). Composition of essential oil compounds from different populations of *Thymus caramanicus* Jasas. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 7: 95-98.
- اکولوژیک و محیطی می‌تواند به‌طور معنادار بر محتوای شیمیایی این گیاه تأثیر بگذارد. این گیاه به‌صورت خودرو در مراتع سبز می‌شود. با توجه به استفاده سنتی گیاه در استان فارس و وجود ترکیبات باارزش در ترکیبات شیمیایی گیاه
- [11]. Cristina Figueiredo, A. Barroso, J.G. Pedro, L.G. & Scheffer, J.J.C. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavor and Fragrance Journal*, 23(4): 213-226.
- [12]. Da Silva, J. K. R. Figueiredo, P. L. B. Byler, K. G. & Setzer, W. N. (2020). Essential oils as antiviral agents. Potential of essential oils to treat SARS-CoV-2 infection: an in-silico investigation. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(10), 3426.
- [13]. De Lira Mota, KS. (2009). Flavonoids with gastroprotective activity. *Molecules*, 14: 979-1012
- [14]. Desbois, A. P. & Smith, V. J. (2010). Antibacterial free fatty acids: activities, mechanisms of action and biotechnological potential. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85, 1629-1642.
- [15]. Ding, Z. Hu, X. Wan, Y. Wang, S. & GAO, B. (2015). Removal of lead, copper, cadmium, zinc, and nickel from aqueous solutions by alkali-modified biochar: Batch and column tests. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 15, 300-307.
- [16]. Gunstone, F. D. (2011). Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses. Wiley-Blackwell.
- [17]. Gupta, R. K. (2012). Utilization of salt tolerant plants from arid wastelands of Northwest India as fuel and fodder. In: Lieth, H. Al Masoom, A. (Eds)
- [18]. Hammiche, V. Maiza, K. (2006). Traditional medicine in central Sahara: Pharmacopoeia of Tassili N' ajjer. *Ethnopharmacology*, 105: 358-367.
- [19]. Huang, D. Zhang, B. (2018). Applications of Oxabicyclic Compounds in Organic Synthesis. *Tetrahedron Letters*.
- [20]. Khan, M. Saeed Abdullah, M.M. Mousa, A.A. & Alkhathlan, H.Z. (2016). Chemical composition of vegetative parts and flowers essential oils of wild *Anvillea garcinii* grown in Saudi Arabia. *Rec. Nat. Prod*. 10, 251-256.
- [21]. Kharjul, M. Gali, V. Kharjul, A. (2014). Antidiabetic potential of ethanolic extracts of Citrus maxima fruit peel and *Anvillea garcinii*. *Int J Pharm Inno*, 4: 8-18.

- [22]. Mahdjar, S. Dendogui, H. & Hadjadj, M. (2019). Antioxidant Activities, Phenolic, Flavonoid and Tannin Contents and Antibacterial Activity of *Anvillea radiata* (Coss. & Dur.) Flowers from Southeast Algeria, *Asian Journal of Chemistry*; Vol. 31, No. 7 (2019), 1569-1573.
- [23]. Maxwell, K. & Johnson, G.N. (2000). Chlorophyll Fluorescence—a Practical Guide. *Journal of Experimental Botany*, 51, 659-668.
- [24]. Mehdi-zadeh, M. Vaziri, A. & Rasekh, F. (2024). Evaluation and assessment of phytochemical compounds and antioxidant activity of *Anvillea garcinii* in the Mehraj vegetation region of Fars Province. Master's Thesis, Payame Noor University of Tehran.
- [25]. Miara, MD. (2019). Herbal remedies and traditional knowledge of the Tuareg community in the region of Illizi (Algerian sahara). *Arid Environments*, 167: 65-73.
- [26]. Moumou, M. (2011). 9-Hydroxy-4, 8-dimethyl- 12-(piperidin-1-ylmethyl)-3, 14-dioxatricyclo- [9.3.0. 0 2, 4] tetradec-7-en- 13-one. *Acta Crystallographica Section E: Structure Reports Online*, 67: 2768-2769.
- [27]. Nikzad, A. Sharafzadeh, Sh. Alizadeh A. Amiri B. & Bazrafshan F. (2020). Variability in Essential Oil Constituent, Phenolic Content, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Different Ecotypes of *Zataria multiflora* Boiss. From Iran. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*. Taylor and Francis group, 22(6): 1435-1449.
- [28]. Nocentini, A. & Supuran, C. T. (2019). *Sulfonamide inhibitors of carbonic anhydrases* Drug Discovery Today.
- [29]. Pavela, R. (2015). Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: a review. *Industrial Crops and Products*, 76, 174–187.
- [30]. Perveen, S. (2018). Hepatoprotective and cytotoxic activities of *Anvillea garcinii* and isolation of four new secondary metabolites. *J Nat Med*, 72: 106-117.
- [31]. Perveen, S. Alqahtania, J. Raha, Orfali, R. AlTaweela, AM. Yusufoglu, HS. Abdel-Kader, MS. & Taglialatela-Scafati, O. (2019). Antimicrobial guaianolide sesquiterpenoids from leaves of the Saudi Arabian plant *Anvillea garcinii*. *Fitoterapia*, 134: 129- 134.
- [32]. Rafael, L. James, H. Clark (eds.) Handbook of Chiral Chemicals – chapter on “Unsaturated Aliphatic Nitriles”.
- [33]. Rajeshkumar, S. & Bharath, L. V. (2017). Mechanism of plant-mediated synthesis of silver nanoparticles – A review on biomolecules involved, characterisation and antibacterial activity. *Chemical-Biological Interactions*, 273, 219–227.
- [34]. Sefidkon, F. (1996). Chemistry and industrial preparation of essential oils. Zavesh publisher, Tehran, 265.
- [35]. Sefidkon, F. (2021). Extraction and identification of active ingredients of Iranian medicinal and aromatic plants. *Iran Nature*, 6(3): 7-35. (In Persian)
- [36]. Surburg, H. & Panten, J. (2016). Common Fragrance and Flavor Materials. Wiley-VCH.
- [37]. Talebi, E. Kumar, Sh. Nasrollahi, I. (2015). Quantitative estimation of total phenolic contents of the essential oil *Anvillea garcinii* through the hydrodistillation. *Pharmacy and pharmaceutical sciences*, 4: 185-189. *AJP*, Vol. 12, No. 2.
- [38]. Vollerthun, R. & Schreiner, P. R. (2021). Strained-Ring Systems in Organic Synthesis. *Chemical Reviews*.
- [39]. Witzgall, P. Kirsch, P. & Cork, A. (2010). Sex pheromones and their impact on pest management. *Journal of Chemical Ecology*, 36(1), 80–100.
- [40]. Yang, M. H. Wang, C. H. Chen, H. & Chen, Y. C. (2007). Chemical constituents from the embryos of *Nelumbo nucifera* (*Plumula Nelumbinis*). *Journal of the Chinese Chemical Society*, 54(4), 1007–1012.

## Investigation of some phytochemical and morphological traits of the medicinal plant *Anvillea garcinii* subsp. *radiata* in the rangeland ecosystem of Darab City

Alireza mahmoodi<sup>1\*</sup>, Kamal Gholami Pourfarad<sup>2</sup>

Received: 2026/05/03

Accepted: 2026/08/06

### Extended Abstract

**Introduction:** Rangelands are vital ecosystems that provide forage and high-value by-products such as medicinal plants. Given population growth and limited forage resources, promoting medicinal plants, beekeeping, ecotourism, and aquaculture is essential. Identifying medicinal plants is a fundamental step toward sustainable development. *Anvillea garcinii* is a perennial shrub from the Asteraceae family, native to southern and southeastern Iran, with traditional uses for wound healing, dysentery, and liver disorders. Its aerial parts contain phenolics, flavonoids, and sesquiterpene lactones, which exhibit anti-diabetic, anti-inflammatory, hepatoprotective, anti-HIV, antifungal, and antioxidant properties. Essential oil analysis has revealed bornyl acetate (33.7%), cis-nerolidol (7.3%), and camphene (6.1%) as major compounds. Despite extensive global research on its phytochemistry, Iranian ecotypes remain understudied. Therefore, this study aims to compare the phytochemical and morphological traits of *A. garcinii* across two natural habitats in Darab, Fars province. The results will provide baseline data for domestication and pharmaceutical exploitation.

**Materials and Methods:** This study investigated two natural habitats (Dolatabad and Cement Factory) of the medicinal plant *Anvillea garcinii* subsp. *radiata* in Darab County, Iran. Geographic coordinates and altitude were recorded using a GPS device. Along four 100-m transects, 40 plots (2 × 1 m) were established to measure morphological traits, including canopy cover, plant height, inflorescence length, and number of flowering branches. Soil physicochemical properties (pH, EC, texture, organic matter, calcium carbonate, and CEC) were also analyzed. Chlorophyll fluorescence parameters (Fo, Fm, Fv, Fv/Fm, Tm, and Fv/Fo) were measured using a fluorimeter. Elemental analysis (Fe, Mn, Cu, and Zn) of plant samples was performed by atomic absorption spectrometry after dry ashing. Phytochemical analysis involved methanolic extraction via a Soxhlet apparatus. The extracts were analyzed using GC-FID and GC-MS with an HP-5MS column to identify chemical constituents. Compounds were characterized based on retention indices and mass spectral comparison with NIST libraries. These comprehensive analyses provide baseline data for domestication and pharmaceutical exploitation of this medicinal plant in Iran's rangelands.

**Results and Discussion:** Phytochemical analysis of *Anvillea garcinii* from two habitats in Darab (Dolatabad and Cement Factory) revealed 31 distinct compounds. In Dolatabad, the major compounds included 3-Oxatricyclo[4.2.0.0<sup>24</sup>]octan-7-one (29.52%), 4-Nonenenitrile (9.009%), and 2-Ethyl-3-methyl-4,6-diphenylpyridine (7.85%). In the Cement Factory habitat, the dominant compounds were Octadecenoic acid (Z)- (17.30%) and Hexadecanoic acid methyl ester (8.73%). Morphological analysis showed an average plant cover of 33.10%, a density of 5 bases per unit, a mean height of 28 cm, a crown diameter of 54.50 cm, an inflorescence length of 19.70 cm, and 25 flowering branches. Elemental analysis indicated elevated levels of manganese (632 mg/kg), copper (56 mg/kg), and nickel (95 mg/kg) near the cement factory, suggesting industrial impact and potential phytoremediation capability. Photosynthetic traits showed significant stress-induced differences: Dolatabad exhibited a normal Fv/Fm (0.66) but a very low performance index (PI = 0.01), while the Cement Factory showed a damaged photosystem II (Fv/Fm = 0.34) but higher PI (0.38) and electron sink capacity (Area = 330,655), indicating compensatory mechanisms. Overall, habitat conditions strongly influence phytochemical

1. Assistant Professor of Rangeland and Watershed Management Department, Darab Faculty of Agriculture and Natural Resources, Shiraz University, Iran

2. Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Darab, Shiraz University, Iran

diversity, fatty acid versus terpenoid profiles, and physiological responses. Dolatabad samples showed superior pharmaceutical potential, with higher diversity (35 compounds) and bioactive terpenes, while Cement Factory samples accumulated more fatty acids as stress responses. The unique compound 3-Oxatricyclo[4.2.0.0<sup>24</sup>]octan-7-one, a strained bicyclic ketone, shows promise as a synthetic intermediate for pharmaceuticals and materials science. Other identified compounds, such as 4-Nonenenitrile (industrial applications), Z,E-2,13-Octadecadien-1-ol (pheromone/bio-pesticide), and oleic acid derivatives (antimicrobial, antioxidant, and insecticidal activities), highlight the species' diverse biotechnological potential. These findings confirm ecological chemotype plasticity and emphasize the importance of habitat selection for medicinal applications

**Conclusion and Suggestions:** This study, as the first comprehensive phytochemical investigation of the medicinal plant *Anvillea garcinii* in natural habitats of Iran, represents a fundamental step toward understanding the hidden potential of genetic resources in the country's rangelands. The findings clearly demonstrated that the studied habitats in Darab County, despite plausible environmental stresses (particularly in the cement factory area, evident from photosynthetic indicators), serve as a rich reservoir of secondary metabolites with medicinal and industrial value. The identification of 31 chemical compounds, including predominant and rare compounds such as 3-oxatricyclo[4.2.0.0<sup>2,4</sup>]octan-7-one (29.52%), 4-nonenitrile (9.00%), and 9-octadecenoic acid (17.30%), not only confirms the chemical richness of this plant but also reveals its potential applications in drug synthesis, biopesticides (pheromones), and the cosmetic-hygiene industry. The qualitative and quantitative differences in essential oil composition between the two studied habitats indicate the significant role of ecological and environmental factors on the chemical composition of the plant. Phytochemical data showed a significant correlation with soil properties, such that nutritional elements and physical parameters of the soil effectively influenced the content of major compounds. These results emphasize that careful habitat selection and intelligent site planning for cultivation and harvesting can be an effective strategy for optimizing the quantity and quality of active compounds in medicinal plants. *Anvillea garcinii*, by demonstrating remarkable metabolic flexibility in response to environmental stresses, represents an outstanding example of biochemical adaptation in plants of arid and semi-arid regions. This plant possesses high potential for producing valuable medicinal and industrial compounds. However, ecological and environmental variations can significantly impact the chemical content of this plant. Therefore, special attention must be paid to habitat conditions and environmental factors when planning for the cultivation and industrial exploitation of this species.

**Keywords:** Arid ecosystems, GC-MS analysis, Ecophysiological traits, Bioactive compounds, *Anvillea garcinii*, Phytochemical diversity, Secondary metabolites, Habitat selection.