دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2017.108552.1900
جلد ۳۳، شماره ۴، صفحه ۵۹۶-۵۸۸ (۱۳۹۶)

مطالعه عملکرد و ترکیب‌های مؤثره گیاه دارویی گل‌ماهور (*Verbascum phlomoides* L. var. *Napfeny*) در شرایط اقلیمی شهرکرد و سپیدان

مژگان امیدی[۱]، کرامت‌الله سعیدی[۲*]، عبدالرحمان محمدخانی[۳]، محمدرضا باستان[۴] و بهناز سعادت‌جو[۵]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران، پست الکترونیک: saeidi@agr.sku.ac.ir

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۴- کارشناس ارشد، شرکت دارویی زردبند

۵- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۵ تاریخ اصلاح نهایی: فروردین ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۶

چکیده

گل‌ماهور با نام علمی *Verbascum phlomoides* L. از گیاهان دارویی ارزشمند متعلق به تیره خرگوشک می‌باشد. در این تحقیق عملکرد و ترکیب‌های مؤثره گل گیاه دارویی گل‌ماهور در دو منطقه کاشت شهرکرد و سپیدان بررسی شد. بذرها در فصل پاییز در هر منطقه در چهار تکرار کشت شدند؛ و در اواخر بهار سال بعد گل‌ها در مرحله باز شدن کامل برای ارزیابی عملکرد و صفات فیتوشیمیایی جمع‌آوری شدند. استخراج و اندازه‌گیری فنول کل به روش فولین سیوکالتیو، آنتوسیانین کل به روش دیفرانسیلی pH، موسیلاژ به روش استخراج گرم، فلاونوئید کل به روش رنگ‌سنجی آلومینیوم کلراید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های نمونه‌های گل، با استفاده از روش DPPH انجام شد. بیشترین میزان عملکرد گل (۶۵۲/۵ کیلوگرم/هکتار)، فلاونوئید کل (۳/۵۳ میلی‌گرم روتین/گرم وزن خشک)، آنتوسیانین کل (۱/۳۵ میلی‌گرم/میلی‌لیتر) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۱۱۷/۴۲) در شهرکرد بدست آمد که با منطقه سپیدان تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ داشت. همچنین بیشترین میزان موسیلاژ (۲/۳۴٪) از سپیدان بدست آمد. نتایج این مطالعه نشان داد که منطقه کاشت بر کمّیت و کیفیت ترکیب‌های گل‌ماهور مؤثر بود.

واژه‌های کلیدی: گل‌ماهور (*Verbascum phlomoides* L.)، موسیلاژ، عملکرد گل، شهرکرد.

مقدمه

جنس گل‌ماهور (*Verbascum*) بزرگترین جنس خانواده میمون (Scrophulariaceae) با نزدیک به ۳۶۰ گونه است (Judd *et al*., 2002 ؛Valdes, 1987). مهمترین مراکز تنوع این جنس کشورهای ترکیه، پاکستان و ایران می‌باشند. جنس گل‌ماهور در بخش‌های زیادی از ایران پراکنش دارد؛ به‌طوری که در ایران ۴۳ گونه و ۴ هیبرید دارد، ۱۹ گونه از این جنس اندمیک ایران است (Sharifinia, 2007؛ Sotoodeh *et al*., 2015).

گل‌های گل‌ماهور به دلیل داشتن ساپونین، موسیلاژ و فلاونوئیدها خاصیت دارویی دارند و در بیشتر دارونامه‌های معتبر از گل‌های این گیاه به‌عنوان دارو یاد شده است. مواد

مؤثره موجود در گل‌های خرگوشک خلط‌آور و ضدسرفه هستند. این ترکیب‌ها برای مداوای برخی ناراحتی‌های ریوی مانند برونشیت و سیاه‌سرفه استفاده می‌شوند (Blumenthal *et al.*, 2000؛ Turker & Gurel, 2005). اثرات خلط‌آوری، تسکین‌دهندگی و نرم‌کنندگی گل‌ماهور به وجود ساپونین و موسیلاژ نسبت داده می‌شود، در حالی‌که اثرات ضدالتهابی، ضدمیکروبی و فعالیت مدر آن به‌دلیل وجود ترکیب‌های فنلی است (Armatu *et al.*, 2011).

ترکیب‌های فنلی خواص آنتی‌اکسیدانی خوبی داشته و بیشتر در میوه‌ها و سبزی‌ها یافت می‌شوند. این ترکیب‌ها شامل موادی از قبیل فلاونوئیدها، فلاونول‌ها، آنتوسیانین‌ها، آنتراکینون‌ها و مشتق‌های آنها هستند که به‌صورت آزاد و یا به‌صورت ترکیب همراه با گلیکوزیدها در بسیاری از گیاهان وجود دارند (Lam *et al.*, 2007؛ Heim *et al.*, 2002).

Safi و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی میزان فنل کل و محتوای آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های برگ گل‌ماهور (*V. songaricum*) را در ۱۰ رویشگاه مختلف در جنوب‌غرب ایران بررسی کردند؛ نتایج آنان نشان داد که بیشترین میزان فنل کل عصاره برگ مربوط به اکوتیپ منطقه اردل (۱۹۲/۹۲ میکروگرم اسید گالیک بر گرم) و کمترین آن مربوط به منطقه میمند (۱۰۷/۷۱ میکروگرم اسید گالیک بر گرم) بود. در این مطالعه بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به منطقه اردل (۳۱/۰۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و کمترین آن مربوط به منطقه شیرمرد (۴۹/۱۶ میکروگرم بر میلی‌لیتر) بود.

در پژوهشی که در دو منطقه متفاوت آب و هوایی، در مجارستان (شورک‌شار و کیسوارد) روی گل‌ماهور انجام شد؛ نتایج نشان داد که زمان کاشت بر رشد و عملکرد گل‌ماهور تأثیرگذار بود. در تحقیق مذکور محل رویش گیاه بر مواد مؤثره، گلدهی و تولید گل مؤثر بود. منطقه کیسوارد نسبت به منطقه شورک‌شار عملکرد بیشتری داشت اما کیفیت برخی ماده مؤثره مانند فنول‌ها و موسیلاژ در منطقه شورک‌شار بهتر بود (Bodor, 2007). در تحقیق دیگری، Bodor و همکاران (۲۰۰۷) میزان فلاونوئید، تانن کل و موسیلاژ در گونه *V. phlomoides* var. *Napfeny* را به‌ترتیب ۰/۹۷ (گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک)، ۴/۱۲ (گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) و ۱۱–۸ (میلی‌لیتر در گرم) گزارش کردند. در پژوهشی دیگر (Armatu *et al.*, 2011)، میزان فلاونوئید و فنول کل در گونه *V. phlomoides* به‌ترتیب ۱۰/۱ (میلی‌گرم روتین در گرم) و ۴/۱۸ (میلی‌گرم اسیدگالیک در گرم) گزارش شد.

در تحقیقی اثر عوامل اکولوژیکی بر ترکیب‌های شیمیایی برگ گل‌ماهور در مناطق مختلف اصفهان بررسی شد؛ نتایج تحقیق مذکور نشان داد که ترکیب‌هایی همانند کتون و الکل در منطقه قهیز و سمیرم بیشتر از دره‌حوض و قلعه‌قدم بوده است. در رویشگاه قلعه‌قدم و دره‌حوض ترکیب‌های هیدروکربنی و آمینی بیشترین میزان بودند که دلیل آن متوسط دمای بیشتر مناطق رویش گزارش شد. عوامل اکولوژیکی مانند درصد رس خاک، تبخیر و تعرق، حداکثر دما و طول دوره خشکی اثرات بیشتری بر میزان ترکیب‌ها به‌ویژه در مناطق دره‌حوض و قلعه‌قدم بر ترکیب‌های گل‌ماهور داشته‌اند (Karimian, 2012).

باتوجه به اینکه گیاه دارویی گل‌ماهور اخیراً در صنایع داروسازی کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ این تحقیق به‌عنوان نخستین پژوهش در مورد تأثیر مناطق کشت بر عملکرد و مواد مؤثره آن در شرایط اقلیمی شهرکرد و سپیدان در ایران انجام شده است.

مواد و روش‌ها

مکان و زمان پژوهش

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۴ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد (ارتفاع: ۲۰۸۹ متر؛ طول جغرافیایی: '۴۹ °۵۰ شرقی؛ عرض جغرافیایی: '۲۱ °۳۲ شمالی) و روستای رودبال واقع در شهرستان سپیدان فارس مزرعه شرکت دارویی زردبند (ارتفاع: ۱۹۳۵ متر؛ طول جغرافیایی: '۰۳ °۵۲ شرقی؛ عرض جغرافیایی: '۰۵ °۳۰ شمالی) روی گیاه دارویی گل‌ماهور در قالب طرح کامل تصادفی و در ۴ تکرار اجرا شد (جدول ۱). در این آزمایش، پس از شخم‌زدن و آماده‌سازی زمین در فصل

پاییز، بذرهای گل‌ماهور (*Verbascum phlomoides* var. *Napfeny*) که از شرکت دارویی زردبند تهیه شده بودند در کرت‌هایی به مساحت ۱۶ مترمربع به فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته ۴۰ سانتی‌متر کشت شدند. در طول مرحله رشد، کلیه مراقبت‌های لازم شامل وجین، آبیاری و ... برای همه کرت‌های آزمایشی انجام شد. گل‌ها در مرحله گلدهی کامل برداشت شده و پس از خشک شدن در سایه و عصاره‌گیری، ترکیب‌های مورد نظر ارزیابی شدند.

جدول ۱- مشخصات خاک مناطق مورد مطالعه

منطقه	بافت خاک	EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته خاک	نیتروژن (٪)	پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)
شهرکرد	سیلت لوم	۰/۲۱	۷/۹۶	۰/۰۴۲	۳۳۰	۱۲/۹
سپیدان	لوم رسی	۰/۵۰	۸/۲۱	۰/۰۸	۲۴۵/۵۷	۹/۴۴

استخراج و تعیین فنول کل

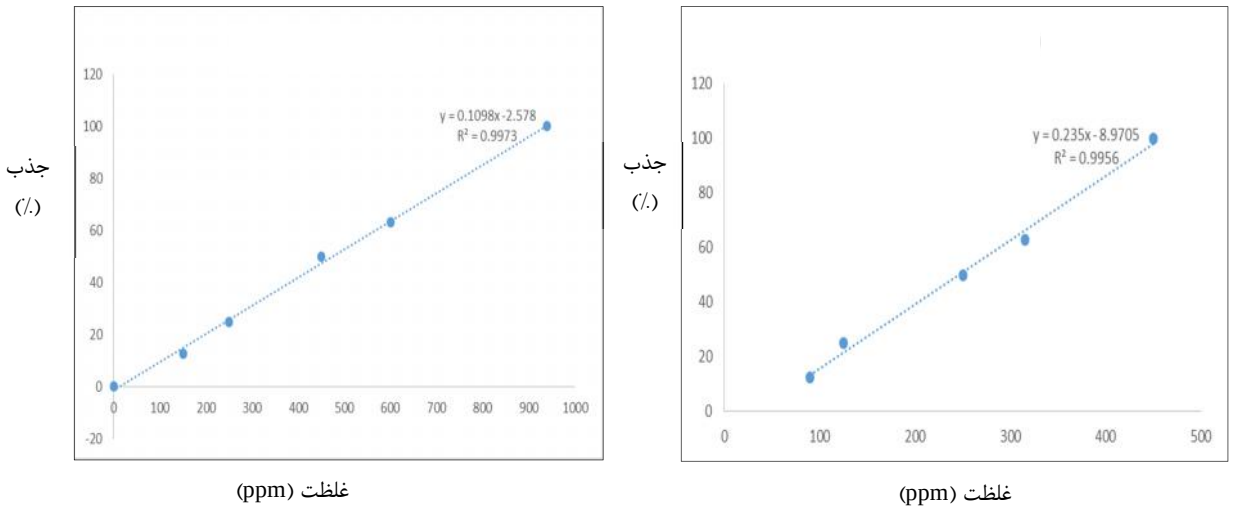
میزان ترکیب‌های فنولی کل براساس روش رنگ‌سنجی فولین‌سیوکالتیو و برحسب اسیدگالیک اندازه‌گیری شد. محلول‌های استاندارد با غلظت‌های ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۶۲/۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ppm از اسیدگالیک در محلول ۶۰٪ متانول تهیه شده، سپس از هر یک، ۰/۱ml به لوله آزمایش منتقل شد و به آنها ۰/۵ml از محلول ۱۰٪ واکنش‌گر فولین سیوکالتیو اضافه و پس از ۳ تا ۸ دقیقه به آن ۰/۴ml از محلول کربنات‌سدیم ۷/۵٪ اضافه گردید، آنگاه لوله‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه نگهداری و پس از آن میزان جذب نوری به‌وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۷۶۵nm اندازه‌گیری شد؛ سپس ۰/۰۱ تا ۰/۰۲ گرم از نمونه خشک شده عصاره را در متانول ۶۰٪ حل کرده و به حجم ۱۰ml رسانده و براساس روش فولین‌سیوکالتیو میزان فنول کل تعیین شد، با این تفاوت که به‌جای محلول استاندارد، ۰/۱ml از محلول عصاره اضافه شد. در نهایت با توجه به رابطه منحنی استاندارد (شکل ۱) مقدار فنول کل عصاره تعیین شد (Liang *et al*., 2010).

اندازه‌گیری فلاونوئید کل

اندازه‌گیری فلاونوئید کل براساس روش Liang و همکاران (۲۰۱۰) با کمی تغییر انجام شد. ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول هر عصاره (۰/۰۱ گرم در ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۶۰٪) با ۰/۵ میلی‌لیتر کلریدآلومینیوم ۲٪ برداشته و ۳ میلی‌لیتر استات‌پتاسیم ۵٪ به آن اضافه شد. پس از ۴۰ دقیقه جذب نمونه‌ها در مقابل آب‌مقطر در طول موج ۴۱۵nm قرائت گردید. همزمان با انجام آزمایش رقت‌های مختلف روتین تهیه و مانند روش بالا آزمایش و منحنی استاندارد تهیه گردید (شکل ۱). جذب نمونه‌ها با منحنی استاندارد مقایسه و مقدار فلاونوئید هر عصاره بر حسب میلی‌گرم در هر گرم عصاره خشک محاسبه شد.

اندازه‌گیری آنتوسیانین کل

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین ۱ میلی‌لیتر محلول شفاف با غلظت مشخص از عصاره به درون بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری ریخته و بعد با یک بافر با pH برابر با ۱ (۴۱/۱g کلریدپتاسیم و ۱۰۰ml آب و ۰/۲ نرمال اسید کلریدریک) مخلوط شد؛ ۱ میلی‌لیتر دیگر از مواد استخراج شده به درون بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری ریخته شده و بعد با یک بافر با pH برابر با ۴/۵ (۶۴/۱g استات سدیم و ۱۰۰ml آب) به حجم رسانده شد. پس از تنظیم صفر دستگاه با آب خالص، میزان جذب هر یک از این محلول‌ها در اسپکتروفوتومتر (Unico-1200) در طول موج‌های ۵۱۰nm و ۷۰۰nm خوانده شد (Giusti & Wrolstad, 2001).



شکل ۱- نمودار و معادله استاندارد فلاونوئید (سمت راست) و فنول کل (سمت چپ)

استخراج و اندازه‌گیری موسیلاژ

برای اندازه‌گیری موسیلاژ، ۲ گرم نمونه خشک و آسیاب شده را در ۱۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر اسیدی (اسیدیته ۳/۷) درون هاون کاملاً ساییده شد؛ سپس در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کرده و به‌مدت ۲۰ دقیقه جوشانده و همزمان مخلوط گردید. پس از جداسازی مواد زائد به‌وسیله قیف بوخنر، اقدام به سانتریفوژ محلول باقی‌مانده حاصل از صافی کرده و پس از جداسازی مواد ته‌نشین شده، ۴ برابر حجم محلول باقی‌مانده به آن اتانول ۹۶٪ اضافه شد. محلول مذکور به مدت ۲۴ ساعت در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد تا موسیلاژ رسوب کند. رسوب حاصل به‌وسیله کاغذ صافی واتمن نمره ۱، قیف بوخنر و شیر خلأ جداسازی و پس از خشک کردن (دمای اتاق، ۴۸ ساعت) اقدام به اندازه‌گیری آن شد (Patumi *et al*., 1990).

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

عصاره‌های نمونه‌های گل، با استفاده از روش ۲ و ۲ دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) بر مبنای درصد مهار تولید رادیکال‌آزاد اندازه‌گیری شد. ابتدا غلظت‌های مختلف عصاره تهیه شده و ۲۰۰ میکرولیتر از نمونه‌ها با غلظت‌های متفاوت با یک میلی‌لیتر از محلول ۹۰ میکرومولار DPPH مخلوط شده و با متانول ۹۵٪ به حجم ۴ میلی‌لیتر رسانده شد و برای مدت زمان ۶۰ دقیقه در تاریکی توسط دستگاه شیکر تکان داده شد. جذب نمونه‌ها و شاهد بعد از این مدت زمان، در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (Unico-1200) خوانده شد (دستگاه قبلاً با متانول صفر شد). یک نمونه حاوی متانول و محلول DPPH به‌عنوان نمونه شاهد مورد استفاده قرار گرفت (Brand-Williams *et al*., 1995).

تجزیه و تحلیل اطلاعات

کلیه داده‌های بدست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز شدند.

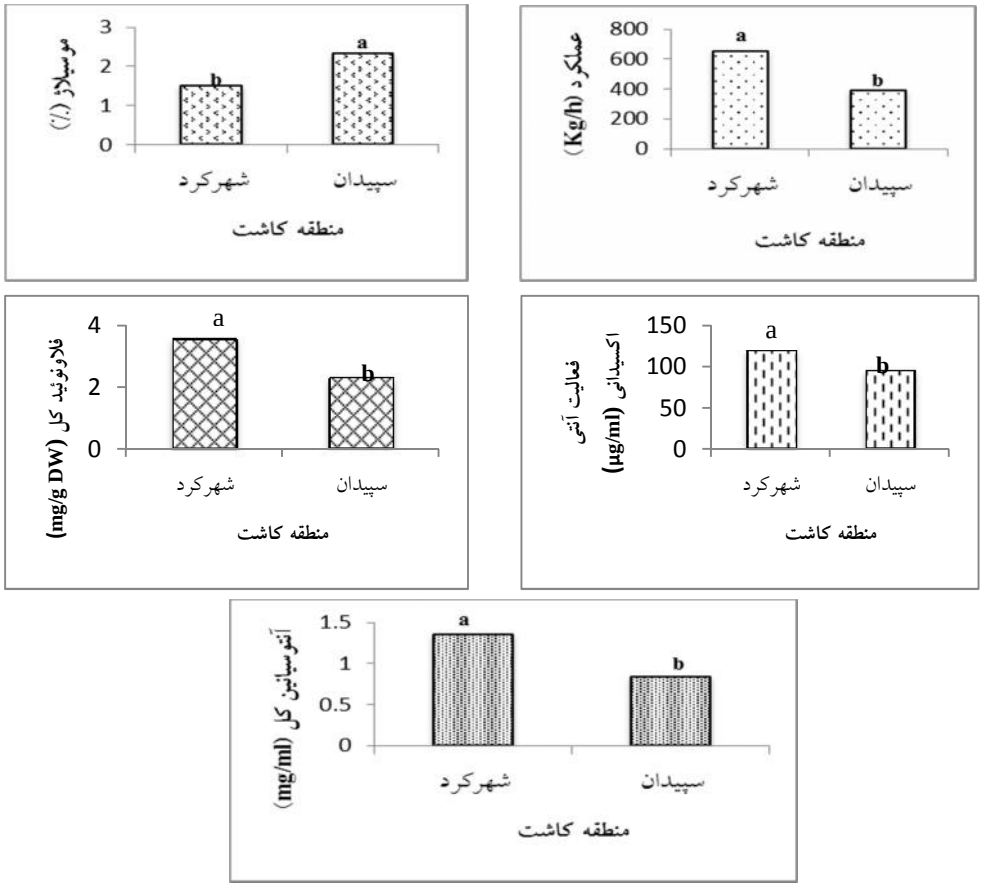
نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر منطقه کاشت بر میزان عملکرد، فلاونوئید کل، آنتوسیانین، موسیلاژ و همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود؛ در حالی‌که تجزیه واریانس صفت فنول کل در این آزمایش معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و صفات فیتوشیمیایی گل ماهور در مناطق شهرکرد و سپیدان

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		عملکرد	فلاونوئید کل	فنول کل	آنتوسیانین کل	موسیلاژ	فعالیت آنتی‌اکسیدانی
منطقه	۱	۱۳۵۲۰۰ ❊	۳/۱۲ ❊	۱۲/۲۲ ns	۰/۵۳ ❊	۱/۴۳ ❊	۱۲۱۱/۸ ❊
اشتباه	۶	۲۸۳۳	۰/۲۴	۱۳/۵۶	۰/۲۴	۰/۱۳	۱۶۹/۶۶
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۱۸	۱۶/۹۸	۱۲	۱۴/۲۹	۱۸/۸۱	۱۲/۳۹

ns و ❊: به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪



شکل ۲- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در مناطق شهرکرد و سپیدان

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد گل‌ماهور کشت شده در مناطق سپیدان و شهرکرد اختلاف معنی‌داری داشت. میزان عملکرد گل در منطقه شهرکرد ۶۵۲/۵۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد؛ در حالی‌که عملکرد گل این گیاه در منطقه سپیدان ۳۹۲/۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در میزان فلاونوئید کل موجود در عصاره گل گیاه مورد مطالعه در مناطق سپیدان و شهرکرد بود. میزان فلاونوئید کل در منطقه شهرکرد، ۳/۵۳ (میلی‌گرم روتین/گرم وزن خشک) بود؛ در حالی‌که این میزان در منطقه سپیدان ۲/۲۸ (میلی‌گرم روتین/گرم وزن خشک) بدست آمد (شکل ۲). میزان آنتوسیانین در نمونه کشت شده منطقه شهرکرد

برابر ۱/۳۵ و در منطقه سپیدان ۰/۸۴ (میلی‌گرم/میلی‌لیتر) بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین میزان موسیلاژ موجود در عصاره گل‌های گل‌ماهور کشت شده در مناطق سپیدان و شهرکرد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. میزان موسیلاژ در نمونه‌های منطقه سپیدان ۲/۳۴٪ بود، در حالی‌که این میزان در گل‌های منطقه شهرکرد ۱/۵۰٪ بوده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی گل‌ها در دو منطقه کشت در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود داشت. به‌طوری که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های گل در شهرکرد ۱۱۷/۴۲ و این میزان در نمونه‌های سپیدان ۹۲/۸۰ بوده است. البته هر چه میزان ترکیب‌های فنولی شامل فنول کل و فلاونوئید بیشتر باشد میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز بیشتر خواهد شد.

بحث

در تحقیقی که در دو منطقه متفاوت آب و هوایی در کشور مجارستان (مناطق شوروک‌شار و کیسوارد) روی گل‌ماهور (*V. phlomoides*) انجام شد، نتایج نشان داد که منطقه کاشت گیاه بر عملکرد گل مؤثر بود. البته منطقه کیسوارد عملکرد گل بیشتری نسبت به منطقه شورک‌شار داشت (Bodor, 2004). ارتفاع محل کاشت در منطقه کیسوارد نسبت به شورک‌شار کمی بیشتر بود؛ در این پژوهش نیز عملکرد گل در منطقه شهرکرد که نسبت به سپیدان مرتفع‌تر بود به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. Karimian (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای در مناطق مختلف استان اصفهان گزارش کرد که ترکیب‌های عصاره گل گیاه دارویی گل‌ماهور متأثر از منطقه رویش بود. نتایج او نشان داد که ترکیب‌هایی همانند کتون و آلکالوئید در مناطق قهیز، سمیرم و دنا بیشتر از دره‌حوض و قلعه‌قدم بود. عوامل اکولوژیکی مانند درصد رس خاک، تبخیر و تعرق، حداکثر درجه حرارت و طول دوره خشکی اثرات بیشتری بر میزان ترکیب‌ها به‌ویژه در مناطق دره‌حوض و قلعه‌قدم داشته است. در تحقیق دیگری توسط Bodor و همکاران (۲۰۰۷) میزان فلاونوئید کل در گونه *V. phlomoides* در گیاهان جمع‌آوری شده از طبیعت ۰/۹۷ (گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) گزارش شد؛ که این میزان نسبت به فلاونوئید کل در هر دو منطقه کاشت این مطالعه بیشتر بود. در پژوهشی دیگر (Armatu *et al.*, 2011) میزان فلاونوئید در گونه *V. phlomoides* را ۱۰/۱ (میلی‌گرم روتین/گرم وزن خشک) گزارش کردند که نسبت به میزان فلاونوئید کل در هر دو منطقه تحت کشت در این مطالعه بیشتر بود. در پژوهشی میزان فلاونوئید کل در عصاره گونه‌های *V. sineatum* و *V. nudicaule* به‌ترتیب ۴/۸۷ و ۴/۸۳ (میلی‌گرم/گرم وزن خشک) گزارش شد (Karimian, 2012). در این تحقیق میزان فلاونوئید در گونه تحت کشت مورد مطالعه تقریباً مشابهت داشته؛ اگرچه تفاوت اندک می‌تواند ناشی از تفاوت در گونه مورد مطالعه این تحقیق (*V. phlomoides*) با دو گونه یادشده و همچنین شرایط متفاوت آب و هوایی باشد.

در این تحقیق از نظر میزان فلاونوئید کل و آنتوسیانین کل در هر دو منطقه مورد کشت با مطالعات ذکرشده شباهت‌ها و تفاوت‌هایی وجود دارد؛ اگرچه این بازه و تفاوت زیاد در میزان فلاونوئید کل و آنتوسیانین کل در این مطالعه می‌تواند متأثر از تفاوت در شرایط آب و هوایی و جغرافیایی و نوع گونه مورد مطالعه باشد؛ همچنین میزان فلاونوئید کل موجود در عصاره گل گیاه گل‌ماهور در منطقه شهرکرد نسبت به منطقه سپیدان بیشتر بود. این تفاوت در میزان این ترکیب طبعاً متأثر از شرایط اقلیمی و خاکی هر دو منطقه می‌باشد. منطقه کاشت گیاه در شهرکرد ۱۷۴ متر مرتفع‌تر از منطقه سپیدان بوده است؛ شاید بتوان گفت از دلایل اینکه میزان فلاونوئید و آنتوسیانین در منطقه شهرکرد نسبت به سپیدان بیشتر بوده است، تفاوت در ارتفاع باشد. با افزایش ارتفاع درجه حرارت پایین می‌آید و میزان تابش UV افزایش می‌یابد که هر دو فاکتور ذکر شده در افزایش تجمع ترکیب‌هایی مانند فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها نقش مثبت دارند. گیاهان می‌توانند به دمای بالا و پایین با تغییر سنتز فلاونوئیدها واکنش نشان دهند. به‌طور کلی، در دماهای

بالا بیوسنتز فلاونوئیدها مهار و همچنین فلاونوئیدها تخریب می‌شوند. دمای پایین می‌تواند تولید فلاونوئیدها را افزایش دهد، هر چند تجمع فلاونوئیدها در هوای سرد وابسته به نور است (Jaakola & Hohtola, 2010). اما تجمع ترکیب‌های فلاونوئیدی در سلول‌های اپیدرمی برای محافظت بافت‌های بیرونی گیاه از اثرات مضر تابش UV-B می‌باشد (Nybakken *et al*., 2004؛ Treutter, 2006). در بیشتر تحقیقات گزارش شده است که ترکیب‌های فلاونوئیدی کوئرستین و کامپفرول در پاسخ به تابش UV-B افزایش می‌یابند (Treutter, 2006). به‌طوری که سنتز آنتوسیانین‌ها توسط نور، اعم از نور UV و نور قابل رؤیت، همچنین مواد غذایی به‌ویژه کمبود نیتروژن و فسفر و درجه حرارت پایین تحریک می‌شود (Delgado-Vargas *et al*., 2000). گیاهان در حال رشد در آب و هوای سرد می‌توانند میزان فتوسنتز بالاتری در دماهای پایین‌تر نسبت به گیاهان در حال رشد در مناطق گرم‌تر داشته باشند، و می‌توانند میزان کربن در دسترس ثابت برای متابولیت‌های ثانویه داشته باشند (Chalker-Scott, 1999). در تحقیقی گزارش شد که میزان آنتوسیانین‌ها در گیاه بارهنگ رشد کرده در شرایط دماهای پایین نسبت به دماهای بالاتر بیشتر بود (Stiles *et al*., 2007). Yamane و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که تجمع آنتوسیانین‌ها در بیشتر میوه‌های سته در دماهای پایین بیشتر می‌باشد. میزان متابولیت‌های ثانویه در گیاهان در نتیجه یک واکنش تدافعی در مقابل شرایط تنش‌زای محیط رویش آنها می‌باشد. همچنین میزان بالا یا پایین متابولیت‌های ثانویه در گیاهان متأثر از فاکتورهای اقلیمی مانند ارتفاع، بارندگی و درجه حرارت است. تأثیر فاکتورهای آب و هوایی و برهم‌کنش آنها با فاکتورهای ژنتیکی در تولید گیاهان دارویی مهم می‌باشد (Vanhaelen *et al*., 1991).

یکی از مهمترین اهدافی که در مورد گیاهان دارویی مورد توجه است، بررسی شرایط گوناگون اقلیمی که منجر به افزایش میزان تولید ماده مؤثره توسط گیاه می‌شود، خواهد بود؛ دلیل این اهمیت بهره‌وری اقتصادی در صنعت دارویی است. عواملی مانند درجه حرارت، میزان بارندگی، شدت نور و ارتفاع از سطح دریا که تعیین‌کننده اقلیم یک منطقه هستند ازجمله مهمترین عوامل محیطی تأثیرگذار در تولید و تجمع متابولیت‌های ثانویه هستند (Zakerin *et al*., 2015). در این تحقیق میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی گل‌ماهور در شرایط اقلیمی شهرکرد که از ارتفاع بالاتر و متوسط درجه حرارت پایین‌تری برخوردار بوده بیشتر از منطقه سپیدان بوده است. Latti و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاه بیل‌بری در نواحی سرد و مرتفع‌تر بیشتر بوده‌است، و دلیل این تفاوت را ناشی از بیوسنتز بیشتر آنتوسیانین‌ها و فلاونول‌های هیدروکسیله که فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری دارند، گزارش کردند. نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه بالا همخوانی دارد.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که عوامل اکولوژیکی نیز مانند عوامل ژنتیکی بر تولید و مقادیر ترکیب‌های شیمیایی موجود در گل‌ماهور مؤثر واقع شد و این گیاه در منطقه شهرکرد نسبت به منطقه سپیدان از شرایط رشدی و عملکرد بهتری برخوردار بوده است. البته گیاهان دارویی وابسته به شرایط اقلیمی و اکولوژیک هر منطقه میزان متفاوتی مواد مؤثره تولید می‌کند، که این موضوع باید در تولید گیاهان دارویی مورد توجه قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- Armatu, A., Bodirlau, R., Nechita, C.B., Niculaua, M., Teaca, C.A., Ichim, M. and Spiridon, I., 2011. Characterization of biological active compounds from *Verbascum phlomoides* by chromatography techniques. I. Gas chromatography. Romanian Biotechnological Letters, 16(4): 6297-6304.
- Blumenthal, M., Goldberg, A. and Brinckmann, J., 2000. Herbal Medicine: Expanded Commission E monographs. Integrative Medicine Communications, 519p.
- Bodor, Z., 2007. Production biological evaluation of *Verbascum phlomoides* L. and *Salvia sclarea* L. biotypes of different life-cycle. Thesis of PhD, Corvinus University of Budapest.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, W.M. and Berset, C.L.W.T., 1995. Use of a free radical method to

- Nybakken, L., Aubert, S. and Bilger, W., 2004. Epidermal UV-screening of arctic and alpine plants along a latitudinal gradient in Europe. Polar Biology, 27(7): 391-398.
- Patumi, M., Foutanazzu, G., Boldoni, L. and Brambilla, I., 1990. Determination of some precursors of lipid biosynthesis in olive fruits during ripening. Acta Horticulture, 286: 199-201.
- Safi, Z., Saeidi, K., Lorigooini, Z. and Shirmardi, H.A., 2016. Evaluation of total phenols and antioxidant activity of Mullein (*Verbascum songaricum*) ecotypes. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences, 17: 68-75.
- Sharifinia, F., 2007. Notes on the distribution and taxonomy of *Verbascum* in Iran. The Journal of Botany, 31: 30-32.
- Sotoodeh, A., Laure, C. and Attar, F., 2015. *Verbascum shahsavarensis* (Scrophulariaceae), a new species for Flora of Iran. Phytotaxa, 203(1): 76-80.
- Stiles, E.A., Cech, N.B., Dee, S.M. and Lacey, E.P., 2007. Temperature-sensitive anthocyanin production in flowers of *Plantago lanceolata*. Physiologia Plantarum, 129(4): 756-765.
- Treutter, D., 2006. Significance of flavonoids in plant resistance: a review. Environmental Chemistry Letters, 4(3): 147-157.
- Turker, A.U. and Gurel, E., 2005. Common mullein (*Verbascum thapsus* L.): recent advances in research. Phytotherapy Research, 19: 733-739.
- Valdes, B., 1987: Scrophulariaceae: 486-547. In: Valdes, B., Talvera, S. and Fernandez Galiano, E., (Eds.). FloraVascular De Andalucia Occidental. Barcelona: Ketres.
- Vanhaelen, M., Lejoly, J., Hanocq, M. and Molle, L., 1991. Climatic and geographical aspects of medicinal plant constituents. The Medicinal Plant Industry, 33-47.
- Yamane, T., Jeong, S.T., Goto-Yamamoto, N., Koshita, Y. and Kobayashi, S., 2006. Effects of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skins. American Journal of Enology and Viticulture, 57(1): 54-59.
- Zakerin, A.R., Ahmadi, E., Fasihi-Ramandi, M., Abdollahi Molazadeh, A.R., Allahverdi, G.h., Kouhpayeh, S.A. and Meshkibaf, M.H., 2015. The Effects of Ecologic condition on antimicrobial activity of endemic herbal extracts in Fars province. Journal of Fasa University of Medical Sciences, 5(1): 111-119.

evaluate antioxidant activity. LWT-Food Science and Technology, 28(1): 25-30.
- Bodor, Z., Alberti, Á., Zsarnoczai, J., Kéry, Á. and Németh, É., 2007. Evaluation of phytochemical markers characterizing cultivated and wild mullein flowers (*Verbascum phlomoides* L.). Planta Medica. 73(9): 310-213
- Chalker-Scott, L., 1999. Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. Photochemistry and Photobiology, 70(1): 1-9.
- Delgado-Vargas, F., Jiménez, A.R. and Paredes-López, O., 2000. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains characteristics, biosynthesis, processing, and stability. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 40(3): 173-289.
- Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E., 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. F1.2.1-13
- Heim, K.E., Tagliaferro, A.R. and Bobilya, D.J., 2002. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. The Journal of Nutritional Biochemistry, 13(10): 572-584.
- Jaakola, L. and Hohtola, A., 2010. Effect of latitude on flavonoid biosynthesis in plants. Plant, Cell & Environment, 33(8): 1239-1247.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A. and Stevens, P.F., 2002. Plant Systematics: Aphylogenetic Approach. Sinauer, Sunderland. Massachusetts, 464p.
- Karimian, V., 2012. Evaluation of phytochemical characteristics and habitat of Mullein on the northern slopes of the central Zagros. M.Sc thesis. Isfahan University of Technology.
- Lam, R.Y., Woo, A.Y., Leung, P.S. and Cheng, C.H., 2007. Antioxidant actions of phenolic compounds found in dietary plants on low-density lipoprotein and erythrocytes in vitro. Journal of the American College of Nutrition, 26(3): 233-242.
- Latti, A.K., Riihinen, K.R. and Jaakola, L., 2011. Phenolic compounds in berries and flowers of a natural hybrid between bilberry and lingonberry (*Vaccinium×intermedium* Ruthe). Phytochemistry, 72(8): 810-815.
- Liang, T., Wenyan, Y. and Qingshan, L., 2010. Comparison of the phenolic content and antioxidant activities of *Apocynum venetum* L. (Luo-Bu-Ma) and two of its alternative species. International Journal of Molecular Sciences, 11: 4452-4464.

Evaluation of yield and secondary metabolites of mullein (*Verbascum phlomoides* L. var. *Napfeny*) in Shahrekord and Sepidan Regions

M. Omidi[1], K. Saeidi[2*], A. Mohammadkhani[3], M.R. Bastan[4] and B. Saadatjou[5]

1- M.Sc. Student, Department of Horticulture Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2*- Corresponding author, Department of Horticulture Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
E-mail: saeidi@agr.sku.ac.ir
3- Department of Horticulture Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
4- Agriculture Department of Zardband Pharmaceuticals Company
5- M.Sc. Graduate Student. Department of Horticulture Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Received: December 2016 Revised: April 2017 Accepted: May 2017

Abstract

Mullein (*Verbascum phlomoides* L.) is a valuable medicinal plant belonging to the Scrophulariacea. In this study, the yield and active substances of flowers in Shahrekord and Sepidan regions were investigated. The experiment was based on a completely randomized design with four replications. Seeds were sown in autumn. Flowers were collected at full flowering stage for evaluation of yield and active substances. Total phenols, total anthocyanin, mucilage, total flavonoids and antioxidant activity were measured using Folin-ciocalteau, different pH, hot extraction, colorimetric aluminum, and DPPH methods, respectively. Shahrekord region had the highest flower yield (652.5 kg/h), total flavonoid (3.53 mg rutin/g dw), total anthocyanin (1.35 mg/ml) and antioxidant activity (117.42), showing significant difference with Sepidan region ($P<0.05$). The highest mucilage content (2.34%) was observed from Sepidan region. The results of the present study showed that climatic factors affected the yield and quality of active substances of Mullein.

Keywords: Mullein (*Verbascum phlomoides* L.), mucilage, flower yield, Shahrekord.