

بررسی روابط بین صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بعضی از عناصر شیمیایی گیاه دارویی

## کافوری (*Camphorosma monspeliaca* L.) جمع‌آوری شده از رویشگاه اراک

تورج رحیمی<sup>۱</sup>، فرزاد پاک نژاد<sup>۲</sup>، بهلول عباس‌زاده<sup>۳</sup>، محمدرضا اردکانی<sup>۴</sup>، مجید زارع ولوجردی<sup>۵</sup> و معصومه لایق حقیقی<sup>۶</sup>

### چکیده

به منظور بررسی روابط بین صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بعضی از عناصر شیمیایی گیاه کافوری، نمونه‌های این گیاه از رویشگاه طبیعی اراک در مرحله گل‌دهی کامل جمع‌آوری شد. صفات مورفولوژیکی مانند ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، قطر بزرگ و کوچک تاج پوشش، عملکرد سرشاخه کل و سرشاخه گل‌دار ۲۰ تا ۴۰ گیاه از هر پلات اندازه‌گیری شد. هم‌چنین کلروفیل، قندهای محلول، پرولین، سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، کربن و آهن گیاهان هر پلات اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از همبستگی صفات نشان داد که عملکرد سرشاخه کل با عملکرد سرشاخه گل‌دار ( $r=0.97^{**}$ )، تعداد پنجه ( $r=0.94^{**}$ )، قطر تاج پوشش ۲ ( $r=0.83^{**}$ )، کلروفیل کل ۱ ( $r=0.79^{*}$ )، کلروفیل کل ۲ ( $r=0.77^{*}$ )، کربوفیل a ( $r=0.78^{*}$ ) و کربوفیل b ( $r=0.77^{*}$ ) همبستگی مثبت معنی‌دار دارد، اما با طول ریشه ( $r=-0.74^{*}$ )، عملکرد ریشه ( $r=0.83^{**}$ )، قندهای محلول ( $r=-0.76^{*}$ )، پرولین ( $r=-0.94^{**}$ ) و کربن ( $r=-0.77^{*}$ ) همبستگی منفی معنی‌دار دارد. عملکرد سرشاخه گل‌دار با تعداد پنجه ( $r=0.97^{**}$ )، قطر تاج پوشش ۱ ( $r=0.77^{*}$ )، قطر تاج پوشش ۲ ( $r=0.97^{**}$ ) و کربوفیل کل ۱ ( $r=0.74^{*}$ ) همبستگی مثبت معنی‌دار و با عملکرد ریشه ( $r=-0.77^{*}$ )، قندهای محلول ( $r=-0.97^{**}$ )، کلسیم ( $r=-0.71^{*}$ ) و مقدار کربن موجود در گیاه ( $r=-0.81^{**}$ ) همبستگی منفی معنی‌دار داشت. قندهای محلول با پرولین ( $r=0.83^{**}$ )، مقدار منیزیم ( $r=0.88^{**}$ )، کلسیم ( $r=0.90^{**}$ ) و کربن ( $r=0.91^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی‌دار داشتند. پرولین با منیزیم ( $r=0.79^{*}$ )، کلسیم ( $r=0.79^{*}$ ) و کربن ( $r=0.87^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. در رگرسیون گام به گام اثر صفات بر عملکرد سرشاخه گل‌دار به عنوان متغیر وابسته، پنج صفت عملکرد سرشاخه کل، آهن، قطر تاج پوشش ۲، کربن و قطر تاج پوشش ۱ به ترتیب وارد معادله شدند. نتایج حاصل از تجزیه علیت نشان داد که سرشاخه کل بالاترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد سرشاخه گل‌دار دارد. به طور کلی نتایج نشان داد که شوری باعث کاهش اندام‌های هوایی گردیده و جذب آهن را کاهش می‌دهد، اما گیاه برای مقابله با شوری از جذب املاح و گسترش سیستم ریشه‌ای استفاده می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: گیاهان دارویی، کافوری، عناصر، همبستگی، تجزیه گام به گام، تجزیه علیت

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۲۶

۱- عضو هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس

۲- عضو هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۳- دکتری زراعت، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، \* نویسنده مسئول [babaszadeh@rifr-ac.ir](mailto:babaszadeh@rifr-ac.ir)

۴- کارشناس ارشد، منطقه ۱۲ دانشگاه آزاد اسلامی

۵- کارشناس ارشد گیاهان دارویی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

## مقدمه

مطالعه و بررسی توده‌های بومی و گونه‌های وحشی به عنوان منابع ژنتیکی در اصلاح نباتات از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است. در این میان، گیاهان دارویی و مرتعی به دلیل نقش خود در تامین مواد خام داروهای گیاهی، علوفه دامی و حفاظت از منابع آب و خاک کشور، از جنبه‌های گیاه‌شناسی، اکولوژی، به‌زراعی و به‌نژادی مورد توجه قرار گرفته است (Asri, 1999). مطالعات همبستگی، استفاده از تجزیه فاکتور، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت به عنوان روش‌های آماری چند متغیره، بررسی روابط بین عملکرد و صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی را امکان پذیر می‌سازد. مطالعات متعددی درباره همبستگی بین صفات و تجزیه علیت در گیاهان مختلف صورت گرفته است (Chen and Nelson, 2004, Zhao et al., 1991, Dofing and Knight, 1992; Tabaei Aghdaei and Babaei, 1992). تنش شوری باعث ایجاد سلسله‌ای از فرایندهای معین می‌شود که منجر به تجمع کاتیون ( $\text{Na}^+$ ) و آنیون ( $\text{Cl}^-$ ) سمی می‌گردد و مقاومت به نمک شامل سلسله‌ای از صفات پیچیده‌ای است که به مختصات فیزیولوژیک درون سلولی در گیاه بستگی دارد (Bruria and Arie, 1998; Bohnert and Jensen, 1996; Bates et al., 1973).

یکی از اثرات شوری در گیاه کاهش فعالیت فتوسنتزی در آن است که موجب کاهش مقدار کلروفیل (Irma et al., 2002; Francisco et al., 2002) و کاهش جذب  $\text{CO}_2$  و ظرفیت فتوسنتز می‌گردد (Francisco et al., 2002). از جمله استراتژی گیاهان در مقاومت در برابر تنش شوری تجمع محلول‌های سازگاری شامل قندهای محلول (ساکاروز، گلوکز، فروکتوز، ترهالوز و رافینوز)، قندهای غیرمحلول (نشاسته، آمیلوز، آمیلوپکتین) و اسید آمینه پرولین می‌باشند. این ترکیبات در اثر تنش شوری در گیاهان تجمع می‌یابند (Nuccio et al., 1999). نقش حفاظتی پرولین در تحمل تنش شوری مشخص شده است (Rout and Show, 1998). گزارش شده است که در شرایط تنش احتمالاً با تبدیل فرولیک اسید به دی‌فرولیک اسید در همی‌سلولز یا نا محلول شدن گلیکوپروتئین‌ها غنی از هیدروکسی پرولین منجر به سفت شدن یا استحکام دیواره سلولی می‌شود (Waffenschmidt et al., 1993) و به همین دلیل از علائم صدمات شوری بر گیاه، تأخیر در رشد به علت کاهش طولی شدن دیواره سلولی

و در نتیجه کوتوله شدن گیاه می‌باشد (Nieman, 1965).

تنش شوری موجب تغییراتی در مقدار و نوع متابولیت‌های تنظیم کننده رشد گیاه شده و از این طریق سرعت رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Arshi et al., 2002).

هر چند تعیین ارتباط بین صفات مهم دارای اهمیت است، ولی محاسبه ضریب همبستگی ماهیت ارتباط صفات را مشخص نمی‌کند. بنابراین با استفاده از تجزیه علیت امکان شناسایی آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات مرتبط با اندام مورد نظر وجود دارد. به همین منظور متخصصین آمار روش تجزیه علیت را به‌عنوان ابزاری برای تعیین اهمیت صفات موثر در اندام مورد استفاده در نظر می‌گیرند.

استفاده از همبستگی‌های دوگانه صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی از جمله ابزاری بوده است که تاکنون در تعدادی از گونه‌های پونه و نعناع مورد استفاده قرار گرفته است (Kukreja et al., 1992). میرزایی ندوشن و همکاران (Mirzei Nodoshan et al., 2001) در بررسی‌های خود بر روی دو کلون از پونه یکرنگ *Mentha longifolia* L. مشاهده کردند که بین میزان اسانس برگ با طول و قطر ساقه همبستگی مثبت معنی‌دار وجود دارد. درصد اسانس برگ بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد گل داشت. طول برگ نیز اثر مستقیم بالایی را بر میزان اسانس گل داشت. هم‌چنین، این محققین نتیجه گرفتند که طول برگ و قطر ساقه معیار مناسبی برای به‌گزینی گونه‌ها و کلون‌های مختلف پونه یکرنگ است.

میرزایی ندوشن و همکاران (Mirzei Nodoshan et al., 2006) در تجزیه علیت صفات موثر بر افزایش اسانس در سه گونه آویشن نشان دادند که تعداد روزنه و طول برگ دارای بیشترین اثرات مستقیم بر میزان اسانس هستند. عباس‌زاده و همکاران (Abbaszadeh et al., 2011) گزارش کردند که در پونه یکرنگ، عملکرد اسانس کل با عملکرد گل، درصد اسانس گل، عملکرد اسانس گل، عملکرد برگ، درصد اسانس برگ و عملکرد اسانس برگ در سطح احتمال ۱٪ همبستگی مثبت معنی‌دار وجود دارد. عملکرد سرشاخه گل‌دار با ارتفاع گیاه و تعداد ساقه جانبی در سطح احتمال ۵٪ و با عملکرد گل، درصد اسانس گل، عملکرد اسانس گل، عملکرد برگ، درصد اسانس برگ، عملکرد اسانس برگ و عملکرد اسانس کل در سطح احتمال ۱٪ همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. بررسی تجزیه علیت نشان داد که صفت عملکرد اسانس برگ بالاترین اثر

تا ۴۰ گیاه در هر مرحله برداشت شد. برای انتخاب محل پلات‌ها، کنار بستر رودخانه که به دلیل بالا بودن املاح، حداقل پوشش گیاهی را داشت به عنوان منطقه یک انتخاب و در امتداد بستر رودخانه به فواصل ۱۰۰ متر تکرارهای آن منطقه پلات گذاری گردید. در جهت عمود بر منطقه یک مناطقی با املاح متوسط (منطقه ۲) و مناطقی با املاح کمتر (منطقه ۳) نام‌گذاری شد. تکرارهای مناطق دو و سه نیز مانند منطقه ۱ مشخص گردید.

در مرحله رشد زایشی (گل‌دهی کامل) ابتدا صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، قطر بزرگ و کوچک تاج پوشش (کانوپی) اندازه‌گیری شد، سپس سرشاخه گل‌دار و مابقی سرشاخه به صورت جداگانه برداشت و پس از کد گذاری به آزمایشگاه منتقل گردید. برای اندازه‌گیری طول و وزن ریشه از داخل هر پلات، تعداد ۸ بوته با ریشه برداشت و پس از خشک شدن در آزمایشگاه طول و وزن خشک ریشه‌ها نیز اندازه‌گیری شد. در هر پلات، نمونه‌هایی برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل، برداشت شده و بلافاصله به داخل یخ منتقل گردید. باقی‌مانده سرشاخه‌های بوته برداشتی در پاکت به آزمایشگاه انتقال داده و پس از خشک کردن، وزن خشک آن‌ها تعیین گردید. به هنگام نمونه‌برداری، از اعماق 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 جفت شده القایی (ICP) اندازه‌گیری شد. کلر موجود در گیاه در آزمایشگاه خاک شناسی و با استفاده از روش تتراسیون با محلول نیترات نقره اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری پروتئین و قندهای محلول با استفاده از روش ایرگوین و همکاران (Irrigoyen et al., 1992) و بتیس و همکاران (Bates, 1973) انجام گرفت. اندازه‌گیری میزان رنگدانه‌های گیاهی ابتدا با استفاده از کلروفیل متر (مقادیر اندازه‌گیری شده تحت عنوان کلروفیل کل ۱ مشخص شده است) و سپس با استفاده از فرمول‌های زیر انجام گرفت.

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

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

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

مستقیم و مثبت را بر عملکرد اسانس کل دارد و بعد از آن تاثیر درصد اسانس گل بیشترین تاثیر مستقیم را بر تولید اسانس کل در درجه بعدی قرار می‌گیرد.

گیاه دارویی کافوری (*Camphorosma monspeliaca* L.) یکی از گیاهان چند ساله همیشه سبز، از تیره *Chenopodiaceae* است (Moghimi, 2006). پراکنندگی آن در ایران در شمال غرب، غرب و مرکز گزارش گردیده و در جهان پراکنش آن از ترکیه، ایران، قفقاز، آسیای مرکزی، افغانستان، پاکستان و شمال افریقا گزارش شده است (Ghahraman, 1998; Shu, 2003; Asadi, 2002). ارتفاع این گیاه حدود ۶۰ سانتی‌متر است، گل‌دهی آن در حدود مهر ماه رخ می‌دهد (Moghimi, 2006). این گیاه مناطق برخوردار از نور بالا، خاک‌های شنی، لومی، زهکشی مطلوب و اسیدی را ترجیح می‌دهد و نسبت به شوری و الکالین بالا و خشکی نیز مقاومت بالایی دارد (Moghimi, 2006). کافوری یک گیاه C<sub>3</sub>، مونوفانروفیت، مخصوص مناطق خشک است که در خاک‌های فقیر به خوبی رشد می‌کند (Wang, 2002). آخانی و قربانی (Akhani and Ghorbani, 1993) کافوری را یک گیاه شورپسند<sup>۱</sup>، کاموفیت<sup>۲</sup>، یوهالوفیت<sup>۳</sup>، بوته‌ای و خشکی پسند<sup>۴</sup> معرفی کرده‌اند. هدف از این مطالعه، شناسایی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی موثر بر عملکرد سرشاخه گل‌دار و درصد اسانس گیاه دارویی کافوری با استفاده از روش‌های همبستگی ساده، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت بوده است.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق از رویشگاه طبیعی کافوری در منطقه اراک (طول شرقی ۴۹°، ۳۰'، عرض شمالی ۳۰°، ۰۵'، ۳۴'، ۲۹۳ کیلومتری غرب تهران، با ۲۲۲/۲ میلی‌متر نزولات سالانه، متوسط دمای سالانه ۱۲/۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۸/۶٪) در مرحله گل‌دهی کامل با استفاده از پلات گذاری، نمونه‌برداری گردید. از رویشگاه طبیعی، نه پلات ۱۰ متر مربعی با فواصل ۱۰۰ تا ۵۰۰ متر از یکدیگر انتخاب و از هر پلات ۲۰

<sup>1</sup> Halophyte

<sup>2</sup> Chamaephyte

<sup>3</sup> Euhlophyte

<sup>4</sup> Xerophyte

کلسیم ( $F=0/72^*$ ) و کلر ( $F=0/70^*$ ) همبستگی منفی معنی دار داشت. عملکرد سرشاخه کل با عملکرد سرشاخه گل دار ( $F=0/97^{**}$ )، کلروفیل کل ۱ ( $F=0/79^*$ )، کلروفیل کل ۲ ( $F=0/77^*$ )، کلروفیل a ( $F=0/78^*$ ) و کلروفیل b ( $F=0/77^*$ ) همبستگی مثبت معنی دار و با عملکرد ریشه ( $F=0/83^{**}$ )، قندهای محلول ( $F=0/76^*$ )، پرولین ( $F=0/94^{**}$ ) و کلر ( $F=0/77^*$ ) همبستگی منفی معنی دار داشت. عملکرد سرشاخه گل دار با کلروفیل ۱ ( $F=0/74^*$ ) همبستگی مثبت معنی دار و با عملکرد ریشه ( $F=0/77^*$ )، قندهای محلول ( $F=0/97^*$ )، کلسیم ( $F=0/72^*$ ) و مقدار کلر موجود در گیاه ( $F=0/81^{**}$ ) همبستگی منفی معنی دار داشت. همچنین، عملکرد سرشاخه گل دار با مقدار سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلسیم موجود همبستگی منفی غیر معنی دار نشان داد. عملکرد ریشه با پرولین ( $F=0/85^{**}$ )، مقدار کلسیم ( $F=0/68^*$ ) و کلر ( $F=0/81^{**}$ ) موجود همبستگی مثبت معنی دار ولی با کلروفیل کل ۱ ( $F=0/88^{**}$ )، کلروفیل کل ۲ ( $F=0/75^*$ )، کلروفیل a ( $F=0/76^*$ ) و کلروفیل b ( $F=0/74^*$ ) همبستگی منفی معنی دار نشان داد. قندهای محلول با پرولین ( $F=0/83^{**}$ )، مقدار منیزیم ( $F=0/88^{**}$ )، کلسیم ( $F=0/90^{**}$ ) و کلر ( $F=0/91^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار و با کلروفیل کل ۱ ( $F=0/80^{**}$ )، کلروفیل a، کلروفیل b و مقدار آهن موجود در پیکر رویشی همبستگی منفی غیر معنی دار داشت. پرولین با منیزیم ( $F=0/79^*$ )، کلسیم ( $F=0/79^*$ ) و کلر ( $F=0/87^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار و با کلروفیل ۱ ( $F=0/84^{**}$ ) همبستگی منفی معنی دار داشت. کلروفیل کل ۱ با کلروفیل کل ۲ ( $F=0/99^{**}$ ) و کلروفیل a ( $F=0/99^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار و با عناصر جذبی همبستگی منفی غیر معنی دار نشان داد. در این بررسی مشخص گردید که بین کلروفیل a با کلروفیل b ( $F=0/99^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار وجود دارد. سدیم با پتاسیم ( $F=0/85^{**}$ ) و آهن ( $F=0/78^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار داشت. پتاسیم با منیزیم ( $F=0/73^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار نشان داد. منیزیم با کلسیم ( $F=0/82^{**}$ ) و کلر ( $F=0/91^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار نشان داد. مقدار آهن موجود در پیکره گیاه با قندهای محلول، پرولین، کلروفیل، کلسیم و کلر همبستگی منفی غیر معنی دار نشان داد. برای کاهش تعداد

در این روابط، Chl a، Chl b و Chl a+b به ترتیب محتوای کلروفیل a و b و مجموع a+b (مقادیر اندازه گیری شده تحت عنوان کلروفیل کل ۲ مشخص شده است) برحسب میلی گرم در لیتر وزن تر و a فرمول میزان جذب توسط عصاره ها در طول موج های مربوطه است. برای اندازه گیری کلسیم و منیزیم خاک از روش تیترومتری، نیتروژن کل خاک از روش کج لادل، سولفات خاک از روش کدورت سنجی، کربن آلی خاک از روش والکی بلاک، کلر گیاهان و خاک از روش تتراسیون با محلول نترات نقره، آهن کل خاک از روش حجمی، بافت خاک از روش هیدرومتری، سدیم و پتاسیم خاک از روش فلیم فتومتری، بیکربنات خاک از روش تیترومتری و با استفاده از معرف متیل اورنژ استفاده گردید (Ghazanshahi, 1997). اطلاعات بدست آمده، از طریق نرم افزار آماری SAS و Path (Dewey and Lu, 1959) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از همبستگی صفات (جدول ۲) نشان داد که ارتفاع گیاه با قطر تاج پوشش ( $F=0/80^{**}$ ) و مقدار آهن موجود ( $F=0/83^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار دارد. طول ریشه با عملکرد ریشه ( $F=0/84^{**}$ )، قندهای محلول ( $F=0/82^{**}$ )، پرولین ( $F=0/77^*$ )، مقدار منیزیم ( $F=0/84^{**}$ ) و کلسیم موجود در گیاه ( $F=0/89^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار و با تعداد پنجه ( $F=0/68^*$ )، عملکرد سرشاخه کل ( $F=0/79^*$ ) و عملکرد سرشاخه گل دار ( $F=0/74^*$ ) همبستگی منفی معنی دار داشت. تعداد پنجه با قطر تاج پوشش ۱ ( $F=0/69^*$ )، قطر تاج پوشش ۲ ( $F=0/82^{**}$ )، عملکرد سرشاخه گل دار ( $F=0/96^{**}$ ) و کلروفیل کل ۱ ( $F=0/78^*$ ) همبستگی مثبت معنی دار و با عملکرد ریشه ( $F=0/73^*$ )، قندهای محلول ( $F=0/83^{**}$ )، پرولین ( $F=0/94^{**}$ )، مقدار منیزیم ( $F=0/68^*$ )، کلسیم ( $F=0/67^*$ ) و کلر ( $F=0/76^*$ ) موجود در پیکره گیاه همبستگی منفی معنی دار داشت. قطر تاج پوشش ۱ با قطر تاج پوشش ۲ ( $F=0/93^{**}$ )، عملکرد سرشاخه گل دار ( $F=0/77^{**}$ ) و مقدار آهن ( $F=0/75^*$ ) موجود در گیاه همبستگی مثبت معنی دار و با پرولین ( $F=0/71^*$ ) همبستگی منفی معنی دار نشان داد. قطر تاج پوشش ۲ با عملکرد سرشاخه کل ( $F=0/82^{**}$ ) و عملکرد سرشاخه گل دار ( $F=0/92^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار و با قندهای محلول ( $F=0/73^*$ )، پرولین ( $F=0/87^{**}$ )، مقدار

جذبی دومین صفتی بود که با ضریب تبیین ۰/۱۷۷ از اثر مستقیم برخوردار شد و از طریق سرشاخه کل (۰/۱۸-)، قطر تاج پوشش ۲ (۰/۲۹۸-)، کلر (۰/۱۶-)، قطر تاج پوشش ۱ (۰/۳۲۳-) به طور غیر مستقیم بر عملکرد سرشاخه گل دار موثر بود. سومین صفت قطر تاج پوشش ۲ بود که با ضریب تبیین ۰/۵۷۱- اثر مستقیم و از طریق صفات سرشاخه کل (۰/۸۷-)، مقدار آهن جذبی (۰/۰۹۲-)، کلر (۰/۱۲۵-) و قطر تاج پوشش ۱ (۰/۳۹۹-)، اثر غیر مستقیم داشت. چهارمین صفت کلر بود که با ضریب تبیین ۰/۱۷۸- اثر مستقیم و از طریق صفات سرشاخه کل (۰/۸۰۸-)، مقدار آهن جذبی (۰/۰۱۷-)، قطر تاج پوشش ۲ (۰/۴۰۴-) و قطر تاج پوشش ۱ (۰/۲۰۹-)، از اثر غیر مستقیم برخوردار شد. قطر تاج پوشش ۱ پنجمین صفت بود که با ضریب تبیین ۰/۴۳- اثر مستقیم و از طریق سرشاخه کل (۰/۶۵۲-)، مقدار آهن جذبی (۰/۱۳۳-)، قطر تاج پوشش ۲ (۰/۵۳-) و مقدار کلر جذبی (۰/۰۸۵-) اثر غیر مستقیم داشت.

نتایج حاصل نشان داد که کافوری یک گیاه مقاوم به شوری و خشکی بوده (Waisel, 1972) و در رویشگاه با شوری بالا (جدول ۱) به راحتی رشد می کند. در شرایط افزایش قندهای محلول و پرولین، طول و عملکرد ریشه افزایش می یابد. افزایش طول ریشه گیاه کافوری تا ۳۰۰ میلی مولار شوری ایجاد شده با نمک های کلرید سدیم، کلرید کلسیم و مخلوط ۲ نمک در شرایط کنترل شده توسط عباسزاده (Abbaszadeh, 2011) و در گیاهان *Suaeda vermiculata* و *Atriplex leucoclada* توسط زندی اصفهان (Zandi Esfahan, 2011) گزارش گردیده است. هم چنین نامبرندگان گزارش کردند که با افزایش سطح شوری، از رشد ریشه نیز کاسته شد. هم چنین، بین افزایش طول ریشه با منیزیم و کلسیم همبستگی مثبت وجود داشت. بنابراین، گیاه در شرایط زیادی املاحی مانند منیزیم و کلسیم در دسترس، با افزایش طول ریشه نسبت به جذب آب از اعماق اقدام می کند، یکی دیگر از راه های مقابله با زیادی املاح نیز افزایش اسمولیت های مانند پرولین و قندهای محلول است. نتایج تحقیقات حاکی از آن است که با افزایش تنش خشکی در گیاهان مختلف از جمله بادرنجوبه (Ardakani et al., 2007)، بادرشبو (Safikhani, 2006)، مریم گلی (Bettaieb et al., 2009) و *Symbopogon martini* (Farooqi et al., 1999) و *Petriwinkle medicina L.* (Sreevalli et al., 2001)

صفات موثر بر تغییرات کل، تجزیه به عامل ها انجام گرفت و با توجه به نتایج حاصل از تجزیه فاکتور، صفات مورد نظر جهت انجام آزمون تجزیه علیت انتخاب گردید. در این تجزیه عملکرد سرشاخه گل دار به عنوان صفت وابسته انتخاب شد، زیرا سرشاخه گل دار و جوان از لحاظ دارویی و انجام عملیات استخراج مهم است. سرشاخه کل دارای ساقه های خشبی و فاقد ارزش دارویی از بابت میزان اسانس بوده و حتی در صورت برخورداری از ارزش دارویی، به دلیل افزایش هزینه استخراج فاقد ارزش اقتصادی است. با توجه به ضرایب جدول همبستگی ساده صفات، آزمون تجزیه علیت انجام شد. نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام اثر صفات بر عملکرد سرشاخه گل دار به عنوان متغیر وابسته نشان داد که پنج صفت عملکرد سرشاخه کل، آهن، قطر تاج پوشش ۲، کلر و قطر تاج پوشش ۱ به ترتیب وارد مدل شدند (جدول ۳). مدل نهایی به صورت زیر بود.

$$Y = 1135 + 0.75X_1 + 1/12 X_2 - 1/72 X_3 - 0/0007 X_4 + 1/14 X_5$$

در این معادله Y عملکرد سرشاخه گل دار، X عملکرد سرشاخه کل، X<sub>2</sub> آهن، X<sub>3</sub> قطر تاج پوشش ۲، X<sub>4</sub> کلر و X<sub>5</sub> قطر تاج پوشش ۱ هستند. این مدل دارای ضریب تبیین ۰/۹۹ بود، یعنی صفات مورد بررسی بیش از ۹۹ درصد تغییرات عملکرد سرشاخه گل دار را توجیه می کنند. عملکرد سرشاخه گل در اولین گام وارد مدل گردید که دارای بیشترین همبستگی مثبت معنی دار (۰/۹۴) با سرشاخه گل دار بود. دومین صفت وارد شده به مدل، مقدار آهن بود که دارای ضریب تبیین انفرادی ۰/۰۴۷ و ضریب تبیین کل ۰/۹۸ بود. صفت سوم قطر تاج پوشش ۲، چهارم کلر و پنجم قطر تاج پوشش ۱ بودند که با این که ضریب تبیین کل را به بیش از ۹۹٪ رساندند، ولی به تنهایی دارای ضریب تبیین انفرادی به ترتیب ۰/۰۰۵۹، ۰/۰۰۲۹ و ۰/۰۰۱۵ بودند. این امر نشان می دهد که عملکرد سرشاخه گل بیشترین نقش را در تولید سرشاخه گل دار داشته است.

نتایج حاصل از تجزیه علیت (جدول ۴) نشان داد که از بین صفات وارد شده در تجزیه گام به گام، صفت سرشاخه کل بالاترین اثر مستقیم و مثبت (۱/۰۴۲) را بر عملکرد سرشاخه گل دار دارد. این صفت به ترتیب از طریق صفات مقدار آهن جذبی (۰/۰۰۳-)، قطر تاج پوشش ۲ (۰/۴۷۷-)، مقدار کلر جذبی (۰/۱۳۷-) و قطر تاج پوشش ۱ (۰/۲۶۹-)، تاثیر غیر مستقیم خود را بر عملکرد سرشاخه گل دار دارد. مقدار آهن

ارزیابی اکوتیپ‌ها و توده‌های برتر اهمیت زیادی دارد. علاوه بر آن، انتخاب یک طرفه برای صفات زراعی، بدون در نظر گرفتن صفات دیگر ممکن است نتایج نامطلوبی را منجر شود. بنابراین، در برنامه‌های اصلاحی و شناسایی اکوتیپ‌های برتر، استفاده از همبستگی بین صفات و اثر مستقیم و غیر مستقیم آن‌ها بایست مورد توجه قرار گیرد. تجزیه علیت نشان داد که گیاهانی که سرشاخه گل بیشتری دارند، می‌توانند از سرشاخه گل‌دار بیشتری برخوردار گردند. همچنین، گیاهانی که تاج پوشش بسته تری داشتند (قطر تاج پوشش کوچک) نسبت به گیاهانی با تاج پوشش باز (قطر تاج پوشش بزرگ)، عملکرد سرشاخه گل‌دار بیشتری داشته‌اند. این امر ممکن است به دلیل ایجاد میکرو کليما در داخل گیاه باشد، زیرا علاوه بر حفظ گیاه از علف خوارها، در کاهش اثر تنش‌های محیطی از قبیل باد و نور نیز می‌تواند مفید باشد. در تحقیقات متعددی رابطه بین افزایش تنش خشکی و شوری که در رویشگاه مورد مطالعه هم حاکم بود، با افزایش میزان پرولین، قندهای محلول و افزایش طول و حجم ریشه گزارش شده است. هم‌چنین کاهش اندام هوایی با افزایش تنش‌های یاد شده در تحقیقات متعددی (Francisco *et al.*, 2002; Nuccio *et al.*, 1999; Rout and Show, 1998; Nieman, 1965; Arshi *et al.*, 2002) گزارش گردیده است که به لحاظ ماهیت کار با نتایج این تحقیق مطابقت نشان دادند، اما با توجه به جدید بودن کار ارایه شده، در بررسی منابع، گزارشی در این زمینه مشاهده نگردید تا مقایسه‌ای صورت گیرد.

به طور کلی نتایج نشان داد که بین عملکرد اندام‌های هوایی و مقدار آهن جذب شده رابطه مثبت وجود داشت. هم‌چنین بین اندام‌های زمینی با قندهای محلول، پرولین، مقدار منیزیم و کلسیم موجود در گیاه همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده گردید که نشان می‌دهد شوری باعث کاهش اندام‌های هوایی گردیده و جذب آهن را کاهش می‌دهد، اما گیاه برای مقابله با شوری از جذب املاح و گسترش سیستم ریشه‌ای استفاده می‌نماید.

پرولین و قندهای محلول افزایش یافتند. وجود همبستگی منفی بین طول و عملکرد ریشه با عملکرد اندام هوایی و تعداد پنجه نشان می‌دهد که کاهش اندام هوایی می‌تواند به دلیل کاهش فتوسنتز و هم‌چنین اختصاص بخشی از مواد فتوسنتزی به توسعه و نگهداری اندام‌های زیرزمینی باشد. در برخی از تحقیقات علت کاهش اندام هوایی در شرایط تنش را به دلیل کاهش تورژسانس سلول در اثر افزایش تنش و کاهش رشد و توسعه سلول به‌ویژه در ساقه گزارش نموده‌اند (Alkier *et al.*, 1993). نتایج نشان داد که در شرایط بالا بودن منیزیم، کلسیم، کلر، قندهای محلول و پرولین از میزان کلروفیل‌های کل a و b کاسته می‌شود. این امر نشان می‌دهد که با افزایش املاح و تنظیم‌کننده‌های فتوسنتزی و به عبارت دیگر با افزایش تنش، از قدرت فتوسنتز گیاه کاسته می‌شود. نتایج مشابهی در گیاه آویشن (Babaei *et al.*, 2010)، نعنای فلفلی (Alkier *et al.*, 1993)، ریحان (Refaat and Saleh, 1997) و زیره سبز (Kazemi Saeid, 2002) گزارش شده است.

از نتایج قابل توجه، همبستگی مثبت بین آهن با کلروفیل بود. در این بررسی مشخص گردید که جذب آهن در شرایط کمبود املاح نمکی افزایش می‌یابد. بنابراین، به نظر می‌رسد که جذب آهن در خاک‌های شور با مشکل مواجه می‌شود و کمبود آهن در گیاهان مناطق شور می‌تواند موضوع مهمی باشد. زندی اصفهان (Zandi Esfahan, 2011) و عباس‌زاده (Abbaszadeh, 2011) مشاهده کردند که با افزایش شوری از میزان جذب آهن کاسته شد.

نتایج حاصل از رگرسیون چند متغیره نشان داد که سرشاخه گل و قطر بزرگ تاج پوشش و آهن بیشترین تاثیر را در تغییرات کل عملکرد سرشاخه گل‌دار داشتند. هم‌چنین، جهت ارزیابی اثر مستقیم و غیر مستقیم صفات وارد شده در مدل رگرسیونی عملکرد سرشاخه گل‌دار، تجزیه علیت صورت گرفت، زیرا چگونگی ارتباط بین صفات مختلف در پیشرفت برنامه‌های به‌نژادی و شناخت صفات مناسب جهت به‌گزینی و

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک‌های منطقه نمونه برداری در رویشگاه اراک در سال ۱۳۸۸.

Table 1. The results of physico-chemical analysis of soil in Arak in 2009.

Local	pH	Ec ds/m	P mg/kg	Cl mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	Na mg/kg
Local 1	7.2	12.4	8	15531.1	519.7	31278	11274	5058.1
Local 2	7.6	11.7	7.6	14278	497.8	26640	9684	48942.3
Local 3	7.7	7.6	7.7	14234.2	469.4	25978	9728	45739.5
Local	ESP %	HCO3 mg/kg	OC %	N %	SO4 <sup>2-</sup>	Clay %	Silt %	Sand %
Local 1	47.2	728.1	0.41	0.05	168	25	27	44
Local 2	44.3	646.9	0.6	0.06	161.2	21	24	55
Local 3	40.8	666.2	0.54	0.054	172.3	23	28	49

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نمونه‌های گیاه دارویی کافوری در رویشگاه اراک در سال ۱۳۸۸.

Table 2. Correlation coefficients between morphological and physiological traits of Comphor samples in Arak in 2009

	Plant height	Root length	Number of tillers	Canopy diameter1	Canopy diameter2	Total shoot yield	Full flowering shoot yield	Root yield
Plant height	1							
Root length	-0.105 <sup>ns</sup>	1						
Number of tillers	0.57 <sup>ns</sup>	-0.68*	1					
Canopy diameter1	0.96**	-0.33 <sup>ns</sup>	0.68*	1				
Canopy diameter2	0.81**	-0.64 <sup>ns</sup>	0.82**	0.92*	1			
Total shoot yield	0.45 <sup>ns</sup>	-0.79*	0.94**	0.62 <sup>ns</sup>	0.83**	1		
Full flowering shoot yield	0.62 <sup>ns</sup>	-0.74*	0.976**	0.77*	0.92**	0.97**	1	
Root yield	-0.22 <sup>ns</sup>	0.84**	-0.73*	-0.38 <sup>ns</sup>	-0.63 <sup>ns</sup>	-0.83**	-0.78*	1
Soluble sugar	-0.41 <sup>ns</sup>	0.82**	-0.83**	-0.55 <sup>ns</sup>	-0.73*	-0.75*	-0.81**	0.66 <sup>ns</sup>
Proline	-0.56 <sup>ns</sup>	0.77*	-0.94**	0.71*	-0.87**	-0.94**	-0.97**	0.85**
Total chlorophyll1	0.09 <sup>ns</sup>	-0.83**	0.78*	0.26 <sup>ns</sup>	0.52 <sup>ns</sup>	0.79*	0.73*	-0.88**
Total chlorophyll2	-0.09 <sup>ns</sup>	-0.62 <sup>ns</sup>	0.65 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.35 <sup>ns</sup>	0.77*	0.64 <sup>ns</sup>	-0.75*
Chlorophyll a	-0.08 <sup>ns</sup>	-0.62 <sup>ns</sup>	0.65 <sup>ns</sup>	0.96 <sup>ns</sup>	0.36 <sup>ns</sup>	0.778*	0.65 <sup>ns</sup>	-0.76*
Chlorophyll b	-0.097 <sup>ns</sup>	-0.62 <sup>ns</sup>	0.64 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.35 <sup>ns</sup>	0.77*	0.64 <sup>ns</sup>	-0.74*
Sodium	0.64 <sup>ns</sup>	0.609 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>ns</sup>	0.487 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	-0.30 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>	0.58 <sup>ns</sup>
Potassium	0.52 <sup>ns</sup>	0.565 <sup>ns</sup>	-0.16 <sup>ns</sup>	0.39 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>ns</sup>	-0.095 <sup>ns</sup>	0.46 <sup>ns</sup>
Magnesium	0.04 <sup>ns</sup>	0.847**	-0.68*	-0.23 <sup>ns</sup>	-0.49 <sup>ns</sup>	-0.66 <sup>ns</sup>	-0.36 <sup>ns</sup>	0.63 <sup>ns</sup>
Calcium	-0.43 <sup>ns</sup>	0.77*	-0.67*	-0.577 <sup>ns</sup>	-0.72**	-0.63 <sup>ns</sup>	-0.72*	0.68*
Chlorine	-0.29 <sup>ns</sup>	0.90**	-0.76*	-0.48 <sup>ns</sup>	-0.81**	-0.77*	-0.81**	0.81**
Iron	0.83**	0.12 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.75*	0.52 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>

ns, \*, \*\*: به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود همبستگی و همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

ns=non significant, \* and \*\*: signification correlation at 5% and 1% of probability levels, respectively

Table 2. Continued

	Soluble sugar	Proline	Total chlorophyll I	Total chlorophyll 2	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Sodium	Potassium	Magnesium	Calcium	Chlorine	Iron
Soluble sugar	1											
Proline	0.85**	1										
Total chlorophyll I	-0.80**	-0.84**	1									
Total chlorophyll 2	-0.45 <sup>ns</sup>	-0.63 <sup>ns</sup>	0.74*	1								
Chlorophyll a	-0.44 <sup>ns</sup>	-0.67 <sup>ns</sup>	0.75*	0.99**	1							
Chlorophyll b	-0.44 <sup>ns</sup>	-0.63 <sup>ns</sup>	0.74*	0.99**	0.99*	1						
Sodium	0.29 <sup>ns</sup>	0.22 <sup>ns</sup>	-0.67*	-0.62 <sup>ns</sup>	-0.62 <sup>ns</sup>	-0.62 <sup>ns</sup>	1					
Potassium	0.47 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>ns</sup>	-0.64 <sup>ns</sup>	-0.40 <sup>ns</sup>	-0.4 <sup>ns</sup>	-0.40 <sup>ns</sup>	0.84**	1				
Magnesium	0.88**	0.72 <sup>ns</sup>	-0.81**	-0.52 <sup>ns</sup>	-0.52 <sup>ns</sup>	-0.52 <sup>ns</sup>	0.54 <sup>ns</sup>	0.72*	1			
Calcium	0.91**	0.79*	-0.72 <sup>ns</sup>	-0.32 <sup>ns</sup>	-0.33 <sup>ns</sup>	-0.32 <sup>ns</sup>	0.22 <sup>ns</sup>	0.50 <sup>ns</sup>	0.82**	1		
Chlorine	0.92**	0.87*	0.85 <sup>ns</sup>	-0.56 <sup>ns</sup>	-0.56 <sup>ns</sup>	-0.55 <sup>ns</sup>	0.43 <sup>ns</sup>	0.59 <sup>ns</sup>	0.91**	0.95**	1	
Iron	-0.20 <sup>ns</sup>	-0.17**	-0.23 <sup>ns</sup>	-0.55 <sup>ns</sup>	-0.54 <sup>ns</sup>	-0.55 <sup>ns</sup>	0.78*	0.49 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	-0.34 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>	1

ns=non significant \* and \*\*=signification correlation at 5% and 1% of probability levels, respectively.  
 ns به ترتیب نشان دهنده عدم وجود همبستگی، همبستگی معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



جدول ۳- مراحل رگرسیون گام به گام صفات مورد مطالعه در نمونه‌های گیاهان کافوری جمع‌آوری شده از رویشگاه اراک در سال ۱۳۸۸

**Table 3. Stepwise regression for traits in camphor samples collected from the habitat of Arak in 2009**

Trait is added to the formula	Steps of regression				
	1	2	3	4	5
Constant	5.2	23.63	33.74	22.197	11.35
Total shoot	0.70	0.70	1.08	1.04	0.75
Iron	---	1.39	3.51	3.53	1.12
Canopy diameter2	---	---	-1.89	-1.59	-1.72
Chlorine	---	---	---	-0.0003	-0.0006
Canopy diameter1	---	---	---	---	1.15
Adjusted R-Square	0.999	0.998	0.996	0.995	0.99

جدول ۴- جدول تجزیه مسیر و اثرات مستقیم و غیر مستقیم وارد شده در معادله تجزیه گام به گام صفات مورد مطالعه

در نمونه‌های گیاهان کافوری جمع‌آوری شده از رویشگاه اراک در سال ۱۳۸۸

**Table 4. Table of path analysis and the direct and indirect effects traits entered to stepwise formula in Camphor samples collected from the habitat of Arak in 2009**

	Total shoot yield	Iron	Canopy diameter2	Chlorine	Canopy diameter1
Total shoot yield	<u>1.04</u>	-0.02	0.87	-0.81	0.65
Iron	-0.003	<u>0.18</u>	0.09	-0.02	0.13
Canopy diameter2	-0.48	-0.30	<u>-0.57</u>	0.40	-0.53
Chlorine	0.14	0.016	0.125	<u>-0.18</u>	0.09
Canopy diameter1	0.27	0.32	0.40	-0.21	<u>0.43</u>
Total effect	0.97	0.20	0.92	-0.81	0.77
Residual			0.02		

Underlined numbers are direct effects. اعدادی که زیر آن‌ها خط کشیده شده است، اثرات مستقیم هستند.

## References

- Abbaszadeh B, Rezaei MB, Paknejad F (2011) Evaluation of relationship between essential oil yield and some agricultural characteristics of two ecotypes of *Mentha langifolia* L. Huds. var. *amphilema* L. by using of path analysis. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 27(1): 46-55.
- Abbaszadeh B (2011) Eco physiological study of salinity tolerance in two halophyte Medicinal Plants (*Camphorosma monspeliaca* L. and *Artemisia sieberi* Bessr). Ph.D. Thesis, Islamic Azad University, Karaj Branch. 385 pp. [In Persian with English Abstract].
- Akhani H, Ghorbani M (1993) A contribution to the halophytic vegetation flora of Iran. Towards Rational Use of High Salinity Tolerant Plants. Vol. 1: 35-44.
- Alkire BH, Simon JE, Palevitch D, Putiavsky E (1993) Water management for midwestern peppermint (*Mentha piperita* L.) growing in highly organic soil. Acta Horticulture 344: 544-556.
- Ardakani M, Abbaszadeh B, Sharifi Ashourabadi E, Lebaschi MH, Paknejad F (2007) The effect of water deficit on quantitative and qualitative characteristics of balm (*Melissa officinalis* L.) Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 23(2): 251-261.
- Arshi A, Abidin MZ, Iqbal M (2002) Tolerance and proline accumulation: a comparative study in salt tolerant and wild type cultured cells of egg plant. Plant Biologic Plantrum 45(2): 295.
- Asadi M (2002) Flora of Iran, *Chenopodiaceae*. No 38, Iranian Research Institute of Forests and Rangelands. [In Persian with English Abstract].
- Asri Y (1999) Vegetation of the Orumieh lake salt marshes, Iranian Research Institute of Forest and Rangelands. No 191-1998. 222 pp. [In Persian with English Abstract].
- Babaei K, Amini dehghi M, Modares Sanavi SEM, Jabari R (2010) Water deficit effect on morphology, proline content and thymol percentage of thyme (*Thymus vulgaris* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 26 (2): 251-263.
- Bates LS, Waldern RP, Teare ID (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil 39: 205- 207.
- Bettaieb I, Zakhama N, Waness W, Marzouk B (2009) Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. Science Horticulture 120: 27-275.

- Bohnert HJ, Jensen RG (1996) Strategies for engineering water stress tolerance in plants. Trends in Biotechnology 14: 89-97.
- Bruria H, Arie N (1998) Physiological response of potato plants to soil salinity and water deficit. Plant Science 137: 43-51.
- Chen Y, Nelson RL (2004) A. genetic variation and relationship among cultivated wild and semi wild Soybean. Crop Science 44: 316-325.
- Dewey DR, Lu KH (1959) A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. Agronomy Journal 51: 515-519.
- Dofing SM, Knight CW (1992) Alternative model for path analysis of small grain yield. Crop Science 32: 487-489.
- Farooqi AHA, Fatima S, Sharma D (1999) Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon martini* (Plamerosa) cultivars. Journal of Essential Oil Research 11: 491-496.
- Francisco G, Jhon L, Jifon S, Micaela C, James PS (2002) Gas exchange, chlorophyll and nutrient contents in relation to Na and Cl accumulation in sunburst mandarin grafted on different root stock. Plant Science 35: 314-320.
- Ghahreman A (1998) Flora of Iran. No 1989. Iranian Research Institute of Forest and Rangelands. Vol. 16. [In Persian with English Abstract].
- Ghazanshahi DJ (1997) Soil and plant analysis. Homa Publisher. 310 pp. [In Persian with English Abstract].
- Irma T, Jolan C, Gabriella S; Ferenc H; Attila P, Gabriella K; Agnes S; Margit S; Laszlo E (2002) Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre- treatment. Proceeding of the 7<sup>th</sup> Hungarian Congress on Plant Physiology S2-O2.
- Irrigoyen JJ, Emerich DW, Sanchez DM (1992) Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in modulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarum 84: 55-60.
- Kazemi Saeid F (2002) Study of water stress and nitrogen fertilizer effects of growth, minerals and essential oil content in cummin (*Cuminum cyminum* L.). M.Sc. Thesis. Tarbiat Modares University. 122 pp. [In Persian with English Abstract].
- Kukreja AK, Dhawan PS, Ahuja PS, Sharma S, Mathur AK (1992) Effect of genetic improvement of mints on the quantitative traits of its essential oil of in vitro derived clones of Japanese mint (*Mentha arvensis* var *piperascens* Holmes). Journal of Essential Oil Research 4: 623-629.
- Mirzaei Nodoushan H, Mehr Pour S, Sefidkon F (2006) Path analysis of the characters influencing essential oil in three *Thymus* species. Pajouhesh-Va- Sazandegi 71 (1): 88-94. [In Persian with English Abstract].
- Mirzaie-nodoushan H, Rezaie MB, Jaimand K (2001) Path analysis of essential oil-related characters in *Mentha* spp. Flavor and Fragrance Journal. 16: 340-343.
- Moghimi J (2006) Ornamental shrubs, climbers and bamboos. France Lincoln, 592 pp.
- Nieman RH (1965) Expansion of bean leaves and its suppression by salinity. Plant Physiology 40: 156-161.
- Nuccio ML, Rhodes D, McNeil SD, Hanson AD (1999) Metabolic engineering of plants for osmotic stress resistance. Current Opinion on Plant Biology 2: 128-134.
- Refaat AM, Saleh MM (1997) The combined effect of irrigation internal and foliar nutrition on sweet basil plants. Bulletin of Faculty of Agricultural University of Cairo 48: 515-525.
- Rout NP, Show BP (1998) Salinity tolerance in aquatic macrophytes: probable role of proline, the enzymes involved in its synthesis and C4 type of metabolism. Plant Science 136: 121-130.
- Safikhani F (2006) Investigation on physiological resistance aspects under drought stress of *Dracocephalum moldavica* L. Ph.D. Thesis, Chamran University. 352 pp. [In Persian with English Abstract].
- Shu ZW (2003) *Camphorosma* Linnaeus, Sp.Pl.122.1753. Flora of China 5: 387-388.
- Sreevalli Y, Baskaran K, Chandra R, Kuikkarni R, Hasan S, Samresh D, Kakre J, Ashok A, Rakesh T (2001) Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotype on yield and alkaloid concentration in *Petritwinkle medicinal*. Aromatic Plant Sciences 22: 356-358.
- Tabaei Aghdaei SR, Babaei M (1992) Evaluation of genetic diversity for drought tolerance in stem cuttings of *Rosa damascene* Mill using multivariate analysis. Iranian Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 11 (1): 30-51. [In Persian with English Abstract].
- Waffenschmidt S, Woessner JP, Beer K, Goodenough UW (1993) Isodityrosine cross-linking mediates insolubilization of cell walls in chlamydomonas. Plant Cell 5: 809-820.
- Waisel Y (1972) Biology of halophytes. Academic Press, New York. 395 pp.
- Wang RZ (2002) The C4 photosynthetic pathway and life forms in grassland species from north China. Photosynthetic 40 (1): 97-102.
- Zandi Esfahan E (2011) Investigation on salinity tolerance of *Suaeda vermiculata* and *Atriplex leucoclada* under natural habitat and laboratory conditions. Ph.D. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch. 227 pp.
- Zhao JG, Chen WM, Li ZL (1991) Factor analysis of the main agronomic characters in soybean. Science 10: 24-30.