

## تجزیه علیت متوالی صفات مؤثر بر عملکرد سرشاخه و درصد اسانس کافوری (*Camphorosma monspeliaca* L.)

بهلول عباسزاده<sup>۱\*</sup>، محمدحسن عصاره<sup>۲</sup>، محمدرضا اردکانی<sup>۳</sup>، فرزاد پاک‌نژاد<sup>۴</sup>، معصومه لایق‌حقیقی<sup>۵</sup> و سعیده مشکی‌زاده<sup>۵</sup>

\*- نویسنده مسئول، دکتری زراعت، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

پست الکترونیک: babaszadeh@rifr-ac.ir

۲- استاد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۳- استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت

۴- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت

۵- کارشناس، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۰

تاریخ اصلاح نهایی: تیر ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۹

### چکیده

به منظور بررسی رابطه علت و معلولی صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و برخی عناصر گیاه دارویی کافوری (*Camphorosma monspeliaca* L.) در رویشگاه طبیعی، این تحقیق اجرا گردید. در این تحقیق گیاه کافوری از رویشگاه طبیعی در مرحله گلدهی کامل، با استفاده از ۹ پلات نمونه‌برداری گردید. صفات مورفولوژیک از قبیل ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، قطر بزرگ و کوچک تاج پوشش، عملکرد سرشاخه کل و سرشاخه گلدار ۲۰ تا ۴۰ گیاه اندازه‌گیری شد. کلروفیل، قندهای محلول، پرولین، سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، کلر و آهن گیاهان هر پلات مختلف اندازه‌گیری شد. صفات مؤثر بر عملکرد سرشاخه و درصد اسانس از طریق همبستگی ساده صفات، تجزیه فاکتور، تجزیه گام‌به‌گام و تجزیه علیت مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از همبستگی صفات نشان داد که سرشاخه کل با؛ تعداد پنجه (\*\* $r=0.96$ ), قطر تاج پوشش ۱ (\*\* $r=0.84$ ), قطر تاج پوشش ۲ (\*\* $r=0.86$ ), سرشاخه گلدار (\*\* $r=0.79$ ), کلروفیل کل ۱ (\*\* $r=0.77$ ), کلروفیل b (\*\* $r=0.77$ ) و آهن (\*\* $r=0.84$ ) همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. سرشاخه کل با قندهای محلول (\*\* $r=-0.80$ ), پرولین (\*\* $r=-0.88$ ), کلسیم (\*\* $r=-0.70$ ) و کلر (\*\* $r=-0.94$ ) همبستگی منفی معنی‌دار نشان داد. عملکرد سرشاخه گلدار با تعداد پنجه، قطر تاج پوشش ۱ و ۲، درصد اسانس، کلروفیل کل ۱ و آهن همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. درصد اسانس با تعداد پنجه (\*\* $r=0.79$ ), قطر تاج پوشش ۱ (\*\* $r=0.79$ ) و ۲ (\*\* $r=0.83$ ), عملکرد سرشاخه کل (\*\* $r=0.76$ ) و گلدار (\*\* $r=0.84$ ) و آهن (\*\* $r=0.86$ ) همبستگی مثبت معنی‌دار نشان داد. نتایج حاصل از تجزیه فاکتورها نشان داد که شاخص اول با مؤلفه‌های تعداد پنجه، قطر تاج پوشش ۱ و ۲، عملکرد اندام هوایی و سرشاخه گلدار، درصد اسانس و مقدار آهن موجود در بیکره رویشی، بیش از ۵۵٪ تغییرات کل را توجیه نمودند. نتایج حاصل از تجزیه گام‌به‌گام صفات بر درصد اسانس به‌عنوان متغیر وابسته نشان داد که دو صفت آهن و عملکرد سرشاخه گلدار با ضریب تبیین ۸۰/۸۰ وارد معادله شدند. نتایج حاصل از تجزیه علیت نشان داد که آهن بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر درصد اسانس داشت. نتایج حاصل از تجزیه گام‌به‌گام صفات بر عملکرد سرشاخه کل به‌عنوان متغیر وابسته نشان داد که تعداد پنجه و ارتفاع گیاه وارد معادله شدند. نتایج حاصل از تجزیه علیت نشان داد که تعداد پنجه بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد سرشاخه داشت.

واژه‌های کلیدی: کافوری (*Camphorosma monspeliaca* L.)، عناصر، همبستگی، تجزیه علیت.

## مقدمه

با توجه به این که در کشور ایران از اکوتیپهای محلی و اصلاح نشده استفاده می‌شود و این توده‌ها از نظر کمی و کیفی بسیار متفاوت هستند، بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از تجزیه‌های آماری چند متغیره و بررسی صفات مؤثر در تولید عملکرد اندام هوایی، عملکرد سرشاخه گلدار و اسانس در گیاهان دارویی، در معرفی خصوصیات ظاهری اکوتیپهای مختلف به منظور به‌گزینی و شناسایی توده‌های برتر اقدام مؤثری باشد. همبستگی می‌تواند به واسطه آثار متقابل پیچیده، آثار غیر قابل کنترل و یا عوامل نامشخص باشد (قنادها و نقوی، ۱۳۸۱). هدف از تجزیه ضرایب مسیر، ترکیب اطلاعات کمی حاصل از همبستگی‌ها با اطلاعات کیفی مربوط به مفهوم علیت موجود، برای ارائه یک تفسیر کمی است (فرشادفر، ۱۳۷۷). تجزیه ضرایب مسیر به‌عنوان یک تجزیه رگرسیون جزئی و استاندارد شده بیان شده که قادر است آثار مستقیم یک صفت را روی صفت دیگر اندازه‌گیری کند. همچنین امکان تفکیک ضریب همبستگی به اجزای اثرهای مستقیم و غیرمستقیم را می‌دهد (قنادها و نقوی، ۱۳۸۱). ضرایب همبستگی ژنتیکی نسبت به ضرایب همبستگی فنوتیپی، ارجح‌تر است، زیرا در همبستگی‌های ژنتیکی اثر عوامل خارجی که در ایجاد ارتباط غیر واقعی بین صفات دخالت داشته‌اند، حذف یا به حداقل مقدار خود می‌رسد. استفاده از همبستگی‌های دوگانه صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی از جمله ابزاری بوده که تاکنون در تعدادی از گونه‌های پونه و نعنای (Kukreja et al., 1992؛ Mirzaie-nodoushan et al., 2001)، گونه‌های مختلف آویشن (میرزایی ندوشن و همکاران، ۱۳۸۵) و گونه‌های مختلف گیاهی (Chen & Nelson, 2004؛ Zhao

et al., 1991؛ Dofing & knight, 1992؛ طبایی عقدایی و بابایی، ۱۳۸۲؛ فرهنگیان کاشانی و همکاران، ۱۳۸۴) استفاده شده است. *Camphorosma monspeliaca* L. یکی از گیاهان چندساله همیشه سبز چهارکربنی بوده که متعلق به خانواده *Chenopodiaceae* و به ارتفاع حدود ۶۰ سانتی‌متر است که گلدهی آن در حدود ماه اکتبر می‌باشد (Moghimi, 2006). در بررسی‌های Williams و Markley (۱۹۷۳) و Wang و Riopley (۱۹۹۷) مشاهده گردید که گیاهانی که مسیر فتوسنتزی C<sub>4</sub> دارند، نسبت به تنش‌های محیطی مقاومت بالایی دارند. این گیاه مناطق با نور بالا، خاک‌های شنی، لومی، با زهکشی بالا و اسیدی را ترجیح می‌دهد. تحقیقات متعددی در زمینه شناسایی ترکیب‌های اسانس (Tajali et al., 2007)، بازده و ترکیب‌های اسانس (Baher Nik & Mirza, 2003)، خواص دارویی (خاصیت ضد آسم، مدر، خلط‌آور و محرک بودن در تحقیقات Usher (۱۹۷۴)، مقاومت به انواع شوری و خاکهای مختلف (Akhani & Ghorbani, 1993؛ Guerrero-Campo & Montserrat-Marti, 2004) گیاه *Camphorosma monspeliaca* L. انجام شده، اما در خصوص همبستگی بین صفات، تجزیه به عامل‌های اصلی و تجزیه علیت آن گزارشی مشاهده نگردید.

## مواد و روشها

در این تحقیق از رویشگاه طبیعی کافوری در منطقه همدان (طول ۳۱'، ۴۸° و عرض ۴۸'، ۳۴°) واقع در ۳۳۷ کیلومتری جنوب غرب تهران، با ۳۳۴/۷ میلی‌متر نزولات سالانه، متوسط دمای سالانه ۱۱ سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵۳/۵٪ در مرحله گلدهی کامل با استفاده از پلات‌گذاری، نمونه‌برداری گردید. از رویشگاه ۹ پلات ۱۰ متر مربعی

استفاده از کلروفیل متر اندازه‌گیری شد (در جدول صفات، جدول ۲، تحت عنوان کلروفیل کل ۱ مشخص شده است) و سپس با استفاده از فرمول‌های زیر انجام گرفت.

$$\text{Chl a (mg/l)} = (12.25 * a663) - (2.79 * a647)$$

$$\text{Chl b (mg/l)} = (21.5 * a647) - (5.1 * a663)$$

$$\text{Chl a+b (mg/l)} = (7.15 * a663) + (18.71 * a647)$$

که در آن Chl a، Chl b و Chl a+b به ترتیب محتوی کلروفیل a و b و مجموع a+b (مجموع a+b در جدول صفات، جدول ۲، تحت عنوان کلروفیل کل ۲ مشخص شده است) برحسب میلی‌گرم در لیتر وزن تر و a فرمول میزان جذب توسط عصاره‌ها در طول موج‌های مربوطه است. برای اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم خاک از روش تیترومتري، ازت کل خاک از روش کجلدال، سولفات خاک از روش کدورت سنجی، کربن آلی خاک از روش والکی بلاک، کلر گیاهان و خاک از روش تتراسیون با محلول نیترات نقره، آهک کل خاک از روش حجمی، بافت خاک از روش هیدرومتری، سدیم و پتاسیم خاک از روش فلیم فتومتری، بیکربنات خاک از روش تیترومتري و با استفاده از معرف متیل اورنژ استفاده گردید (غازان شاهی، ۱۳۷۶). اسانس‌گیری از سرشاخه‌های گلدار خشک با استفاده از روش تقطیر با آب در مدت ۴ ساعت بعمل آمد. اطلاعات بدست آمده از طریق برنامه آماری SAS و Path مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### نتایج

نتایج حاصل از همبستگی ساده صفات (جدول ۲) نشان داد که ارتفاع گیاه با کلروفیل کل ۲ ( $r=0.94^{**}$ )، کلروفیل a ( $r=0.83^{**}$ )، و کلروفیل b ( $r=0.91^{**}$ )

به فواصل ۱۰۰ تا ۵۰۰ متر از یکدیگر انتخاب و از هر پلات ۲۰ تا ۴۰ گیاه برداشت شد. برای انتخاب محل پلاتها، از منطقه‌ای که به دلیل بالا بودن املاح، حداقل پوشش گیاهی وجود داشت، به عنوان منطقه ۱ انتخاب و در فواصل ۱۰۰ متری تکرارهای آن منطقه پلات‌گذاری گردید. منطقه ۲ و ۳ نیز به ترتیب در جهت عمود بر منطقه ۱ با تغییر پوشش گیاهی پلات‌گذاری شده و تکرارهای مربوطه مانند منطقه ۱ مشخص گردید. ابتدا صفات مورفولوژیک از قبیل ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، قطر بزرگ و کوچک تاج پوشش (کانوپی) اندازه‌گیری شد، سپس سرشاخه گلدار و بقیه سرشاخه به صورت جداگانه برداشت و پس از کُدگذاری به آزمایشگاه منتقل گردید. برای اندازه‌گیری طول و وزن ریشه از داخل هر پلات، تعداد ۸ بوته با ریشه برداشت شد که پس از خشک شدن در آزمایشگاه طول و وزن خشک ریشه‌ها نیز اندازه‌گیری شد. در رویشگاه، نمونه‌هایی برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل، از گیاهان برداشت شده جدا و بلافاصله به داخل یخ منتقل گردید. بقیه سرشاخه‌های کل بوته برداشتی را در پاکت به آزمایشگاه منتقل نموده و پس از خشک کردن، وزن خشک آنها تعیین گردید. به هنگام نمونه‌برداری از گیاهان، از عمق توسعه ریشه گیاهان نمونه خاک برداشت و در آزمایشگاه بررسی گردید (جدول ۱). عناصر تشکیل دهنده گیاه (سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم و آهن) با استفاده از دستگاه جفت‌شده القایی (Induced coupled plasma) اندازه‌گیری شدند. کلر موجود در گیاه در آزمایشگاه خاک‌شناسی و با استفاده از روش تتراسیون با محلول نیترات نقره اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری پرولین و قندهای محلول با استفاده از روش Irrigoyen و همکاران (۱۹۹۲) اندازه‌گیری شد. کلروفیل کل ابتدا با

معنی دار و با کلروفیل a ( $r = -0.70^{**}$ ) همبستگی منفی معنی دار داشت. درصد اسانس با کلروفیل کل ۱ ( $r = 0.73^{**}$ ) و آهن ( $r = 0.85^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار و با کلر ( $r = -0.72^{**}$ ) همبستگی منفی معنی دار داشت. قندهای محلول با پرولین ( $r = 0.97^{**}$ )، سدیم ( $r = 0.92^{**}$ )، منیزیم ( $r = 0.78^{**}$ )، کلسیم ( $r = 0.75^{**}$ ) و کلر ( $r = 0.87^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار و با کلروفیل a ( $r = -0.68^{**}$ ) همبستگی منفی معنی دار داشت. پرولین با سدیم ( $r = 0.85^{**}$ )، کلسیم ( $r = -0.78^{**}$ ) و کلر ( $r = -0.92^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار داشت. سدیم با پتاسیم، منیزیم، کلسیم و کلر همبستگی مثبت معنی دار نشان داد. پتاسیم با منیزیم و کلسیم و همچنین کلسیم با کلر همبستگی مثبت معنی دار داشتند. کلر با آهن همبستگی منفی معنی دار داشت. نتایج حاصل از تجزیه فاکتورها (جدول ۳) نشان داد که ۳ شاخص اول، دوم، سوم بیش از ۹۱٪ از تغییرات کل را توجیه نمودند، شاخص اول با مؤلفه‌های تعداد پنجه، قطر تاج پوشش ۱ و ۲، عملکرد اندام هوایی و سرشاخه گلدار، درصد اسانس و مقدار آهن موجود در پیکره رویشی، بیش از ۵۵٪ تغییرات کل را توجیه نمودند. شاخص دوم با مؤلفه‌های طول ریشه، عملکرد سرشاخه گلدار، کلروفیل کل ۱ و منیزیم، بیش از ۲۵٪ تغییرات کل را توجیه نمودند. شاخص سوم با مؤلفه‌های ارتفاع گیاه و کلروفیل کل ۲ بیش از ۱۱٪ تغییرات کل را توجیه نمودند. نتایج حاصل از تجزیه گام به گام صفات بر درصد اسانس به‌عنوان متغیر وابسته نشان داد که دو صفت آهن و عملکرد سرشاخه گلدار به‌ترتیب وارد معادله شدند (جدول ۴). معادله بدست آمده به صورت زیر بود.

$$Y = -0.05363 + 0.04323X + 0.00266 X_2$$

همبستگی مثبت معنی دار داشت. طول ریشه با عملکرد ریشه ( $r = 0.84^{**}$ )، سدیم ( $r = 0.69^{**}$ )، پتاسیم ( $r = 0.67^{**}$ ) و منیزیم ( $r = 0.82^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار داشت اما با کلروفیل a ( $r = -0.69^{**}$ ) همبستگی منفی معنی دار داشت. تعداد پنجه با قطر تاج پوشش ۱ ( $r = 0.85^{**}$ )، قطر تاج پوشش ۲ ( $r = 0.88^{**}$ )، عملکرد کل اندام هوایی ( $r = 0.96^{**}$ )، عملکرد سرشاخه گلدار ( $r = 0.84^{**}$ )، اسانس ( $r = 0.79^{**}$ )، کلروفیل کل ۱ ( $r = 0.87^{**}$ ) و آهن ( $r = 0.77^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار نشان داد. قطر تاج پوشش ۱ با قطر تاج پوشش ۲ ( $r = 0.91^{**}$ )، عملکرد کل اندام هوایی ( $r = 0.84^{**}$ )، عملکرد سرشاخه گلدار ( $r = 0.92^{**}$ )، درصد اسانس ( $r = 0.79^{**}$ )، کلروفیل کل ۱ ( $r = 0.87^{**}$ )، کلروفیل b ( $r = 0.75^{**}$ ) و آهن ( $r = 0.77^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار داشت. قطر تاج پوشش ۲ با عملکرد کل اندام هوایی ( $r = 0.86^{**}$ )، عملکرد سرشاخه گلدار ( $r = 0.95^{**}$ )، درصد اسانس ( $r = 0.83^{**}$ )، کلروفیل کل ۱ ( $r = 0.96^{**}$ ) و آهن ( $r = 0.87^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار و با کلر جذبی ( $r = -0.73^{**}$ ) همبستگی منفی معنی دار داشت. عملکرد کل اندام هوایی با عملکرد سرشاخه گلدار ( $r = 0.79^{**}$ )، درصد اسانس ( $r = 0.76^{**}$ )، کلروفیل کل ۱ ( $r = 0.76^{**}$ )، کلروفیل b ( $r = 0.67^{**}$ ) و آهن ( $r = 0.84^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار و با قندهای محلول ( $r = -0.80^{**}$ )، پرولین ( $r = -0.88^{**}$ )، کلسیم ( $r = -0.70^{**}$ ) و کلر ( $r = -0.94^{**}$ ) همبستگی منفی معنی دار نشان داد. عملکرد سرشاخه گلدار با درصد اسانس ( $r = -0.84^{**}$ )، کلروفیل کل ۱ ( $r = 0.91^{**}$ ) و آهن ( $r = 0.80^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار داشت. عملکرد ریشه با قندهای محلول ( $r = 0.80^{**}$ )، پرولین ( $r = 0.70^{**}$ )، سدیم ( $r = 0.84^{**}$ ) و منیزیم ( $r = 0.86^{**}$ ) همبستگی مثبت

در این معادله  $Y$  درصد اسانس،  $X$  مقدار آهن موجود و  $X_2$  عملکرد سرشاخه گلدار بود.

$$Y = 86.39 + 0.99912 X + 0.36315 X_2$$

در این فرمول  $Y$  عملکرد سرشاخه گلدار،  $X$  تعداد پنجه و  $X_2$  ارتفاع گیاه می‌باشد.

نتایج حاصل از تجزیه علیت (جدول ۷) نشان داد که از بین صفات وارد شده در فرمول تجزیه گام به گام، صفت تعداد پنجه بیشترین اثر مستقیم و مثبت (۰/۵۸۱) را بر عملکرد سرشاخه گلدار داشت. این صفت از طریق ارتفاع گیاه (۰/۱۱۵) تأثیر غیرمستقیم خود را بر عملکرد سرشاخه گلدار داشت. ارتفاع گیاه دومین صفتی بود که وارد فرمول شده بود، این صفت اثر غیرمستقیم (۰/۴۳۴) بیشتری نسبت به اثر مستقیم (۰/۲۲۵) بر عملکرد سرشاخه گلدار داشت.

مدل ذکر شده دارای ضریب تبیین ۰/۸۰۴۸ بود، یعنی صفات مذکور بیس از ۰/۸۰ درصد اسانس را توجیه می‌کنند. نتایج حاصل از تجزیه علیت (جدول ۵) نشان داد که از بین صفات وارد شده در فرمول تجزیه گام به گام، صفت آهن بیشترین اثر مستقیم و مثبت (۰/۵۰۵) را بر درصد اسانس داشت. این صفت از طریق سرشاخه گلدار (۰/۳۵۳) تأثیر غیرمستقیم خود را بر روی درصد اسانس داشت. سرشاخه گلدار دومین صفتی بود که وارد فرمول گردید، این صفت نسبت به صفت اول اثر مستقیم کمتر (۰/۴۳۸) و اثر غیرمستقیم (۰/۴۰۶) بیشتری داشت. نتایج حاصل از تجزیه گام به گام صفات بر عملکرد سرشاخه کل به‌عنوان متغیر وابسته نشان داد که ۲ صفت تعداد پنجه و ارتفاع گیاه به‌ترتیب وارد معادله شدند (جدول ۶). معادله بدست آمده به صورت زیر می‌باشد.

Archive of SID



جدول ۳- ضریب بردارهای ویژه، مقادیر ویژه، درصد واریانس مربوط به هر یک از صفات مورد مطالعه در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (فاکتور) در گیاهان جمع‌آوری شده از رویشگاه همدان (۱۳۸۸)

فاکتور ۳	فاکتور ۲	فاکتور ۱	صفات اندازه‌گیری شده
۰/۶۲۳	-۰/۰۸	۰/۷۲۵	ارتفاع گیاه
-۰/۱۷۴	۰/۸۸۸	-۰/۳۳۵	طول ریشه
-۰/۱۸	۰/۲۳۹	۰/۹۳۵	تعداد پنجه
۰/۲۱۲	۰/۵۷۶	۰/۷۶۵	قطر تاج پوشش ۱
-۰/۱۱۱	۰/۶۱۱	۰/۷۵۹	قطر تاج پوشش ۲
-۰/۰۳۳	۰/۱۶۴	۰/۹۷۵	عملکرد سرشاخه کل
-۰/۰۹۸	۰/۶۸	۰/۷	عملکرد سرشاخه گلدار
۰/۰۰۲	۰/۶۷	-۰/۶۳۶	عملکرد ریشه
-۰/۱۳۸	۰/۵۱	۰/۷۳۱	درصد اسانس
۰/۱۱۴	۰/۳۷	-۰/۸۸۵	فندهای محلول
۰/۱۲۲	۰/۱۶۴	-۰/۹۴۷	پرولین
۰/۱۸	۰/۶۸۵	۰/۶۳۲	کلروفیل کل ۱
۰/۶۶۹	-۰/۲۴	۰/۶۹۷	کلروفیل کل ۲
۰/۵۵	-۰/۴۴	۰/۶۵	کلروفیل a
۰/۶۲	۰/۱۲۷	۰/۷۲۷	کلروفیل b
۰/۲۸	۰/۶۰۷	-۰/۶۹	سدیم
۰/۲۷	۰/۶۴۶	-۰/۴۶۲	پتاسیم
۰/۳۳	۰/۷۸۸	-۰/۴۷	منیزیم
۰/۵۴	۰/۲۱۷	-۰/۷۵۳	کلسیم
۰/۲۷	۰/۰۳۲	-۰/۹۵۲	کلر
-۰/۰۲۳	۰/۴۳۲	۰/۷۹۲	آهن
۲/۳۷	۵/۳	۱۱/۶	مقادیر ویژه
۰/۱۱	۰/۲۵	۰/۵۶	واریانس نسبی
۰/۹۱۷۸	۰/۸	۰/۵۶	واریانس تجمعی

اعدادی که در زیر آنها خط کشیده شده است، دارای ارزش بیشتری در مؤلفه‌های اصلی هستند.

جدول ۴- مراحل رگرسیون گام به گام صفات مورد مطالعه در گیاهان کافوری جمع‌آوری شده از رویشگاه همدان (۱۳۸۸)

مراحل رگرسیون گام به گام (Steps of stepwise)		
step <sub>2</sub>	step <sub>1</sub>	صفت اضافه شده به فرمول
۰/۰۵۳۶۳	۰/۰۱۱۷۱	عدد ثابت
۰/۴۳۲۳	۰/۰۷۳۴۹	آهن
۰/۰۰۲۶۶	---	سرشاخه گلدار
۰/۰۶۷۷	۰/۷۳۷۱	ضریب تبیین هر شاخص
۰/۸۰۴۸	۰/۷۳۷۱	ضریب تبیین کل (R <sup>2</sup> )

جدول ۵- جدول تجزیه مسیر و اثرهای مستقیم و غیرمستقیم وارد شده در معادله تجزیه گام به گام، صفات

مورد مطالعه در گیاهان کافوری جمع‌آوری شده از رویشگاه همدان (۱۳۸۸)

سرشاخه گلدار	آهن	
۰/۴۰۶	۰/۵۰۵	آهن
۰/۴۳۸	۰/۳۵۳	سرشاخه گلدار
۰/۸۴۵	۰/۸۵۸	اثر کل
۰/۴۴۱		اثر باقیمانده

اعدادی که زیرشان خط کشیده شده‌اند، اثر مستقیم می‌باشند.

جدول ۶- مراحل رگرسیون گام به گام صفات مورد مطالعه در گیاهان کافوری جمع‌آوری شده از رویشگاه همدان (۱۳۸۸)

مراحل رگرسیون گام به گام (Steps of stepwise)

step <sub>2</sub>	step <sub>1</sub>	صفت اضافه شده به فرمول
۱۱/۶۳۹۳۸	۲۳/۲۷۵۷	عدد ثابت
۱/۰۲۶۹۱	۱/۱۶۳۲۴	تعداد پنجه
۰/۴۶۲۰۵	---	ارتفاع گیاه
۰/۰۳۶۴	۰/۹۳۴۴	ضریب تبیین هر شاخص
۰/۹۷۷۸	۰/۹۳۴۴	ضریب تبیین کل (R <sup>2</sup> )

جدول ۷- جدول تجزیه مسیر و اثرهای مستقیم و غیرمستقیم وارد شده در معادله تجزیه گام به گام، صفات مورد مطالعه در گیاهان کافوری جمع‌آوری شده از رویشگاه همدان (۱۳۸۸)

ارتفاع	تعداد پنجه	
۰/۴۳۴	۰/۵۸۱	تعداد پنجه
۰/۲۲۵	۰/۱۱۵	ارتفاع
۰/۶۶	۰/۶۹۶	اثر کل
	۰/۱۶۹	اثر باقیمانده

اعدادی که زیرشان خط کشیده شده است، اثرهای مستقیم می‌باشند.

## بحث

(Ardakani et al., 2007; Abbaszadeh et al., 2008)

با توجه به نتایج بدست آمده، بین صفاتی مانند عملکرد اندام هوایی، عملکرد سرشاخه گلدار، میزان کلروفیل، درصد اسانس و آهن جذبی از یک طرف و املاح جذبی مانند سدیم، پتاسیم و منیزیم کل نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد سرشاخه کل و سرشاخه گلدار در شرایط زیادی کلروفیل و آهن که توأم با افزایش صفات مورفولوژیک بود، حاصل شد. از طرفی در شرایط بالا بودن سیم و تنظیم‌کننده‌های اسمزی داخل گیاه مانند پرولین و قندهای محلول، همبستگی منفی وجود داشت (جدول ۲). این روابط نشان می‌دهد که در شرایط زیادی املاح جذبی حتی از میزان اسانس گیاه نیز کاسته می‌شود. همچنین مشاهده گردید که در شرایط زیادی املاح جذبی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی، اندام زمینی گیاه بیشتر توسعه یافته و گسترش پیدا می‌کند. جذب آهن در شرایط کمبود سایر املاح بیشتر شده و درصد اسانس نیز در چنین شرایطی افزایش داشت. به عبارتی اثر مستقیم اثر آهن و سرشاخه گلدار بر بازده اسانس نشان داد که در برداشت احتمالی گیاهان دارویی از عرصه‌های طبیعی، بررسی شاخص‌های عملکرد سرشاخه گلدار، درصد اسانس و مقدار آهن جذبی می‌تواند مفید باشد. از مقایسه نتایج این قسمت از تحقیق با نتایج تحقیقات مختلفی که در زمینه تأثیر تنش خشکی بر بازده اسانس در گیاهان دارویی مختلف

(Safikhani et al., 2007) صورت گرفته نشان می‌دهد که گیاهان در رویشگاههای طبیعی با تنشهای مختلفی از جمله با کمبود رطوبت مواجه بوده و در صورت زیادی املاح در خاک اثر تنش شدیدتر شده و علاوه بر کاهش عملکرد سرشاخه‌های گلدار از میزان اسانس گیاه نیز کاسته می‌شود. در این بررسی مشخص گردید که اثر غیرمستقیم ارتفاع گیاه، از اثر مستقیم آن کمتر بوده که نشان می‌دهد تعداد پنجه و بسته بودن تاج پوشش در افزایش عملکرد سرشاخه گلدار بیشتر از دیگر صفات مؤثر بوده است. همچنین گیاهانی که تاج پوشش بسته‌تری داشتند (قطر تاج پوشش کوچک) نسبت به گیاهان با تاج پوشش باز (قطر تاج پوشش بزرگ)، عملکرد سرشاخه گلدار بیشتری داشته‌اند، این امر ممکن است به دلیل ایجاد میکروکلیم در داخل گیاه بوده و علاوه بر حفظ گیاه از علف‌خوارها، در کاهش تنش‌های محیطی از قبیل باد و نور نیز می‌تواند مفید باشد. همچنین مشاهده گردید که در شرایط زیادی منیزیم، کلسیم، کلر، قندهای محلول و پرولین از میزان کلروفیل‌های کل a و b کاسته شد که نشان می‌دهد با افزایش املاح و تنظیم‌کننده‌های فتوسنتزی به عبارتی با افزایش تنش، از قدرت فتوسنتز گیاه کاسته می‌شود. وجود همبستگی مثبت بین آهن با کلروفیل نشان می‌دهد که جذب آهن در شرایط زیادی املاح نمکی کاهش می‌یابد. بنابراین به نظر می‌رسد که

- Essential Oils, University of Wurzburg, Germany, 7-10 September, 4.
- Chen, Y. and Nelson, R.L., 2004. Genetic variation and relationship among cultivated, wild and semiwild soybean. *Crop science*, 44: 316-325.
  - Dofing, S.M. and Knight, C.W., 1992. Alternative model for path analysis of small grain yield. *Crop science*, 32: 487-489.
  - Guerrero-Campo, J. and Montserrat-Marti, G., 2004. Comparison of floristic changes on vegetation affected by different levels of soil erosion in Miocene clays and Eocene Marls from Northeast Spain. *Plant Ecology*, 173: 83-93.
  - Irrigoyen, J.J., Emerich, D.W. and Sanchez, D.M., 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in modulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiologia Plantarum*, 84: 55-60.
  - Kukreja, A.K., Dhawan, O.P., Ahuja, P.S., Sharma, S. and Mathur, A.K., 1992. Genetic improvement of mints: On the quantitative traits of essential oil of *in vitro* derived clones of Japanese mint (*Mentha arvensis* var *piperascens* Holmes). *Journal of Essential Oil Research*, 4: 623-629.
  - Mirzaie-nodoushan, H., Rezaie, M.B. and Jaimand, K., 2001. Path analysis of essential oil-related characters in *Mentha* spp. *Flavour and Fragrance Journal*, 16: 340-343.
  - Mogimi, J., 2006. *Ornamental Shrubs, Climbers and Bamboos*. France Lincoln, 592P.
  - Safikhani, F., Heydari sharifabad, H., Syadat, A., Sharifi ashorabadi, A., Syednedjad M. and Abbaszadeh B., 2007. The effect of drought stress on percentage and yield of essential oil and physiological characteristics of *Deracocephalum moldavica* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(1): 86-99.
  - Tajali, A.A., Amin, g., Chaichi, M.R. and Zahedi, G., 2007. Habitat Influence on Essential Oil of *Champhorosma monspeliaca* L. in Iran. *Asian Journal of Plant Sciences* 6(8): 1297-1299.
  - Usher, G., 1974. *A dictionary of plants used by man*. Constable, 619P.
  - Wang, R.Z. and Riopley, E.A., 1997. Effect of grazing on a *Leymus chinensis* grassland on the Songnen plain of northeastern China. *Journal Arid Environ*, 36: 307-318.
  - Williams, G.J. and Markley, J.L., 1973. The photosynthetic pathway type of North America shortgrass prairie species and some ecological implications. *Photosynthetica*, 7: 262-270.
  - Zhao, J.G., Chen, W.M. and Li, Z.L., 1991. Factor analysis of the main agronomic characters in soybean. *Science*, 10: 24-30.
- جذب آهن در خاکهای شور با مشکل مواجه بوده و کمبود آهن در گیاهان مناطق شور می تواند موضوع مهمی باشد.
- ### منابع مورد استفاده
- طبایی عقدایی، س.ر. و بابایی م.، ۱۳۸۲. ارزیابی تنوع ژنتیکی برای تحمل خشکی در قلمه های گل محمدی با استفاده از تجزیه های چند متغیره. فصلنامه پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱۱(۱): ۵۱-۳۹.
  - غازان شاهی، ج.، ۱۳۷۶. آنالیز خاک و گیاه. انتشارات هما، ۳۱۱ صفحه.
  - فرشادفر، ع.، ۱۳۷۷. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات (جلد اول). انتشارات دانشگاه رازی، کرمانشاه، ۳۹۶ صفحه.
  - فرهنگیان کاشانی، س.، طبایی عقدایی، س.ر. و جعفری، ع.، ۱۳۸۴. بررسی روابط بین عملکرد گل و اجزاء آن در ژنوتیپ های گل محمدی. مجله تخصصی گیاه و زیست بوم، ۱۱(۱): ۵۴-۴۵.
  - قنادها، م.ر. و نقوی، م.، ۱۳۸۱. ژنتیک کمی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۷۱ صفحه.
  - میرزایی ندوشن، ح.، مهرپور، ش. و سفیدکن، ف.، ۱۳۸۵. تجزیه علیت در صفات مؤثر بر اسانس در سه گونه از آویشن. فصلنامه پژوهش و سازندگی، ۷۱(۱): ۸۸-۹۴.
  - Abbaszadeh, B., Sharifi ashourabadi, E., Lebaschi, M.H., Naderi hajibagher Kandy, M. and Moghadami F., 2008. The effect of drought stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and relative water contents of balm (*Melissa officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(4): 504-513.
  - Akhiani, H. and Ghorbani, M., 1993. A Contribution to the halophytic vegetation flora of Iran. Towards rational use of high salinity tolerant plants, 1: 35-44.
  - Ardakani, M.R., Abbaszadeh, B., Sharifi Ashourabadi, E., Lebaschi, M.H. and Packnejad, F., 2007. The effect of water deficit on quantitative and qualitative characters of balm (*Melissa officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(2): 251-261.
  - Baher Nik, Z. and Mirza, M., 2003. Chemical composition of the essential oil of *Champhorosma monspeliaca* L. 34<sup>th</sup> International Symposium on

## Sequential path analysis of effective characters on shoot yield and essential oil percentage of *Camphorosma monspeliaca* L.

B. Abbaszadeh<sup>1\*</sup>, M.H. Assareh<sup>2</sup>, M.R. Ardakani<sup>3</sup>, F. Paknejad<sup>3</sup>,  
M. Layegh Haghighi<sup>2</sup> and S. Meshkizadeh<sup>2</sup>

1\*- Corresponding author, Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, E-mail: babaszadeh@rifr-ac.ir

2- Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

3- Islamic Azad University, Karaj Branch, Department of Agronomy, Karaj, Iran

Received: January 2011

Revised: July 2011

Accepted: July 2011

### Abstract

This research was conducted to study the cause and effect of morphological, physiological characters and some elements of *camphorosma monspeliaca* L. in natural habitat. Plant samples were collected by using 9 sampling plots at full flowering stage. Morphological traits including plant height, number of tillers, big and small diameter of the canopy cover, dry weight of plant shoots and dry weight of flowering shoots were measured. Soluble sugar content, proline, sodium, potassium, magnesium, calcium, chlorine and iron were also measured by using different methods. Correlation, factor analysis, stepwise and path analysis were used for identifying effective traits on shoot yield and essential oil percentage. The results showed that there was significant positive correlation between total shoot yield with number of tiller ( $r = 0.96^{**}$ ), canopy diameter 1 ( $r = 0.84^*$ ), canopy diameter 2 ( $r = 0.86^{**}$ ), flowering shoot yield ( $r = 0.79^*$ ), total chlorophyll 1 ( $r = 0.77^*$ ), chlorophyll b ( $r = 0.67^*$ ) and iron ( $r = 0.84^*$ ). There was significant negative correlation between total shoot yield with soluble sugars ( $r = -0.80^{**}$ ), proline ( $r = -0.88^{**}$ ), calcium ( $r = -0.70^*$ ) and chlorine ( $r = -0.94^{**}$ ). Significant positive correlation was observed between flowering shoot yield with number of tillers, canopy diameters 1 and 2, essential oil percentage, total chlorophyll 1 and iron. Essential oil percentage showed significant positive correlation with number of tiller ( $r = 0.79^*$ ), canopy diameters 1 ( $r = 0.79^*$ ), canopy diameters 2 ( $r = 0.83^{**}$ ), total shoot yield ( $r = 0.76^*$ ) and shoot flowering yield ( $r = 0.84^{**}$ ) shoot yield and iron ( $r = 0.86^{**}$ ). The results of factor analysis showed that first component with number of tillers, big and small canopy diameters, total shoot yield, flowering shoot yield, essential oil percentage and iron could justify more than 55% of total variance. The result of stepwise analysis on dependent variable (essential oil percentage) showed that iron and total shoot yield with a determination coefficient of 0.8048 were entered to the regression model. The result of path analysis showed that iron had the highest direct positive effect on essential oil percentage. According to the results of stepwise analysis, number of tillers and plant height were entered to the regression model. The result of path analysis showed that number of tiller had the highest direct positive effect on total shoot yield.

**Key words:** *Camphorosma monspeliaca* L., elements, correlation, path analysis.