

انگشت‌نگاری ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در برخی گونه‌های مریم‌گلی (*Salvia spp.*) ایران با روش TLC، با رویکرد کموتاکسونومی

مرضیه فتوت^۱، طیبه رجیبیان^{۱*}، عذرا صبورا^۲، سید علیرضا سلامی^۳ و الهه سلطانی مایوان^۱
^۱ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
^۲ گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران
^۳ گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکیده

مریم‌گلی (*Salvia*) یکی از مهم‌ترین جنس‌های تیره نعنائیان است که ترکیبات فنلی، متابولیت‌های ثانوی اصلی آن را تشکیل می‌دهند. هدف از پژوهش حاضر بررسی تنوع ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی گل و برگ ۴۱ جمعیت وحشی از ۲۷ گونه مریم‌گلی ایران با روش TLC و بررسی اهمیت این ترکیبات از جنبه کموتاکسونومی و به عنوان نشانگرهای بیوشیمیایی است. ترکیبات شاخص در گونه‌های مورد مطالعه مریم‌گلی، رزمارینیک اسید، سالویانولیک اسیدهای A و B، آپی ژنین، روتین، اسکوتلارین و بایکالین شناسایی شدند. با استفاده از نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای الگوی توزیع ترکیبات فنلی و دندروگرام رسم شده با روش UPGMA، گونه‌های مریم‌گلی از جنبه کموتاکسونومیک مطالعه شدند. نتایج نشان داد که الگوی توزیع ترکیبات فنلی در اندام‌های گل و برگ جمعیت‌های مختلف یک گونه مشابه و در بین گونه‌های مختلف متفاوت است. به نظر می‌رسد که وجود تفاوت‌های بین گونه‌ای بارز در الگوی توزیع این ترکیبات ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی گونه‌های مورد مطالعه باشد. نتایج حاصل از رسته‌بندی گونه‌ها بر اساس داده‌های حاصل از تحلیل خوشه‌ای توزیع ترکیبات فنلی همخوانی نزدیکی با طبقه‌بندی کلاسیک فلورا ایرانیکا نشان داد که این امر نشان دهنده اهمیت این ترکیبات به عنوان نشانگرهای شیمیایی ارزشمند برای رده‌بندی گیاهان مریم‌گلی در سطوح بین گونه‌ای و فروجنس است.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای فنلی، تحلیل خوشه‌ای، فلاونوئیدها، کروماتوگرافی لایه نازک، کموتاکسونومی، مریم‌گلی

مقدمه

بیش از ۹۰۰ گونه در سراسر جهان است و حدود یک چهارم از کل اعضای این تیره را تشکیل می‌دهد (Walker and Sytsma, 2004)

مریم‌گلی (*Salvia L.*)، یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین جنس‌های تیره نعنائیان (Lamiaceae)، با

* rajabian@shahed.ac.ir

(Dincer *et al.*, 2012; Kamatou *et al.*, 2008). متیل اترهای فلاونوئیدی نیز در برگ‌های مریم‌گلی و یا فرآورده‌های دارویی آن یافت شده‌اند (Veličković *et al.*, 2007). اسیدهای فنلی از جمله مشتقات کافئیک اسید (رزمارینیک اسید، سالویانولیک اسیدهای A و B) به عنوان ترکیبات آبدوست مهم در مریم‌گلی، دارای انواع فعالیت‌های زیستی متنوع هستند (Lu and Foo, 2002; Min-hui *et al.*, 2008).

امروزه دانش کموتاکسونومی برای مطالعه فیلوژنی و روابط خویشاوندی بین گیاهان استفاده می‌شود (Noori *et al.*, 2012). متابولیت‌های ثانوی به ویژه فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی وابسته، به علت انتشار گسترده آنها در گیاهان آوندی، تنوع ساختار و ثبات شیمیایی به شیوه مؤثری در مطالعات شیمیوتاکسونومی کاربرد دارند (Švehlíková *et al.*, 2002; Noori *et al.*, 2012; Nair *et al.*, 2013). ارزش فلاونوئیدها در تمام سطوح رده‌بندی گیاهان گل‌دار از راسته تا واحدهای رده‌بندی پایین‌تر به عنوان نشانگر تاکسونومیک مناسب به اثبات رسیده است (Noori *et al.*, 2012). نقش این ترکیبات ثانوی به عنوان نشانگرهای تاکسونومی به خوبی در جنس‌های بکرزا نشان داده شده است (Švehlíková *et al.*, 2002). در برخی گزارش‌ها، از فلاونوئیدها به عنوان شاخص‌های مناسب رسته‌بندی گونه‌های مریم‌گلی، در مطالعات شیمیوتاکسونومی نام برده شده است (Kharazian, 2012a; 2013). ترکیب ۶-هیدروکسی فلاون به عنوان فلاونوئید شاخص برای تاکسونومی این جنس معرفی شده است (Lu and Foo, 2002).

با توجه به این که در بسیاری از مطالعات کموتاکسونومیک، گونه‌های گیاهی الگوی فلاونوئیدی

(2007). ۵۸ گونه از این جنس در مناطق مختلف ایران یافت شده است که از این تعداد، ۱۷ گونه بومی هستند (Hedge, 1982; Mozaffarian, 1996). واژه *Salvia* از واژه لاتین "Salvus" به معنی شفادهنده مشتق شده است و به کاربردهای دارویی چندگانه گیاهان این تیره اشاره دارد (Kelen and Tepe, 2008). در طب سنتی از اندام‌های هوایی و روغن‌های اسانسی جنس‌های مریم‌گلی برای درمان سرماخوردگی، اختلالات گوارشی، دیابت، فشار خون، روماتیسم و بیماری‌های پوستی استفاده می‌شود. همچنین، آنها به عنوان قابض، خلط‌آور و مسکن مورد توجه بوده‌اند (Kamatou *et al.*, 2008; Skoula *et al.*, 2000). در مطالعات داروشناسی جدید، آثار درمانی مریم‌گلی در بیماری‌های قلبی-عروقی، افزایش قدرت حافظه و بیماری آلزایمر به اثبات رسیده است (Kamatou *et al.*, 2008). از این گیاه در درمان بیماری‌هایی چون مالاریا (Liang *et al.*, 2009)، اختلالات دستگاه عصبی (Bouaziz *et al.*, 2009)، سرطان، سقط جنین و بی‌خوابی (Naderi *et al.*, 2011) نیز استفاده می‌شود.

اسانس‌های روغنی، ترپنوئیدها، اسیدهای فنلی، فلاونوئیدها و مشتقات کارنوزول، متابولیت‌های ثانوی اصلی گیاهان مریم‌گلی را تشکیل می‌دهند (Başkan *et al.*, 2007; Kamatou *et al.*, 2008; Min-hui *et al.*, 2008; Hamrouni-Sellami *et al.*, 2013). از مهم‌ترین ترکیبات فلاونوئیدی در جنس مریم‌گلی می‌توان به کوئرستین، کامفرول، لوتولین، لوتولین-۷-گلوکوزید، آپی‌ژنین، آپی‌ژنین-۷-گلوکوزید، میریستین و مورین با فعالیت قوی ضد اکسایشی، ضد التهاب و ضد درد اشاره کرد (Akkol *et al.*, 2008).

شدند (Marinova et al., 2005).

آماده‌سازی محلول‌های استاندارد:

ذخیره نمونه‌های استاندارد رزمارینیک اسید (آلدریچ)، سالویانولیک اسید B و سالویانولیک اسید A (سیگما)، کارنوزیک اسید (سیگما)، کوئرستین (سیگما-آلدریچ)، روتین تری هیدرات (آلفا ایسر)، آپی ژنین (سیگما)، کامفرول (سیگما-آلدریچ)، ۶-هیدروکسی فلاون (سیگما-آلدریچ)، اسکوتلارین (سیگما) و بایکالین (آلدریچ) در اتانول خالص تهیه و برای انجام مطالعات بعدی به کار برده شدند.

مطالعه اجزای فنلی و فلاونوئیدی با روش

کروماتوگرافی لایه نازک (TLC): برای جداسازی اجزای فنلی و فلاونوئیدی عصاره نمونه‌های مورد مطالعه، از صفحات آلومینیومی پوشیده از سیلیکاژل 60F₂₅₄ (Merck، آلمان) در ابعاد ۱۰×۲۰ سانتی‌متر به عنوان فاز ثابت استفاده شد. با استفاده از ۱۲ سیستم حلال مختلف به عنوان فاز متحرک (جدول ۲)، جداسازی اجزای عصاره‌ها با روش کروماتوگرافی لایه نازک بهینه‌سازی شد. حجم مساوی از عصاره‌ها (۳۰ میکرولیتر) برای لکه‌گذاری روی صفحات استفاده شد. ابتدا صفحات با معرف ویژه فلاونوئید (محلول ۱ درصد متانولی دی فنیل بوریک اسید- اتانول آمین، Merck، آلمان) و پس از خشک شدن، با محلول ۵ درصد اتانولی پلی اتیلن گلیکول ۴۰۰۰ (Merck، آلمان) افشانه شدند (Krenna et al., 2003). نحوه جداسازی، تعداد و رنگ لکه‌ها در زیر نور UV با طول موج ۳۶۶ نانومتر در اتاقک UV مجهز به دوربین (Camag TLC Visualizer) مطالعه و از صفحات عکس برداری شد. مقادیر hR_f (درصد حرکت نسبی) لکه‌ها نیز محاسبه گردید.

ویژه‌ای را نشان داده‌اند، انتخاب نشانگرهای شیمیایی به منظور کنترل کیفیت برخی داروهای گیاهی حایز اهمیت است (Nikolova and Vitkova, 2013).

از آنجا که ایران یکی از مراکز پراکنش گونه‌های مریم‌گلی است و با توجه به اهمیت دارویی ترکیبات فنلی این جنس، هدف از پژوهش حاضر، بررسی تنوع ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در عصاره‌های گل و برگ ۴۱ جمعیت وحشی از ۲۷ گونه مریم‌گلی ایران و بررسی اهمیت کاربرد این ترکیبات به عنوان نشانگرهای شیمیایی برای رده‌بندی گیاهان مورد مطالعه است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های گیاهی و آماده‌سازی آنها:

گیاهی از مناطق مختلف ایران و در زمان گل‌دهی کامل (تابستان ۱۳۹۱) جمع‌آوری و یک نمونه هرباریومی از هر گونه در هرباریوم مرکزی دانشگاه همدان (BASU) و هرمرگان (HAPH) نگهداری شد (جدول ۱). اندام‌های برگ و گل‌آذین از نمونه‌های گیاهی جداسازی و در دمای اتاق خشک شدند، سپس تا زمان انجام آزمایش در دمای ۴ درجه سانتیگراد و در تاریکی نگهداری شدند.

استخراج ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی:

نمونه‌های پودر شده برگ و گل (۰/۰۲ گرم) به طور مجزا به مدت ۲۰ دقیقه در ۲ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد در دستگاه فراصوت قرار گرفتند. سپس، هر یک از عصاره‌ها به مدت ۵ دقیقه در ۱۳۵۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شدند (WiseSpin مدل CF-10، شرکت DAIHAN، کره جنوبی) و در پایان، فاز متانولی از رسوب جدا گردید. عصاره‌های حاصل تا زمان استفاده در دمای ۴ درجه سانتیگراد و در تاریکی نگهداری

جدول ۱- مشخصات گونه‌های مطالعه شده مریم‌گلی ایران

نام گونه	محل جمع‌آوری	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	شماره هرباریومی
<i>S. × sylvestris</i>	مرکز ملی ذخایر ژنتیک ایران	-	-	-	-
<i>S. aegyptiaca</i> L.	استان هرمزگان، کوه گنو	N: ۲۷° ۲۶' ۴۵"	E: ۵۶° ۱۸' ۱۷"	۲۳۵	HAPH 92138
<i>S. aethiopsis</i> L.	استان خراسان شمالی، رتین	N: ۳۷° ۲۳' ۱۱/۶۶"	E: ۵۹° ۰۲' ۳۷/۳۲"	۱۸۸۹	BASU 32969
<i>S. aristata</i> Aucher ex Benth.	استان قزوین، شهرستان قزوین، گردنه کامان	N: ۳۶° ۲۷' ۴۹"	E: ۵۰° ۰۷' ۵۹"	۲۰۳۴	BASU 34046
<i>S. atropatana</i> Bunge.	استان البرز، بعد از تونل کندوان به سمت چالوس	N: ۳۶° ۱۰' ۲۰"	E: ۵۱° ۱۸' ۵۳"	۲۵۸۱	BASU 34027
<i>S. ceratophylla</i> L. (M)	خراسان رضوی، مشهد، جنوب آبد، نرسیده به فریزی	N: ۳۶° ۰۲' ۶/۶"	E: ۵۹° ۰۲' ۱۸/۴۱"	۱۴۵۰	BASU 33989
<i>S. ceratophylla</i> L. (T)	استان تهران، ابتدای شهر دماوند	N: ۳۵° ۴۰' ۵۶"	E: ۵۲° ۰۱' ۴۵"	۲۰۲۰	BASU 34058
<i>S. chloroleuca</i> Rech. f. & Aell (T1)	استان تهران، بعد از میگون به سمت شمشک	N: ۳۵° ۵۹' ۲۷/۷"	E: ۵۱° ۲۸' ۵۵/۵"	۲۳۶۵	BASU 34022
<i>S. chloroleuca</i> Rech. f. & Aell (T2)	استان تهران، ابتدای دوره‌ای دربندسر	N: ۳۶° ۰۰' ۰۰"	E: ۵۱° ۲۹' ۰۰"	۲۴۵۰	BASU 34038
<i>S. chloroleuca</i> Rech. f. & Aell. (M)	خراسان رضوی، مشهد، فریزی، دره جاجی	N: ۴۰° ۳۷' ۳۲"	E: ۴۰° ۶۷' ۴۵"	۱۹۶۵	BASU 34094
<i>S. chorassanica</i> Bunge.	خراسان رضوی، مشهد، زشک، کوه‌های بینالود	N: ۳۶° ۱۵' ۵۷"	E: ۵۹° ۰۷' ۴۱/۳"	۲۷۹۰	BASU 34047
<i>S. hydrangea</i> DC. ex Benth.	شهرستان قزوین، مسیر جاده الموت، اطراف روستای رزجرد	N: ۳۶° ۲۰' ۴۳"	E: ۵۰° ۰۹' ۲۶"	۱۶۰۹	BASU 34510
<i>S. hypoleuca</i> Benth. (Q)	استان قزوین، شهرستان قزوین، اطراف روستای خنجربولاغ	N: ۳۶° ۲۶' ۱۶"	E: ۵۰° ۱۳' ۰۵"	۲۱۱۲	BASU 34512
<i>S. hypoleuca</i> Benth. (T1)	استان البرز، بخشدارای لشکرکوه (گاچره)	N: ۳۶° ۰۶' ۰۸"	E: ۵۱° ۲۰' ۵۶"	۲۳۳۵	BASU 34037
<i>S. hypoleuca</i> Benth. (T2)	استان تهران، سعیدآباد، بعد از جاجرود	N: ۳۵° ۴۴' ۵۲"	E: ۵۱° ۴۳' ۰۷"	۱۵۷۰	BASU 33080
<i>S. leriifolia</i> Benth.	خراسان رضوی - مشهد - بین گناباد و بجستان - پاسگاه هوایی	N: ۳۶° ۲۲' ۳۱/۸۱"	E: ۵۸° ۴۱' ۹/۳۳"	۱۳۰۰	BASU 34050
<i>S. limbata</i> C.A.Mey.	استان قزوین - شهرستان قزوین - ارتفاعات زرشک	N: ۳۶° ۲۵' ۵۹/۳۹"	E: ۵۰° ۰۶' ۱۱/۱۸"	۲۰۰۰	BASU 34511
<i>S. macrosiphon</i> Boiss.	خراسان رضوی - مشهد - جاده کلات	N: ۳۶° ۳۶' ۴/۵۶"	E: ۵۹° ۵۴' ۸/۷۳"	۱۸۲۱	BASU 33990
<i>S. mirzayanii</i> Rech. F. & Esfand.	استان هرمزگان - تنگ زاغ	N: ۲۷° ۳۷' ۵۶"	E: ۵۶° ۱۲' ۱۱"	۴۱۰	HAPH 91321
<i>S. nemorosa</i> L. (M)	استان خراسان رضوی، جاده سرخس، تنگشور	N: ۳۶° ۱۴' ۱۷/۹۳"	E: ۵۹° ۴۰' ۲۵/۴۸"	۹۷۳/۵	BASU 34232
<i>S. nemorosa</i> L. (Q)	استان قزوین، شهرستان طارم، جنگل علی‌آباد	N: ۳۶° ۲۶' ۱۰"	E: ۴۹° ۰۹' ۵۳"	۱۹۴۰	BASU 33997
<i>S. nemorosa</i> L. (T)	استان تهران - ابتدای فیروزکوه - سه راهی ارجمند - رستوران نمرد	N: ۳۵° ۴۳' ۳۹"	E: ۵۲° ۴۰' ۲۳"	۱۸۵۵	BASU 34072
<i>S. officinalis</i> L.	استان خراسان رضوی، مشهد، جاده سرخس، تنگشور	N: ۳۶° ۱۴' ۱۷/۹۳"	E: ۵۹° ۴۰' ۲۵/۴۸"	۹۷۳/۵	BASU 33995
<i>S. reuterana</i> Boiss. (T1)	استان تهران، فشم به زایگان	N: ۳۵° ۵۶' ۴۹"	E: ۵۱° ۳۲' ۵۱"	۲۰۳۰	BASU 34070
<i>S. reuterana</i> Boiss. (T2)	استان تهران، جاده دماوند	N: ۳۵° ۴۲' ۲۱"	E: ۵۱° ۵۹' ۱۴"	۲۰۳۲	BASU 33992
<i>S. santolinifolia</i> Boiss.	استان هرمزگان، تنگ زاغ	N: ۲۷° ۳۶' ۵۴"	E: ۵۶° ۱۲' ۴۵"	۳۹۸	HAPH 91239
<i>S. sclarea</i> L. (M)	استان خراسان شمالی، رتین	N: ۳۷° ۲۳' ۱۱/۶۶"	E: ۵۷° ۲۷' ۳۷/۳۷"	۱۸۸۹	BASU 32965
<i>S. sclarea</i> L. (Q)	استان قزوین، شهرستان طارم، جنگل علی‌آباد	N: ۳۶° ۲۲' ۱۹"	E: ۵۰° ۳۲' ۱۰"	۲۲۰۰	BASU 34079
<i>S. sclarea</i> L. (T)	استان تهران، دماوند، چشمه اعلا	N: ۳۵° ۴۴' ۴۳"	E: ۵۲° ۰۳' ۳۹"	۲۱۶۰	BASU 34039
<i>S. sharifii</i> Rech. F. & Esfand.	استان هرمزگان، کوه گنو	N: ۲۷° ۲۶' ۲۹"	E: ۵۶° ۱۸' ۱۱"	۱۹۸	HAPH 92054
<i>S. staminea</i> Montbr. & Auch. ex Benth.	استان البرز، بعد از تونل کندوان به سمت چالوس	N: ۳۶° ۱۰' ۲۰"	E: ۵۱° ۱۸' ۵۳"	۲۵۸۱	BASU 34077
<i>S. syriaca</i> L.	استان قزوین، شهرستان قزوین، الموت شرقی، بعد از روستای جولادک	N: ۳۶° ۲۲' ۱۹"	E: ۵۰° ۳۲' ۱۰"	۲۲۰۰	BASU 34052
<i>S. tebesana</i> Bunge.	خراسان جنوبی، جنوب بیرجند، بندر دره	N: ۳۲° ۴۸' ۵۹/۶۸"	E: ۵۹° ۱۲' ۵۸/۵۳"	۱۷۲۰	BASU 34588
<i>S. verticillata</i> L. (IBRC)	مرکز ملی ذخایر ژنتیک ایران	-	-	-	-
<i>S. verticillata</i> L. (Q)	استان قزوین، شهرستان قزوین، الموت شرقی، بعد از روستای جولادک	N: ۳۶° ۲۲' ۱۹"	E: ۵۰° ۳۲' ۱۰"	۲۲۰۰	BASU 33996
<i>S. verticillata</i> L. (T1)	استان تهران، به سمت شمشک	N: ۳۵° ۵۲' ۱۳"	E: ۵۱° ۳۲' ۲۵"	۱۸۲۶	BASU 34023
<i>S. verticillata</i> L. (T2)	استان تهران، ابتدای دوره‌ای دربندسر	N: ۳۶° ۰۰' ۲۳"	E: ۵۱° ۲۹' ۰۰"	۲۴۵۰	BASU 34034
<i>S. virgata</i> Jacq. (M)	خراسان شمالی، جنوب شرقی بجنورد - اسفراین، رتین	N: ۳۷° ۱۱' ۴۱/۶۱"	E: ۵۷° ۲۹' ۲۹/۷۵"	۱۷۶۰	BASU 34044
<i>S. virgata</i> Jacq. (Q)	استان قزوین، شهرستان قزوین، جاده اکبر آباد، اطراف روستای آقاگیر	N: ۳۶° ۲۳' ۰۸"	E: ۵۰° ۲۴' ۰۸"	۱۴۰۵	BASU 34513
<i>S. viridis</i> L.	شهرستان قزوین، رجایی دشت	N: ۳۶° ۲۷' ۳۳"	E: ۵۰° ۱۷' ۰۱"	۱۱۳۵	BASU 34088
<i>S. xanthocheila</i> Boiss. ex Benth.	استان قزوین، شهرستان قزوین، منطقه وودبار الموت، بعد از روستای بیچ بن	N: ۳۶° ۲۶' ۱۶"	E: ۵۰° ۱۳' ۰۵"	۲۱۱۲	BASU 34041

جدول ۲- مشخصات سیستم‌های حلال مورد آزمایش برای TLC ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی

شماره	سیستم حلال و نام اختصاری آن	نسبت حلال	نوع افشانه
۱	اتیل استات: فرمیک اسید: استیک اسید و آب مقطر (EFAW)	۱۰۰:۱۱:۱۱:۲۶	معرف فلاونوئید، PEG
۲	بوتانول نرمال: استیک اسید و آب مقطر (BAW)	۱۰:۱:۵	معرف فلاونوئید، PEG
۳	بوتانول نرمال: استیک اسید و آب مقطر (BAW)	۳:۱:۱	معرف فلاونوئید، PEG
۴	بوتانول نرمال: استیک اسید و آب مقطر (BAW)	۴:۱:۵	معرف فلاونوئید، PEG
۵	بوتانول نرمال: استیک اسید و آب مقطر (BAW)	۱۰:۱:۵	آمونیاک
۶	بوتانول نرمال: استیک اسید و آب مقطر (BAW)	۱۰:۱:۵	کلرید آهن ۲ درصد اتانولی (FeCl ₃)
۷	حلال ۱- کلریدریک اسید ۲ درصد؛ حلال ۲- بوتانول نرمال: استیک اسید و آب مقطر	۱۰:۱:۵	معرف فلاونوئید، PEG
۸	تولون: اتیل استات	۹۳:۷	معرف فلاونوئید، PEG
۹	کلروفرم: متانول	۹۸:۲	معرف فلاونوئید، PEG
۱۰	بنزن: پیریدین: فرمیک اسید	۷۲:۱۸:۱۰	معرف فلاونوئید، PEG
۱۱	کلروفرم: اتیل استات	۶۰:۴۰	معرف فلاونوئید، PEG
۱۲	دی کلرومتان	۱۰۰	معرف فلاونوئید، PEG

تحلیل آماری: پس از انجام مراحل آزمایشگاهی،

به منظور بررسی ارتباط خویشاوندی جمعیت‌ها و گونه‌های مورد مطالعه، بر اساس الگوی نواربندی مشاهده شده در کروماتوگرام‌های حاصل، به حضور یک لکه خاص عدد یک و به عدم حضور آن عدد صفر داده شد. پس از تشکیل ماتریس صفر و یک، دندروگرام با نرم‌افزار NTSYS نسخه ۲/۰۲ و با محاسبه ضریب تشابه جاکارد با روش UPGMA رسم گردید. همچنین، رسته‌بندی جمعیت‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ و با آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (Principal Components Analysis, PCA) بررسی شد.

نتایج

انتخاب سیستم حلال مناسب: با توجه به کیفیت تفکیک (تعداد و تنوع لکه‌های مشاهده شده)، از میان سیستم‌های حلال مورد آزمایش، از سیستم حلال BAW؛ شامل بوتانول نرمال: استیک اسید و آب مقطر (۱۰:۱:۵) به عنوان فاز متحرک در مطالعات بعدی استفاده گردید.

بررسی ترکیبات فنلی با روش TLC: مقایسه و

شناسایی گروه ترکیبات فنلی (اسیدهای فنلی و فلاونوئیدها) موجود در عصاره متانولی ۴۱ جمعیت از ۲۷ گونه مریم‌گلی خودروی ایران، با توجه به رنگ و hR_F نمونه‌های استاندارد انجام گرفت. مقادیر hR_F استانداردهای کامفرول، روتین، بایکالین، اسکوتلارین، ۶-هیدروکسی فلاون، کوئرستین و آپی ژنین به ترتیب: ۱۰/۹، ۴۹/۴، ۵۶/۹، ۵۷، ۸۶/۸، ۹۰/۸ و ۹۲/۱ برآورد شد. از سوی دیگر، مقادیر hR_F کارنوزیک اسید، سالویانولیک اسید A، رزمارینیک اسید، و سالویانولیک اسید B به ترتیب: ۹۵/۹، ۸۳/۷، ۷۹/۹ و ۵۳ تعیین شد. در شکل ۱، TLC کروماتوگرام عصاره متانولی اندام‌های گل و برگ سه گونه مریم‌گلی به عنوان نمونه، همراه با استانداردهای مورد استفاده نشان داده شده است. حضور تعدادی از این ترکیبات فنلی طی آنالیز کیفی عصاره‌های متانولی اندام‌های برگ و گل گونه‌های مریم‌گلی با روش TLC تأیید شد. در شکل ۲ چگونگی توزیع ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی ۲۷ گونه مورد مطالعه بر اساس حضور لکه‌های شاخص در آنها نشان داده شده است.

گونه *S. aristata* با طرح و الگویی کاملاً متفاوت از سایر گونه‌ها قرار داشت که در طبقه‌بندی کلاسیک فلورا ایرانیکا نیز خود به تنهایی در گروه I جای می‌گیرد (Hedge, 1982). خوشه ۲، در دندروگرام شکل ۳ به دو خوشه فرعی A و B تقسیم شد. خوشه A شامل: *S. mirzayanii*، *S. santolinifolia* و *S. sharifii* بود. قرار گرفتن دو گونه *S. mirzayanii* و *S. sharifii* در کنار یکدیگر، مشابه گروه IIIa در رده‌بندی کلاسیک فلورا ایرانیکا است. سایر گونه‌ها شامل: *S. aegyptiaca*، *S. ceratophylla*، *S. atropatana*، *S. aethiopsis*، *S. hydrangea*، *S. chorassanica*، *S. chloroleuca*، *S. limbata*، *S. leriifolia*، *S. hypoleuca*، *S. officinalis*، *S. nemorosa*، *S. macrosiphon*، *S. tebesana*، *S. syriaca*، *S. sclarea*، *S. reuterana* و *S. viridis*، *S. virgata*، *S. verticillata* و *S. xantocheila* در خوشه B قرار گرفتند که همخوانی نزدیکی با گروه III در طبقه‌بندی کلاسیک فلورا ایرانیکا داشت. هر چند گونه *S. verticillata* در پژوهش حاضر در خوشه B گروه‌بندی شد، اما در نهایت، مشابه گروه IV در فلورا ایرانیکا، در زیرخوشه جداگانه‌ای نسبت به سایر گونه‌ها قرار گرفته است.

رسته‌بندی جمعیت‌های بررسی شده بر اساس تحلیل PCA ماتریس داده‌ها نشان‌دهنده واگرایی جمعیت‌ها در سه گروه اصلی است (شکل ۴). به منظور شناسایی متغیرترین لکه‌ها در میان ترکیبات فنلی بررسی شده، تحلیل مؤلفه مبتنی بر PCA با احتساب بیش از ۶۰ درصد واریانس تجمعی (۸ عامل اصلی) انجام شد. در مؤلفه اول با ۱۳/۶۲ درصد واریانس تنوع کل (پیوست ۱)، لکه‌های شماره ۲۴ و ۲۷ در برگ (به ترتیب به رنگ‌های سبز مایل به زرد و سبز مایل به سفید و hR_f معادل ۸۴/۴ و ۹۵/۴ در شکل ۲) و لکه‌های شماره ۸، ۲۲ و ۲۷ در گل

پژوهش حاضر، با رنگ فلئورسانس آبی و ترکیبات فلاونوئیدی با رنگ‌های فلئورسانس زرد، سبز و نارنجی مشخص می‌شوند، مقایسه الگوهای نواربندی در دو اندام نمونه‌های بررسی شده مشخص کرد که تعداد لکه‌های ترکیبات فنلی در برگ بیشتر از گل و برعکس تعداد لکه‌های ترکیبات فلاونوئیدی در عصاره گل‌ها بیشتر بودند (شکل ۱).

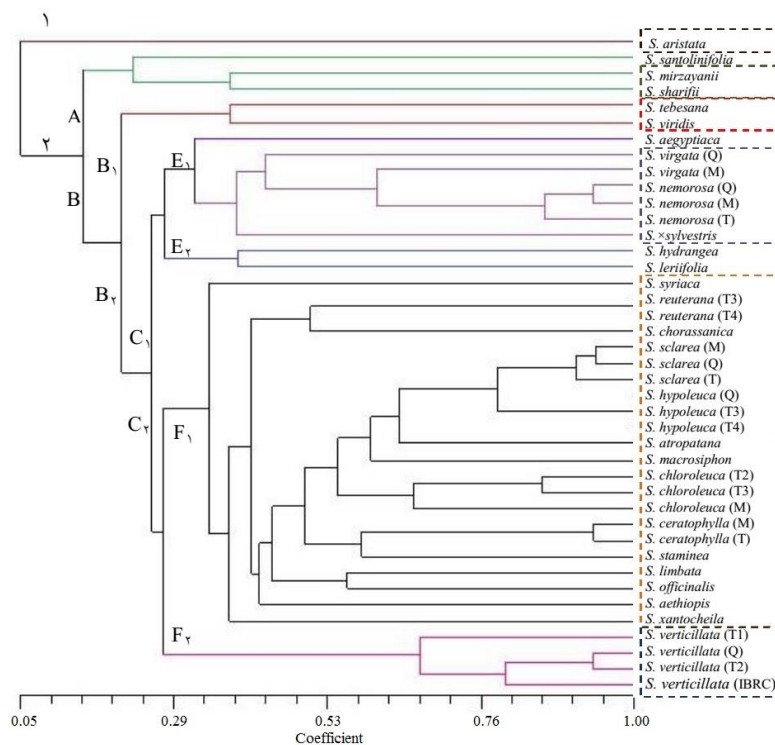
بر اساس نتایج به دست آمده، جمعیت‌های مربوط به هر گونه، الگوی نسبتاً مشابهی را از نظر طرح توزیع ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در هر یک از اندام‌های برگ و گل نشان دادند و تنوع لکه‌ها بیشتر در بین گونه‌های مختلف مشاهده شد. علیرغم الگوی نسبتاً ثابت کروماتوگرام‌های لایه نازک عصاره متانولی اندام برگ و گل در هر گونه، در برخی جمعیت‌ها تفاوت‌های اندکی از نظر شدت رنگ لکه‌ها بین نمونه‌ها شاخص بود.

بر اساس مشاهدات، برخی لکه‌ها منحصر به یک گونه خاص بودند، برای نمونه لکه‌هایی با فلئورسانس قرمز (اسکوتلارین) و قهوه‌ای تیره (بایکالین) به ترتیب در گونه‌های *S. tebesana* و *S. aristata* مشاهده شد. همچنین، به استثنای *S. aristata*، حضور رزمارینیک اسید در سایر گونه‌ها تأیید شد. وجود سالویانولیک اسیدهای A و B در اندام برگ‌های مشهودتر بود. ترکیبات فلاونوئیدی روتین و آپیزین نیز در برخی گونه‌ها شناسایی شدند (شکل ۲). گروه‌بندی گونه‌ها و جمعیت‌ها بر اساس مجموعه داده‌های فنلی و فلاونوئیدی در هر دو اندام برگ و گل (شکل ۳)، انطباق بیشتری با طبقه‌بندی کلاسیک در فلورا ایرانیکا (Hedge, 1982) داشت.

در بررسی دندروگرام حاصل از بررسی صفات مربوط به ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی با روش UPGMA، ۴۱ جمعیت مطالعه شده مریم‌گلی به دو خوشه اصلی تقسیم‌بندی شد (شکل ۳). در خوشه ۱،

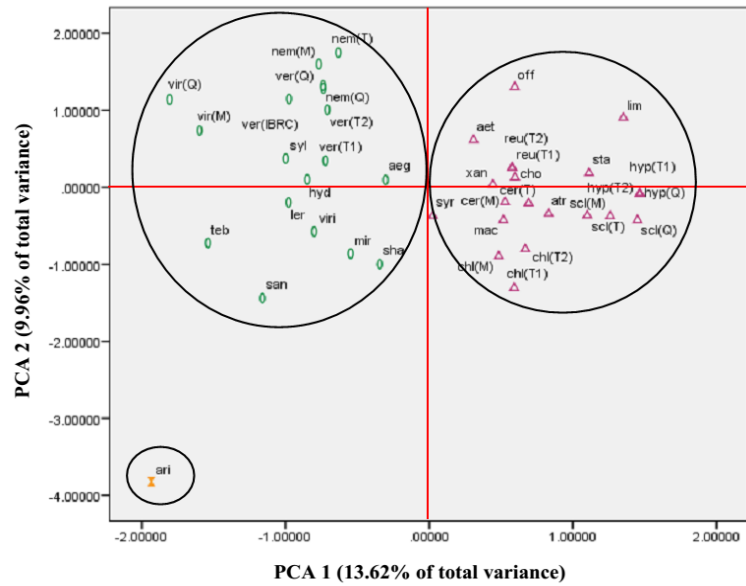
قهوه‌ای و قهوه‌ای تیره و hR_f معادل ۴۱، ۴۵/۹ و ۵۶/۹ در شکل ۲) و لکه‌های شماره ۱۴ و ۱۹ در گل (به ترتیب به رنگ‌های آبی و قهوه‌ای تیره و hR_f معادل ۴۵/۳ و ۵۵/۴ در شکل ۲) نمایان ساخت (پیوست ۲). این ترکیبات به تشکیل خوشه اصلی دندروگرام رسم شده با روش UPGMA شامل گونه *S. aristata* و دوزیرخوشه E_1 (گونه‌های *S. nemorosa*، *S. virgata*، *S. aegyptiaca* و $(S. \times sylvestris)$ و F_2 (گونه *S. verticillata*) منجر شده بود که در شکل ۳ به خوبی مشخص است. آنالیز مؤلفه ترکیبات فنلی اندام گل و برگ ۴۱ جمعیت مریم گلی با روش PCA هم‌خوانی نزدیکی با دندروگرام رسم شده حاصل از تحلیل خوشه‌ای صفات کروماتوگرافی لایه نازک ترکیبات فوق داشت (شکل ۴). در این روش نیز گونه *S. aristata* از سایر گونه‌ها جدا است. همچنین جمعیت‌های یک گونه در کنار یکدیگر قرار گرفتند.

(به ترتیب به رنگ‌های زرد درخشان، زرد درخشان و سبز فسفری با hR_f معادل ۲۱/۶، ۶۷/۶ و ۸۹/۲ در شکل ۲) به عنوان مؤثرترین متغیرهای متمایزکننده در بین ترکیبات فنلی با ضریب همبستگی >0.6 آشکار شدند (پیوست ۲). مجموعه این ترکیبات در نخستین عامل اصلی موجب ایجاد زیرخوشه‌های فرعی در گروه F_1 دندروگرام شکل ۳ و جداسازی گونه‌های: *S. ceratophylla*، *S. atropatana*، *S. aethiopsis*، *S. hypoleuca*، *S. chorassanica*، *S. chloroleuca*، *S. officinalis*، *S. macrosiphon*، *S. limbata*، *S. syriaca*، *S. staminea*، *S. sclarea*، *S. reuterana* و *S. xantocheila* از سایر جمعیت‌ها و گونه‌های مورد بررسی منجر شد. مؤلفه دوم که حدود ۹/۹۶ درصد واریانس تنوع کلی را در بر می‌گرفت (پیوست ۱)، متغیرترین صفات مربوط به این عامل را لکه‌های شماره ۹، ۱۲ و ۱۷ در برگ (به ترتیب به رنگ‌های آبی،



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی برگ و گل ۴۱ جمعیت از ۲۷ گونه مریم گلی خودروی ایران بر اساس ضریب تشابه جاگارد با روش UPGMA

شکل ۴- رسته‌بندی ۲۷ گونه مریم‌گلی با آنالیز لکه‌های فنلی و فلاونوئیدی آشکار شده روی صفحات TLC طبق دو مؤلفه آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) اختصارات: aeg: *S. aristata* ari *S. aethiopsis* aet *S. aegyptiaca* chl *S. ceratophylla* xer *S. atropatana* atr hyd *S. chorassanica* cho *S. chloroleuca* der *S. hypoleuca* hyp *S. hydrangea* mac *S. limbata* lim *S. leriifolia* nem *S. mirzayanii* mir *S. macrosiphon* reu *S. officinalis* off *S. nemorosa* scl *S. santolinifolia* san *S. reuterana* syl *S. staminea* sta *S. sharifii* sha *S. sclarea* teb *S. syriaca* syr *S. sylvesteris* vir *S. virgata* vir *S. verticillata* ver *S. tebesana* xan *S. xanthocheila* xan *S. viridis* viri



TLC و (Dincer *et al.*, 2012 *et al.*, 2008 (Cieśła and Waksmundzka-Hajnos, 2010) (Gohari *et al.*, 2011) نیز گزارش شده بود. نتایج بررسی حاضر نشان داد که ترکیبات فنلی برگ‌ها غنی از اسیدهای فنلی هستند در حالی که ترکیبات شیمیایی اندام گل به طور غالب فلاونوئیدها بودند. همچنین، برای نخستین بار وجود دو فلاونوئید اسکوتلارین (با فلونورسنت قرمز) و بایکالین (قهوه‌ای تیره) به ترتیب در دو گونه *S. aristata* و *S. tebesana* گزارش شد.

بر اساس گزارش Janicsák و همکاران (۱۹۹۹) حضور یا عدم حضور رزمارینیک اسید همراه با ترکیبات شیمیایی دیگر می‌تواند در تفکیک دو زیرتیره Nepetoideae و Lamioideae استفاده شود. نتایج بررسی حاضر نیز نشان داد که رزمارینیک اسید به تنهایی ارزش تاکسونومیک قابل توجهی برای گروه‌بندی گونه‌های مورد مطالعه در هیچ یک از سطوح رده‌بندی ندارد، اما در کنار سایر ترکیبات فنلی، این اسید فنلی می‌تواند به عنوان یک نشانگر شیمیایی

بحث

روش TLC به عنوان روشی ساده و کارآمد برای شناسایی اولیه متابولیت‌های ثانوی از جمله ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به اهمیت ترکیبات فلاونوئیدی در مطالعه برخی جنس‌ها و تیره‌های گیاهی، در پژوهش حاضر تنوع ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در ۴۱ جمعیت وحشی از ۲۷ گونه مریم‌گلی ایران بر اساس الگوی توزیع این ترکیبات در آنها بررسی شد.

در پژوهش حاضر، در مجموع، به ترتیب ۲۷ و ۲۸ لکه در اندام‌های برگ و گل مشاهده شد که تطابق زیادی با مطالعه Nakiboğlu (۲۰۰۲) و Habibvash و همکاران (۲۰۰۷) داشت. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی شامل رزمارینیک اسید، سالیوانولیک اسیدهای A و B، روتین و آپی‌ژنین در گونه‌های مختلف، به عنوان ترکیبات شاخص شناسایی شدند. پیش از این، حضور این ترکیبات در ۳۷ گونه جنس مریم‌گلی با روش HPLC (Min-Hui *et*

و Benedek. (Valant-Vetschera *et al.*, 2003) همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که اسیدهای فنلی و فلاونوئیدها به ویژه برای تفکیک رده‌های دیپلوئید *Achillea millefolium* L. از Asteraceae اهمیت کموتاکسونومیک برخوردار هستند. Joshi (۲۰۰۸) گلیکوزیدهای کوئرستین، کامفرول و آپی ژنین و مشتقات غیر گلیکوزیدی کوئرستین، کامفرول و لوتولین را به عنوان نشانگرهای تاکسونومیک در جنس *Cotylelobium* Pierre از تیره Dipterocarpaceae معرفی کرد. بر اساس داده‌های الگوی فلاونوئیدی و دندروگرام به دست آمده در گزارش وی، دو گونه *C. lewisianum* (Trim. ex Hook.f.) P.S.Ashton و *C. scabriusculum* Brandis با وجود تشابه ریخت‌شناسی، در یک گروه قرار نگرفتند. Mohy-Ud-Din و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از شناسایی مشتقات گلیکوزیدی و غیر گلیکوزیدی کوئرستین در گونه *Solanum nigrum* L. از تیره Solanaceae آنها را در سطوح زیرگونه یا واریته گروه بندی کردند. Maridass و Ramesh (۲۰۱۰) پنج ترکیب فلاونوئیدی (ایزورامتین، ایزو کوئرستین، روتین، ناریسین و هیپروزید) را برای تعیین ارتباط تاکسونومیک گونه‌های جنس *Eugenia* L. از تیره Myrtaceae معرفی کردند. Hussain و همکاران (۲۰۱۰) فلاونوئیدها را در سطوح پایین درون تیره، جنس و گونه به عنوان ابزار کموتاکسونومیک مفید در جنس *Phlomis* L. از تیره Lamiaceae مطرح کردند. Sharifi-Tehrani و Ghasemi (۲۰۱۱) نیز با استفاده از تعیین الگوی توزیع ترکیبات فلاونوئیدی با روش TLC دو بعدی در گلچه‌های دو گونه بابونه ایران (*Matricaria* L.) روابط تاکسونومیک بین آنها را بررسی نمودند. بر

برای گروه‌بندی گونه‌های خویشاوند مریم‌گلی (فروجنس) یا در سطوح بالاتر طبقه‌بندی (فراجنس) به رده‌بندی کلاسیک کمک مؤثری بنماید.

Emerenciano و همکاران (۲۰۰۱) فلاونول‌ها، فلاون‌ها، انواع دیگر فلاونوئیدها و ویژگی‌های ساختاری آنها را برای توصیف گروه‌بندی تیره Asteraceae در سطوح تبار و زیرتبار معرفی کردند.

مشابه گزارش Nakiboğlu (۲۰۰۲) نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد که جمعیت‌های متعلق به یک گونه علیرغم تفاوت در موقعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی رویشگاه از الگوی نسبتاً مشابهی در طرح توزیع ترکیبات فنلی تبعیت می‌کنند و تفاوت در مقدار این ترکیبات که در شدت رنگ لکه‌های مربوط به آنها مشاهده شد به طور عمده ناشی از تأثیرات محیطی است. به بیان دیگر، این صفات در بین گونه‌ها از پایداری مناسبی برخوردار هستند و تفاوت‌ها بیشتر به تغییر میزان بیان آلل‌ها بستگی دارد که بر حسب شرایط اقلیمی در سطح رونویسی یا ترجمه تنظیم می‌شوند. همچنین، تفاوت محسوسی در الگوی توزیع ترکیبات فنلی اندام‌های گل و برگ در گونه‌های مختلف مریم‌گلی مشاهده شد که به نظر می‌رسد این تفاوت‌ها ناشی از تفاوت مخازن ژنتیکی تاکسون‌ها در سطح گونه باشد. با توجه به این یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که با بررسی ویژگی‌های کروماتوگرافی فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی می‌توان نمونه‌ها را در سطح بین‌گونه‌ای تفکیک نمود.

بررسی‌های اولیه نشان داده است که مشتقات ۶ یا ۸ هیدروکسیلی فلاون‌ها و همچنین الگوی غیر گلیکوزیدی آنها به ترتیب برای گروه‌بندی تیره نعنائیان در سطح جنس و فروجنس مناسب هستند

مورد مطالعه در سه گروه اصلی قرار گرفتند. گروه A شامل: *S. hydrangea*، *S. candidissima* Vahl، *S. sclarea* و *S. nemorosa* بود و چهار گونه: *S. multicaulis* Vahl، *S. limbata* و *S. macrochlamys* Boiss. & Kotschy in Boiss. در گروه B جای گرفتند (Habibvash et al., 2007). در بررسی حاضر، هرچند دو گونه *S. hydrangea* و *S. nemorosa* در فاصله نزدیک‌تری نسبت به یکدیگر قرار گرفتند، اما *S. sclarea* همراه با دو گونه *S. limbata* و *S. syriaca* در گروه F₁ قرار گرفت. همچنین مطابق با نتایج Habibvash و همکاران (۲۰۰۷) در دندروگرام حاصل از پژوهش حاضر نیز *S. verticillata* در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت.

بر اساس گزارش‌های موجود، دو گونه *S. nemorosa* و *S. virgata* بر اساس صفات تشریحی و ریخت‌شناسی مشابه از جمله شکل برگ و کُرک، نوع پرچم و رنگ کاسه گل در یک گروه جای می‌گیرند (Kharazian, 2012b؛ Salimpour et al., 2012). در پژوهش حاضر نیز این دو گونه، بر اساس الگوی ترکیبات فنلی خود، همراه با گونه هیبرید *S. × sylvestris* (Armitage, 2008) در زیرشاخه D طبقه‌بندی شدند.

اگرچه در پژوهش حاضر تعداد زیادی از لکه‌ها شناسایی نشدند، اما با توجه به گزارش Nakiboğlu (۲۰۰۲) به نظر می‌رسد که هر یک از آنها می‌توانند به تنهایی به عنوان نشانگرهایی ویژه در طبقه‌بندی سیستماتیک ارزشمند باشند؛ اما برای اثبات این موضوع نیاز به مطالعات بیشتری است.

با توجه به این که فلاونوئیدها نسبت به تعدادی از نشانگرهای مولکولی مانند توالی‌های DNA مورد

اساس گزارش Noori و همکاران (۲۰۱۲) حضور و عدم حضور روتین عامل مؤثری در تمایز دو گونه *Chrozophora* Neck. ex A.Juss. (*C. tinctoria* (L.) و *C. hierosolymitana* Spreng) از تیره فریفون (Euphorbiaceae) است. همچنین غلظت کوئرستین و آپی‌ژنین در گروه‌بندی جمعیت‌های این دو گونه مؤثر بود. Ankanna و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه متابولیت‌های ثانوی از جمله ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در ۴۰ گونه از ۱۶ تیره گیاهان تک‌لپه، چگونگی انتشار این ترکیبات را برای حل مشکلات تاکسونومیک این گیاهان در سطوح جنس و گونه مؤثر دانستند. Kharazian (۲۰۱۴) با استفاده از نیمرخ فلاونوئیدهای برگ ۱۴ گونه مریم‌گلی با روش TLC دو بعدی، فلاونوئیدها را شاخص مناسبی برای تعیین موقعیت تاکسونومیک گونه‌های مریم‌گلی معرفی کردند. بر اساس نتایج مطالعه حاضر نیز ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی جنس مریم‌گلی می‌توانند به عنوان نشانگرهای مناسب در سطوح فروجنس و درون گونه معرفی شوند.

در پژوهش Nakiboğlu (۲۰۰۲) در مورد ترکیبات فنلی عصاره متانولی برگ ۸ گونه مریم‌گلی خودرویی ترکیه با روش TLC دو بعدی، گونه‌های مورد مطالعه شده در دو گروه اصلی A و B طبقه‌بندی شدند. در این گروه‌بندی که مطابق طبقه‌بندی کلاسیک فلور ترکیه بود. دو گونه *S. officinalis* و *S. virgata* در دو گروه جدا از هم قرار گرفتند. در بررسی حاضر نیز این دو گونه در دو زیر شاخه مجزا از هم (E₁ و F₁) گروه‌بندی شدند. بر اساس نتایج حاصل از رسم دندروگرام تهیه شده از مطالعه ترکیبات فنلی عصاره متانولی برگ ۹ گونه مریم‌گلی رویش یافته در آذربایجان غربی، گونه‌های

استفاده در مطالعات فیلوژنتیک از سرعت بالاتری در سیر تکاملی برخوردار هستند و صفات جدید به شمار می‌روند، از این رو، به عنوان نشان ویژگی در مطالعات فیلوژنتیک مطرح می‌شوند که در سطوح پایین رده‌بندی دارای اهمیت بیشتری هستند (Nair et al., 2013).

جمع‌بندی

در پژوهش حاضر، طرح و الگوی توزیع ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در ۴۱ جمعیت از ۲۷ گونه مریم‌گلی ایران با روش TLC و اهمیت آنها به عنوان نشانگرهای تاکسونومیک بررسی شد. نتایج نشان داد که برگ‌ها از ترکیبات فنلی و گل‌ها از ترکیبات فلاونوئیدی غنی‌تر بودند. همچنین، طرح و الگوی توزیع ترکیبات فنلی در جمعیت‌های یک گونه مشابه و تفاوت‌ها اغلب بین گونه‌ها مشاهده شد. همچنین به نظر می‌رسد الگوی متفاوت در توزیع ترکیبات فنلی گل و برگ گونه‌های مختلف مریم‌گلی ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی گونه‌های مورد مطالعه باشد. نتایج حاصل از گروه‌بندی گونه‌های مطالعه شده بر اساس تحلیل خوشه‌ای توزیع ترکیبات فنلی هم‌خوانی نزدیکی با رده‌بندی آنها با روش

کلاسیک Hedge (۱۹۸۲) نشان داد. این امر بیانگر اهمیت این ترکیبات به عنوان نشانگرهای شیمیایی ارزشمند برای رده‌بندی گیاهان مریم‌گلی در سطوح درون‌گونه و زیر جنس بود. همچنین به نظر می‌رسد که اسیدهای فنلی در کنار فلاونوئیدها برای گروه‌بندی گونه‌های مریم‌گلی مناسب هستند، اگرچه برای اظهار نظر قطعی در این رابطه، نیاز به استفاده از داده‌های حاصل از الگوهای فیتوشیمیایی سایر متابولیت‌های ثانوی، در کنار اطلاعات مولکولی، سیتولوژی، ریخت‌شناسی با کمک روش‌ها و ابزارهای نوین آنالیز می‌باشد. یافته‌های پژوهش حاضر به عنوان یک مطالعه مقدماتی، می‌تواند ابزاری مفید در حل مباحث مربوط به تاکسونومی جنس مریم‌گلی باشد.

سپاسگزاری

نگارندگان از کلیه مسئولان و همکاران محترم در دانشکده علوم پایه دانشگاه شاهد و دانشکده علوم زیستی دانشگاه الزهرا (س) به خاطر همکاری و فراهم نمودن امکانات لازم برای انجام این پژوهش، قدردانی می‌نمایند.

منابع

- Akkol, E. K., Goger, F., Kosar, M. and Baser, K. H. C. (2008) Phenolic composition and biological activities of *Salvia halophila* and *Salvia virgata* from Turkey. *Food Chemistry* 108(3): 942-949.
- Ankanna, S., Suhrolatha, D. and Savithramma, N. (2012) Chemotaxonomical studies of some important Monocotyledons. *Botany Research International* 5(4): 90-96.
- Armitage, A. M. (2008) *Herbaceous perennial plants: A treatise on their identification, culture and garden attributes* (3rd edition) Cool Springs Press, Ordibehesht.
- Başkan, S., Öztekin, N. and Erim, F. B. (2007) Determination of carnosic acid and rosmarinic acid in sage by capillary electrophoresis. *Food Chemistry* 101: 1748-1752.
- Benedek, B., Gjoncaj, N., Saukel, J. and Kopp, B. (2007) Distribution of phenolic compounds in Middle European taxa of the *Achillea millefolium* L. Aggregate. *Chemistry and Biology* 4(5): 849-857.
- Bouaziz, M., Yangui, T., Sayadi, S. and Dhoub, A. (2009) Disinfectant properties of essential oils from *Salvia officinalis* L. cultivated in Tunisia. *Food and Chemical Toxicology* 47: 2755-2760.

- Cieśla, Ł. M. and Waksmundzka-Hajnos, M. (2010) Application of thin-layer chromatography for the quality control and screening the free radical scavenging activity of selected pharmaceutical preparations containing *Salvia officinalis* L. extract. *Acta Poloniae Pharmaceutica-Drug Research* 67: 481-485.
- Dincer, C., Topuz, A., Sahin-Nadeem, H., Ozdemir, K. S., Cam, I. B., Tontul, I., Gokturk, R. S. and Ay, S. T. (2012) A comparative study on phenolic composition, antioxidant activity and essential oil content of wild and cultivated sage (*Salvia fruticosa* Miller) as influenced by storage. *Industrial Crops and Products* 39: 170-176.
- Emerenciano, V. P., Militão, J. S. L. T., Campos, C. C., Romoff, P., Kaplan, M. A. C., Zambon, M. and Brant, A. J. C. (2001) Flavonoids as chemotaxonomic markers for Asteraceae. *Biochemical Systematics and Ecology* 29: 947-957.
- Gohari, A. R., Ebrahimi, H., Saeidnia, S., Foruzani, M., Ebrahimi, P. and Ajani, Y. (2011) Flavones and flavone glycosides from *Salvia macrosiphon* Boiss.. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* 10(2): 247-251.
- Habibvash, F. N., Rajamand, M. A., Heidari, R., Sarghein, S. H. and Ricani, M. H. (2007) Study of some *Salvia* L. (Lamiaceae) species native to west Azarbaijan (Iran) considering their phenolic compounds. *Pakistan Journal of Nutrition* 6(5): 443-446.
- Hamrouni-Sellami, I., Rahali, F. Z., Rebey, I. B., Bourgou, S., Limam, F. and Marzouk, B. (2013) Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* L.) plants as affected by different drying methods. *Food and Bioprocess Technology* 6(3): 806-817.
- Hedge, I. C. (1982) *Salvia* L. In: *Flora Iranica* (Ed. Rechinger, K. H.) 150: 403-476. Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Graz.
- Hussain, J., Bukhari, N., Hussain, H., Bano, N., Naeem, A. and Green, I. R. (2010) Flavonoids and terpenoids from *Phlomis cashmeriana* and their chemotaxonomic significance. *Records of Natural Products* 4(4): 242-249.
- Janicsák, G., Máthé, I., Miklóssy-Vári, V. and Blunden, G. (1999) Comparative studies of the rosmarinic and caffeic acid contents of Lamiaceae species. *Biochemical Systematics and Ecology* 27(7): 733-738.
- Joshi, K. (2008) Chemotaxonomic investigation of *Cotylelobium* species (Dipterocarpaceae) using flavonoid analysis. *Scientific World* 6(6): 24-26.
- Kamatou, G. P. P., Makunga, N. P., Ramogola, W. P. N. and Viljoen, A. M. (2008) South African *Salvia* species: A review of biological activities and phytochemistry. *Journal of Ethnopharmacology* 119: 664-672.
- Kelen, M. and Tepe, B. (2008) Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three *Salvia* species from Turkish flora. *Bioresource Technology* 99(10): 4096-4104.
- Kharazian, N. (2012a) Flavonoid constituents in some of endemic *Salvia* L. (Lamiaceae) species in Iran. *Research in Pharmaceutical Sciences* 7(5): S752.
- Kharazian, N. (2012b) Morphometric study of some *Salvia* L. (Lamiaceae) species in Iran. *Scientific Journal of Biological Sciences* 1(6): 126-137.
- Kharazian, N. (2013) Identification of flavonoids in leaves of seven wild growing *Salvia* L. (Lamiaceae) species from Iran. *Progress in Biological Sciences* 3(2): 81-98.
- Kharazian, N. (2014) Chemotaxonomy and flavonoid diversity of *Salvia* L. (Lamiaceae) in Iran. *Acta Botanica Brasilica* 28(2): 281-292.
- Krenna, L., Miron, A., Pemp, E., Petr, U. and Kopp, B. (2003) Flavonoids from *Achillea nobilis* L..

- Zeitschrift für Naturforschung 58C: 11-16.
- Liang, Q., Liang, Z-S., Wang, J-R. and Xu, W-H. (2009) Essential oil composition of *Salvia miltiorrhiza* flower. Food Chemistry 113(2): 592-594.
- Lu, Y. and Foo, L. Y. (2002) Polyphenolics of *Salvia*: a review. Phytochemistry 59: 117-140.
- Maridass, M. and Ramesh, U. (2010) Chemosystematics evaluation of *Eugenia* species based on molecular marker tools of flavonoids constituents. International Journal of Biological Technology 1(1): 107-110.
- Marinova, D., Ribarova, F. and Atanassova, M. (2005) Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy 40(3): 255-260.
- Min-Hui, L., Jian-Min, C., Yong, P. and Pei-Gen, X. (2008) Distribution of phenolic acids in Chinese *Salvia* plants. World Science and Technology 10(5): 46-52.
- Mohy-Ud-Din, A., Khan, Z., Ahmad, M., Kashmiri, M. A., Yasmin, S. and Mazhar, H. (2009) Chemotaxonomic significance of flavonoids in the *Solanum nigrum* complex. Journal of the Chilean Chemical Society 54(4): 486-490.
- Mozaffarian, V. (1996) Dictionary of Iranian plant names. Farhang Moaser Publisher, Tehran.
- Naderi, N., Akhavan, N., Aziz Ahari, F., Zamani, N., Kamalinejad, M., Shokrzadeh, M., Ahangar, N. and Motamedi, F. (2011) Effects of hydroalcoholic extract from *Salvia verticillata* on pharmacological models of seizure, anxiety and depression in mice. Iranian Journal of Pharmaceutical Research 10(3): 535-545.
- Nair, V. D., Panneerselvam, R. and Gopi, R. (2013) Flavonoid as chemotaxonomic markers in endemic/endangered species of *Rauvolfia* from Southern Western Ghats of India: A preliminary study. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology 147: 704-712.
- Nakiboğlu, M. (2002) The classification of the *Salvia* L. (Labiatae) species distributed in West Anatolia according to phenolic compounds. Turkish Journal of Botany 26: 103-108.
- Nikolova, M. and Vitkova, A. (2013) Quality control of commercial product Flos Arnicae by HPTLC analysis of surface flavonoid aglycones. Elixir International Journal 56: 13837-13839.
- Noori, M. Zare Mayvan, H. and Mazaheri, A. (2012) Leaf flavonoids of *Chrozophora* Neck (Euphorbiaceae) members in Markazi province using chromatographical methods. Journal of Medicinal Plants 1(41 and S8): 118-126 (in Persian).
- Salimpour, F., Ebrahimiyan, M., Sharifnia, F. and Tajadod, G. (2012) Numerical taxonomy of eight *Salvia* L. species using anatomical properties. Annals of Biological Research 3(2): 795-805.
- Sharifi-Tehrani, M. and Ghasemi, N. (2011) *Matricaria* L. (Anthemideae, Asteraceae) in Iran: a chemotaxonomic study based on flavonoids. Taxonomy and Biosystematics 3(8): 25-34.
- Skoula, M., Abbes, J. E. and Johnson, C. B. (2000) Genetic variation of volatiles and rosmarinic acid in populations of *Salvia fruticosa* mill growing in Crete. Biochemical Systematics and Ecology 28(6): 551-561.
- Švehlíková, V., Mráz, P., Piacente, S. and Marhold, K. (2002) Chemotaxonomic significance of flavonoids and phenolic acids in the *Hieracium rohacsense* group (*Hieracium* sect. *Alpina*; Lactuceae, Compositae). Biochemical Systematics and Ecology 30(11): 1037-1049.
- Valant-Vetschera, K. M., Roitman, J. N. and Wollenweber, E. (2003) Chemodiversity of exudate flavonoids in some members of the Lamiaceae. Biochemical Systematics and Ecology 31(11): 1279-

1289.

- Veličković, D. T., Nikolova, M. T., Ivancheva, S. V., Stojanović, J. B. and Veljković, V. B. (2007) Extraction of flavonoids from garden (*Salvia officinalis* L.) and glutinous (*Salvia glutinosa* L.) sage by ultrasonic and classical maceration. *Journal of the Serbian Chemical Society* 72(1): 73-80.
- Walker, J. B., Sytsma, K. J. (2007) Staminal evolution in the genus *Salvia* (Lamiaceae): Molecular phylogenetic evidence for multiple origins of the staminal lever. *Annals of Botany* 100: 375-391.
- Walker, J. B., Sytsma, K. J., Treutlein, J. and Wink, M. (2004) *Salvia* (Lamiaceae) is not monophyletic: implications for the systematics, radiation and ecological specializations of *Salvia* and tribe Mentheae. *American Journal of Botany* 91: 1115-1125.

پیوست ۱- مقادیر ویژه تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) (واریانس مؤلفه‌های اصلی) حاصل از تجزیه داده‌های TLC در رابطه با ترکیبات فنلی برگ و گل گونه‌های مورد مطالعه شده مریم‌گلی

واریانس کل توضیح داده شده برای هر مؤلفه اصلی

مجموع مربعات مؤلفه‌های استخراج شده			مقادیر ویژه بردارهای اولیه			مؤلفه‌های اصلی
درصد واریانس تجمعی	درصد واریانس	مقدار کل	درصد واریانس تجمعی	درصد واریانس	مقدار کل	
۱۳/۶۱۹	۱۳/۶۱۹	۷/۴۹۱	۱۳/۶۱۹	۱۳/۶۱۹	۷/۴۹۱	۱
۲۳/۵۸۱	۹/۹۶۲	۵/۴۷۹	۲۳/۵۸۱	۹/۹۶۲	۵/۴۷۹	۲
۳۲/۷۹۵	۹/۲۱۴	۵/۰۶۷	۳۲/۷۹۵	۹/۲۱۴	۵/۰۶۷	۳
۴۰/۱۵۹	۷/۳۶۴	۴/۰۵۰	۴۰/۱۵۹	۷/۳۶۴	۴/۰۵۰	۴
۴۶/۸۳۸	۶/۶۷۹	۳/۶۷۳	۴۶/۸۳۸	۶/۶۷۹	۳/۶۷۳	۵
۵۳/۰۴۰	۶/۲۰۳	۳/۴۱۲	۵۳/۰۴۰	۶/۲۰۳	۳/۴۱۲	۶
۵۸/۵۱۰	۵/۴۶۹	۳/۰۰۸	۵۸/۵۱۰	۵/۴۶۹	۳/۰۰۸	۷
۶۳/۴۷۱	۴/۹۶۱	۲/۷۲۹	۶۳/۴۷۱	۴/۹۶۱	۲/۷۲۹	۸
			۶۸/۲۵۲	۴/۷۸۱	۲/۶۲۹	۹
			۷۲/۱۱۱	۳/۸۵۹	۲/۱۲۲	۱۰
			۷۵/۷۶۷	۳/۶۵۶	۲/۰۱۱	۱۱
			۷۹/۱۲۶	۳/۳۵۹	۱/۸۴۸	۱۲
			۸۲/۰۲۶	۲/۸۹۹	۱/۵۹۵	۱۳
			۸۴/۷۵۸	۲/۷۳۲	۱/۵۰۳	۱۴
			۸۶/۸۶۰	۲/۱۰۲	۱/۱۵۶	۱۵
			۸۸/۸۳۹	۱/۹۷۸	۱/۰۸۸	۱۶
			۹۰/۵۱۷	۱/۶۷۸	۰/۹۲۳	۱۷
			۹۱/۷۸۱	۱/۲۶۴	۰/۶۹۵	۱۸
			۹۲/۹۹۷	۱/۲۱۵	۰/۶۶۹	۱۹
			۹۴/۱۶۸	۱/۱۷۱	۰/۶۴۴	۲۰
			۹۵/۰۸۷	۰/۹۱۹	۰/۵۰۶	۲۱
			۹۵/۹۰۱	۰/۸۱۴	۰/۴۴۷	۲۲
			۹۶/۶۲۰	۰/۷۲۰	۰/۳۹۶	۲۳
			۹۷/۲۹۷	۰/۶۷۶	۰/۳۷۲	۲۴
			۹۷/۸۶۶	۰/۵۶۹	۰/۳۱۳	۲۵
			۹۸/۳۱۳	۰/۴۴۷	۰/۲۴۶	۲۶
			۹۸/۶۸۲	۰/۳۶۹	۰/۲۰۳	۲۷
			۹۸/۹۸۶	۰/۳۰۴	۰/۱۶۷	۲۸
			۹۹/۲۲۴	۰/۲۳۸	۰/۱۳۱	۲۹
			۹۹/۴۵۵	۰/۲۳۰	۰/۱۲۷	۳۰
			۹۹/۶۳۱	۰/۱۷۶	۰/۰۹۷	۳۱

۹۹/۷۵۵	۰/۱۴۴	۰/۰۷۹	۳۲
۹۹/۸۷۸	۰/۱۰۳	۰/۰۵۷	۳۳
۹۹/۹۴۳	۰/۰۶۴	۰/۰۳۵	۳۴
۹۹/۹۸۳	۰/۰۴۱	۰/۰۲۲	۳۵
۱۰۰/۰۰۰	۰/۰۱۷	۰/۰۰۹	۳۶
۱۰۰/۰۰۰	۱/۵۵۹E-۱۵	۸/۵۷۷E-۱۶	۳۷
۱۰۰/۰۰۰	۹/۱۱۱E-۱۶	۵/۰۱۱E-۱۶	۳۸
۱۰۰/۰۰۰	۶/۵۷۷E-۱۶	۳/۶۱۷E-۱۶	۳۹
۱۰۰/۰۰۰	۴/۵۸۶E-۱۶	۲/۵۲۲E-۱۶	۴۰
۱۰۰/۰۰۰	۳/۲۶۱E-۱۶	۱/۷۹۳E-۱۶	۴۱
۱۰۰/۰۰۰	۱/۷۷۴E-۱۶	۹/۷۵۷ E-۱۷	۴۲
۱۰۰/۰۰۰	۶/۳۶۶E-۱۷	۳/۵۰۱ E-۱۷	۴۳
۱۰۰/۰۰۰	۵/۷۵۴E-۱۷	۳/۱۶۵ E-۱۷	۴۴
۱۰۰/۰۰۰	-۲/۲۲۷E-۱۸	-۱/۲۲۵E-۱۸	۴۵
۱۰۰/۰۰۰	-۱/۸۸۱E-۱۷	-۱/۰۳۴E-۱۷	۴۶
۱۰۰/۰۰۰	-۷/۴۴۹E-۱۷	-۴/۰۹۷E-۱۷	۴۷
۱۰۰/۰۰۰	-۲/۱۷۵E-۱۶	-۱/۱۹۷E-۱۶	۴۸
۱۰۰/۰۰۰	-۴/۲۹۵E-۱۶	-۲/۳۶۲E-۱۶	۴۹
۱۰۰/۰۰۰	-۵/۲۹۶E-۱۶	-۲/۹۱۳E-۱۶	۵۰
۱۰۰/۰۰۰	-۶/۴۵۳E-۱۶	-۳/۵۴۹E-۱۶	۵۱
۱۰۰/۰۰۰	-۱/۳۶۵E-۱۵	-۷/۵۰۵E-۱۶	۵۲
۱۰۰/۰۰۰	-۱/۵۱۹E-۱۵	-۸/۳۵۵E-۱۶	۵۳
۱۰۰/۰۰۰	-۱/۷۴۹E-۱۵	-۹/۶۱۹E-۱۶	۵۴
۱۰۰/۰۰۰	-۲/۵۶۹E-۱۵	-۱/۴۱۳E-۱۵	۵۵

پیوست ۲- ضرایب همبستگی ۸ مؤلفه اصلی استخراج شده از آنالیز PCA مربوط به صفات ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی دو اندام برگ (L1 تا L27) و گل (F1 تا F28) گونه‌های مطالعه شده مریم گلی

ماتریکس مؤلفه‌های اصلی

مؤلفه‌های اصلی								کد لکه (hRf)
۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۴۴۰	-۰/۰۶۸	۰/۲۶۲	-۰/۰۷۸	۰/۰۱۰	۰/۳۸۹	۰/۴۰۳	-۰/۰۴۰	L1 (۷/۶)
-۰/۱۶۸	-۰/۲۰۵	۰/۰۸۶	۰/۱۷۰	-۰/۰۷۳	-۰/۳۱۳	۰/۱۸۲	۰/۴۶۱	L2 (۱۰/۱)
-۰/۳۲۸	۰/۰۹۱	-۰/۱۱۰	-۰/۰۵۰	-۰/۲۷۸	-۰/۵۲۸	-۰/۱۶۵	۰/۴۸۰	L3 (۱۴)
-۰/۱۱۲	۰/۵۳۳	۰/۳۱۵	۰/۳۰۸	۰/۲۱۱	۰/۴۴۴	۰/۲۰۸	۰/۰۹۶	L4 (۱۴/۹)
۰/۴۳۳	-۰/۰۳۵	۰/۲۸۰	-۰/۱۰۷	-۰/۰۰۴	-۰/۰۰۵	۰/۴۶۱	-۰/۰۶۵	L5 (۱۸/۶)
۰/۰۲۰	۰/۴۹۷	۰/۰۰۹	۰/۵۶۵	-۰/۱۱۱	۰/۵۰۹	-۰/۰۱۶	-۰/۰۶۵	L6 (۲۶/۵)
۰/۲۷۴	۰/۱۹۴	-۰/۰۰۳	۰/۲۳۵	۰/۵۰۴	-۰/۲۳۸	۰/۱۲۶	-۰/۱۱۰	L7 (۲۶/۵)
۰/۰۵۳	۰/۰۴۹	۰/۱۹۳	-۰/۱۶۸	-۰/۱۴۲	-۰/۰۷۹	۰/۲۱۱	۰/۵۵۸	L8 (۳۴/۱)
۰/۰۵۱	۰/۰۰۶	۰/۱۰۸	-۰/۲۵۷	-۰/۱۹۷	-۰/۱۱۲	۰/۶۱۸	-۰/۵۳۴	L9 (۴۱)
-۰/۱۹۴	-۰/۲۲۵	۰/۱۸۸	۰/۳۴۳	۰/۰۹۹	-۰/۳۹۸	۰/۲۷۰	-۰/۰۱۴	L10 (۴۱/۸)
-۰/۱۷۶	-۰/۲۰۵	۰/۰۲۶	۰/۲۴۱	-۰/۰۲۴	۰/۴۱۱	-۰/۲۲۰	۰/۵۵۴	L11 (۴۵/۶)
۰/۱۳۹	۰/۰۹۸	۰/۵۹۲	-۰/۱۸۰	۰/۰۳۱	-۰/۰۰۲	-۰/۶۱۲	-۰/۳۱۰	L12 (۴۵/۹)
۰/۰۳۳	-۰/۰۹۱	۰/۰۳۲	-۰/۰۳۱	-۰/۱۹۷	-۰/۰۷۱	۰/۱۱۳	-۰/۰۷۹	L13 (۴۷/۳)
۰/۲۴۴	۰/۱۷۰	-۰/۴۱۳	-۰/۴۱۶	۰/۲۷۰	-۰/۰۱۶	۰/۲۰۲	-۰/۳۰۱	L14 (۴۹/۴)
۰/۳۲۷	-۰/۴۹۰	۰/۱۶۵	۰/۰۷۶	-۰/۰۵۷	۰/۱۸۶	۰/۲۲۷	۰/۲۷۴	L15 (۵۳)
-۰/۰۳۶	-۰/۰۴۱	-۰/۲۱۳	۰/۲۰۴	-۰/۲۲۳	۰/۱۸۸	-۰/۱۷۰	-۰/۰۶۳	L16 (۵۳/۲)
۰/۱۳۹	۰/۰۹۸	۰/۵۹۲	-۰/۱۸۰	۰/۰۳۱	-۰/۰۰۲	-۰/۶۱۲	-۰/۳۱۰	L17 (۵۶/۹)
۰/۲۶۹	۰/۱۰۵	-۰/۳۵۶	۰/۰۹۱	۰/۷۰۰	-۰/۱۹۹	-۰/۱۱۶	-۰/۲۴۶	L18 (۵۷)
۰/۰۰۱	-۰/۰۱۳	-۰/۴۳۲	۰/۳۱۰	-۰/۰۴۴	-۰/۰۲۵	۰/۵۶۲	۰/۰۶۴	L19 (۷۹/۹)
۰/۱۷۱	-۰/۰۲۶	۰/۳۳۰	۰/۱۸۴	۰/۱۳۱	-۰/۰۷۶	۰/۵۳۲	۰/۲۳۷	L20 (۶۳/۱)
۰/۱۲۴	۰/۰۷۹	۰/۱۰۲	-۰/۱۹۹	۰/۴۵۱	-۰/۰۸۶	-۰/۵۶۲	-۰/۱۹۹	L21 (۶۳/۱)
۰/۲۹۹	۰/۱۳۳	-۰/۳۶۱	۰/۲۹۱	-۰/۳۹۵	۰/۲۹۰	-۰/۰۸۱	-۰/۳۱۶	L22 (۶۳/۱)
۰/۲۹۹	۰/۱۳۳	-۰/۳۶۱	۰/۲۹۱	-۰/۳۹۵	۰/۲۹۰	-۰/۰۸۱	-۰/۳۱۶	L23 (۶۹)
-۰/۲۷۹	-۰/۰۵۴	۰/۰۴۲	-۰/۰۵۵	-۰/۰۴۷	۰/۱۷۲	۰/۲۴۲	۰/۶۷۵	L24 (۸۴/۴)
-۰/۲۰۳	۰/۰۸۴	۰/۰۳۸	۰/۲۷۵	۰/۱۷۸	-۰/۶۰۰	۰/۲۰۰	-۰/۳۹۵	L25 (۸۶)
۰/۱۰۹	۰/۰۵۸	-۰/۲۷۷	۰/۴۷۱	-۰/۴۱۶	۰/۲۴۰	-۰/۲۸۰	-۰/۱۷۲	L26 (۹۵)
۰/۰۴۴	۰/۱۶۲	-۰/۰۶۴	۰/۳۳۸	-۰/۰۳۶	۰/۱۲۱	-۰/۰۲۴	۰/۶۴۵	L27 (۹۵/۴)
۰/۳۲۱	۰/۰۷۶	۰/۱۲۷	۰/۰۰۷	-۰/۱۲۷	-۰/۰۸۰	۰/۱۰۵	۰/۳۰۶	F1 (۲/۷)
۰/۰۰۷	-۰/۱۱۴	-۰/۰۱۱	-۰/۵۱۹	۰/۲۵۴	۰/۴۰۰	-۰/۰۹۹	۰/۰۰۰	F2 (۴/۷)
-۰/۱۷۸	-۰/۴۱۹	۰/۱۵۸	۰/۲۰۷	۰/۱۸۸	۰/۱۴۷	۰/۰۱۶	-۰/۱۳۶	F3 (۱۰/۵)
-۰/۰۴۸	-۰/۱۱۴	۰/۱۰۱	-۰/۰۵۱	۰/۲۸۵	۰/۲۹۴	-۰/۰۲۴	۰/۵۹۰	F4 (۱۰/۸)
-۰/۱۵۷	۰/۳۰۶	۰/۱۳۸	۰/۱۷۶	-۰/۱۸۴	-۰/۷۰۸	۰/۲۳۴	-۰/۰۵۳	F5 (۱۶/۲)
۰/۱۶۸	۰/۴۷۸	۰/۳۶۷	۰/۲۸۶	۰/۲۵۲	۰/۴۰۷	۰/۲۵۳	۰/۲۲۴	F6 (۱۶/۲)
-۰/۲۲۰	-۰/۱۷۴	۰/۲۴۷	۰/۱۷۴	۰/۳۶۳	۰/۵۳۵	۰/۳۴۳	-۰/۰۷۲	F7 (۱۸/۹)
-۰/۱۴۴	۰/۳۸۶	۰/۱۱۴	-۰/۰۴۰	-۰/۰۶۹	-۰/۴۱۷	۰/۰۵۰	۰/۶۹۳	F8 (۲۱/۶)
-۰/۰۵۹	۰/۱۸۸	۰/۲۱۰	۰/۱۷۶	۰/۱۸۹	-۰/۶۲۸	-۰/۰۸۱	-۰/۳۳۰	F9 (۲۷)
-۰/۵۰۲	۰/۲۴۷	-۰/۱۵۹	-۰/۴۱۱	۰/۰۵۹	۰/۲۹۰	۰/۱۸۳	-۰/۲۸۹	F10 (۳۷/۸)
۰/۱۳۳	-۰/۱۴۰	-۰/۱۱۲	-۰/۴۳۵	-۰/۱۱۶	۰/۳۶۸	۰/۴۲۳	-۰/۴۴۸	F11 (۲۸/۴)
۰/۱۶۰	۰/۰۶۴	۰/۲۲۵	-۰/۱۰۷	-۰/۰۹۹	-۰/۲۵۶	۰/۴۳۸	۰/۵۲۷	F12 (۳۱/۸)

-۰/۱۶۲	-۰/۰۶۴	-۰/۱۵۷	-۰/۱۵۱	-۰/۰۹۲	۰/۱۰۸	-۰/۱۱۳	۰/۳۰۴	F۱۳ (۳۳/۱)
۰/۰۲۵	۰/۰۲۷	۰/۱۳۱	-۰/۲۱۸	-۰/۲۷۵	-۰/۲۲۷	۰/۶۳۱	-۰/۵۲۲	F۱۴ (۴۵/۳)
-۰/۳۲۱	-۰/۵۴۲	۰/۰۸۷	۰/۰۷۹	۰/۲۶۴	۰/۱۹۰	-۰/۱۷۰	۰/۰۷۱	F۱۵ (۴۵/۹)
۰/۱۵۷	۰/۲۲۵	-۰/۳۸۶	-۰/۰۳۰	۰/۳۷۲	-۰/۳۴۳	-۰/۱۲۵	-۰/۰۰۳	F۱۶ (۴۶/۶)
-۰/۲۴۱	۰/۰۵۵	۰/۳۰۱	۰/۳۵۱	۰/۱۸۴	۰/۲۱۱	۰/۲۲۰	-۰/۱۲۷	F۱۷ (۵۰/۳)
۰/۲۶۹	۰/۱۰۵	-۰/۳۵۶	۰/۰۹۱	۰/۷۰۰	-۰/۱۹۹	-۰/۱۱۶	-۰/۲۴۶	F۱۸ (۵۵/۴)
۰/۱۳۹	۰/۰۹۸	۰/۵۹۲	-۰/۱۸۰	۰/۰۳۱	-۰/۰۰۲	-۰/۶۱۲	-۰/۳۱۰	F۱۹ (۵۵/۴)
-۰/۴۴۰	۰/۵۵۸	۰/۱۱۱	-۰/۰۷۴	۰/۱۹۳	۰/۵۲۵	۰/۲۸۰	-۰/۱۳۹	F۲۰ (۶۰/۸)
-۰/۰۵۸	-۰/۴۶۸	-۰/۰۹۲	۰/۳۵۰	۰/۶۳۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱	-۰/۰۴۸	F۲۱ (۶۰/۸)
۰/۰۶۹	۰/۱۹۳	-۰/۱۱۳	-۰/۲۸۶	-۰/۰۲۰	-۰/۱۲۹	-۰/۲۲۳	۰/۷۵۷	F۲۲ (۶۷/۶)
-۰/۱۳۷	-۰/۰۶۵	-۰/۰۷۸	-۰/۳۰۷	۰/۳۵۱	-۰/۱۷۸	۰/۵۹۳	۰/۳۳۱	F۲۳ (۷۸/۴)
۰/۰۰۵	۰/۱۲۱	-۰/۱۴۹	۰/۱۳۵	۰/۴۹۵	۰/۰۸۴	-۰/۰۴۰	۰/۵۹۶	F۲۴ (۸۱/۱)
۰/۱۱۳	-۰/۰۴۲	۰/۱۹۴	۰/۱۴۶	۰/۰۸۰	-۰/۱۵۸	۰/۵۵۵	-۰/۵۳۸	F۲۵ (۸۵/۱)
-۰/۵۰۲	۰/۲۴۷	-۰/۱۵۹	-۰/۴۱۱	۰/۰۵۹	۰/۲۹۰	۰/۱۸۳	-۰/۲۸۹	F۲۶ (۸۵/۱)
۰/۱۶۶	۰/۱۷۲	۰/۰۲۴	-۰/۲۱۳	-۰/۰۴۶	-۰/۱۳۰	-۰/۱۳۰	۰/۶۵۵	F۲۷ (۸۹/۲)
۰/۱۹۶	۰/۱۲۵	-۰/۱۸۴	-۰/۴۲۰	۰/۲۳۳	۰/۲۸۷	۰/۱۸۱	۰/۵۰۵	F۲۸ (۹۴/۶)

TLC Fingerprint analysis of phenolic and flavonoid compounds in some Iranian *Salvia spp.*, a chemotaxonomic approach

Marzieh Fotovvat ¹, Tayebeh Radjabian ^{1*}, Azra Saboora ², Seyed Alireza Salami ³ and Elahe Soltani Maivan ¹

¹ Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Shahed University, Tehran, Iran

² Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran

³ Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Abstract

Salvia is an important genus of Lamiaceae which phenolic compounds are the main secondary metabolites of its members. The objective of this study was to investigate the diversity of phenolic and flavonoid compounds in the leaves and flowers from 41 wild populations of 27 *Salvia* species from Iran by TLC method and evaluation of their significance as chemical markers for taxonomic purposes. Rosmarinic acid, salvianolic acids A and B, apigenin, rutine, scutellarin and baicalin were characterized as the main compounds of the studied *Salvia* species. Based on the dendrogram obtained from the distribution patterns of phenolic compounds using cluster analysis by UPGMA method, the *Salvia* species were studied chemotaxonomically. Results showed that the patterns of phenolic compounds in the leaf and flower organs were similar in populations of a species, while they were different among the species. It seems that substantial differences in the patterns of these compounds at inter-species level were mainly due to genetic differences. The results from classification of the species by cluster analysis of the phenolic data supported their grouping according to their classical taxonomy in the Flora Iranica. This suggests the importance of these compounds as chemical markers for the classification of *Salvia* species at inter-species and subgenus levels.

Key words: Phenolic acids, Cluster analysis, Flavonoids, TLC, Chemotaxonomy, *Salvia spp.*

* rajabian@shahed.ac.ir