

مروری بر برخی از عوامل موثر بر تغییرات کمی و کیفی و اثرات درمانی اسانس مریم گلی (*Salvia officinalis* L.)

محمد اسماعیل پور^{۱*}، عبدالکریم زارعی^۲، عسکر غنی^۳

^۱ گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم

^۳ گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم

چکیده

اصلی ترین اجزای اسانس مریم گلی (*Salvia officinalis* L.)، آلفا/بتا-توجون، ۸،۱-سینئول، کامفور، آلفا/بتا پینن، کامفن و غیره هستند. تغییر در اجزای تشکیل دهنده اسانس می تواند بر خواص دارویی و درمانی اسانس مریم گلی تأثیر گذار باشد. لذا بررسی عواملی که بر کمیت و همچنین کیفیت اسانس این گیاه اثر می گذارند برای بهره برداران از این گیاه حائز اهمیت است. بطور کلی تنش خشکی سبب افزایش مقدار اسانس در برگ های مریم گلی می شود که هم زمان می تواند به علت کاهش تولید بیوماس یا افزایش بیان ژن آنزیم های دخیل در مسیر سنتز اجزای اسانس یا هر دو باشد. هم چنین اجزای اسانس مریم گلی قویاً تحت تأثیر غلظت و نوع نمک ایجاد کننده تنش شوری قرار می گیرند بطوری که تیمارهای مختلف شوری و در غلظت های مختلف ممکن است اثرات افزایشی یا کاهشی بر درصد تشکیل دهنده هر یک از اجزای اسانس داشته باشند و یا بی تأثیر باشند. بطور کلی با روند رشد گیاه اجزای اسانس نیز دچار تغییر می شوند بطوری که از مرحله رویشی تا گلدهی کامل، درصد مونوترپن های اکسیژن دار و درصد سزکوئی ترین های اکسیژن دار در اسانس کاهش یافته و درصد سزکوئی ترین ها افزایش می یابد و درصد مونوترپن ها نیز تغییر قابل توجهی نمی کند. همچنین ویژگی های کمی و کیفی اسانس مریم گلی در ساعات شبانه روز نیز تغییر می کند بطوری که برای حصول به بیشترین عملکرد اسانس، بهترین زمان برداشت بین ساعت ۴ تا ۶ عصر بوده و ساعت ۴ تا ۶ صبح کمترین میزان اسانس در گیاه وجود دارد.

واژگان کلیدی: اجزای اسانس، بیوماس، تنش خشکی، تنش شوری، مونوترپن.

* ایمیل نویسنده مسئول

E-mail: esmailpour@jahromu.ac.ir; msp1362@yahoo.com.

۱. مقدمه

تغییر در اجزای تشکیل دهنده اسانس می‌تواند بر خواص دارویی و درمانی اسانس مریم‌گلی تأثیرگذار باشد. بعنوان مثال آنالیز شیمیایی اسانس مورد استفاده در رایحه درمانی بسیار مهم است چراکه بسته به اینکه کدام ترکیب، جزء اصلی اسانس را تشکیل بدهد، می‌تواند اثرات متفاوتی بر بیماران بستری شده در بیمارستان داشته باشد (Mot et al., 2022). همچنین با توجه به اینکه اسانس مریم‌گلی خاصیت آنتی‌باکتریال قوی دارد، هر کدام از اجزای اسانس ممکن است مکانیزم عمل متفاوتی در ممانعت از تکثیر باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی داشته باشند. همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی اسانس مریم‌گلی تحت تأثیر اجزای اسانس این گیاه قرار می‌گیرد (Assaggaf et al., 2022). لذا بررسی عواملی که بر کمیت و کیفیت اسانس این گیاه اثر می‌گذارند برای بهره‌برداران دارویی حائز اهمیت است و می‌تواند بر میزان سودآوری پرورش دهندگان این گیاه نیز اثرگذار باشد. لذا هدف از پژوهش حاضر مروری ساختاری و مختصر بر برخی از پژوهش‌های انجام شده در این خصوص می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

برای دسترسی به مقالات در زمینه عوامل موثر بر کمیت و کیفیت مریم‌گلی، در پایگاه‌های اطلاعاتی مختلف نظیر Elsevier، PubMed و Wiley، Springer و با کلمات کلیدی متنوع به جستجو و بررسی و تحلیل مقالات منتشرشده در بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳ پرداخته شد که در ادامه و با توجه به محدودیت صفحه، به تعدادی از پژوهش‌ها اشاره می‌شود.

۳. نتایج

۳.۱. اثر تنش خشکی بر کمیت و کیفیت اسانس و بیان ژن مونوترپن سینتازها

بطور کلی تنش خشکی سبب افزایش مقدار اسانس در برگ‌های مریم‌گلی می‌شود. در این زمینه، Bettaieb et al. (2009) گزارش دادند در مقایسه با تیمار شاهد (آبیاری کامل)، میزان کلی اسانس در تنش ملایم ۴۵۰ و در تنش شدید ۲۵۰ درصد افزایش یافت. در پژوهش مذکور، ارتفاع، وزن خشک و وزن تر گیاهان تنش دیده بطور معنی داری کمتر از گیاهان شاهد بود. لذا افزایش اسانس می‌تواند به علت کاهش یافتن بیوماس گیاه بوده باشد و نه به علت افزایش واقعی در میزان و سرعت سنتز اسانس. با این حال، ممکن است تنش خشکی بر سرعت بیوسنتز اسانس نیز اثر بگذارد. برای بررسی بیشتر، در تحقیق دیگری که توسط Radwan et al. (2017) انجام شد، تنش ملایم خشکی بر مریم‌گلی بطور تدریجی و به گونه‌ای اعمال شد که بیوماس گیاهان تنش دیده در مقایسه با گیاه شاهد کاهش نیافتند. در این تحقیق میزان مونوترپن کل از دو روز بعد از اعمال تنش به تدریج افزایش یافت و ۱۴ روز بعد از اعمال تنش حدود ۲۵۰ درصد نسبت به شاهد افزایش یافته بود. این افزایش اسانس را می‌توان به افزایش واقعی در مقدار و سرعت سنتز مونوترپن‌ها نسبت داد. مقدار هر سه مونوترپن مورد مطالعه یعنی سینئول، آلفا/بتا توجون و کامفور در گیاهان تنش دیده نسبت به شاهد افزایش یافته بودند. این محققان در ادامه، میزان بیان ژن سه آنزیم یعنی سینئول سینتاز، ساینین سینتاز و بورنیل دی فسفات سینتاز که آنزیم‌های کلیدی در بیوسنتز مونوترپن‌های اصلی و غالب در اسانس یعنی به ترتیب ۸،۱-سینئول، آلفا/بتا توجون و کامفور بودند را در گیاهان تنش دیده و شاهد بررسی کردند. در گیاهان تنش دیده نسبت

به گیاهان شاهد، میزان بیان ژن بورنیل دی فسفات سیتتاز و همچنین سابتاز افزایش و میزان بیان ژن سینتول سبتاز کاهش یافت. این پژوهش نشان داد که حداقل بخشی از افزایش مقدار منوترین‌ها در پاسخ به تنش خشکی، به علت افزایش فعالانه‌ی بیان ژن‌های دخیل در سنتز منوترین‌ها است. یکی از دلایل افزایش تولید منوترین‌ها این است که در شرایط تنش خشکی که روزنه‌ها بسته شده و احیا کننده‌ی NADPH در چرخه کالوین مصرف نمی‌شود، گیاه برای ممانعت از انحراف الکترون‌ها در زنجیره انتقال الکترون فتوسنتزی و ممانعت از تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن که به شدت مخرب هستند، تولید ترکیبات حلقوی آروماتیک به شدت احیا شده نظیر واحدهای ایزوپرن که نهایتاً برخی از اجزای اسانس را می‌سازند را افزایش می‌دهند. با توجه به اینکه این ترکیبات فرار هستند، با متصاعد شدن این ترکیبات از گیاه، بخشی از انرژی مازاد فتوسنتزی نیز از این رهگذر پراکنده و دفع می‌شود (Radwan et al., 2017).

۲.۳. اثر تنش شوری بر کمیت و کیفیت اسانس مریم‌گلی

اثر تنش شوری ناشی از ترکیبات مختلف شامل NaCl ، KCl ، MgSO_4 ، MgCl_2 ، Na_2SO_4 و CaCl_2 در سطوح مختلف صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار بر اجزای اسانس مریم‌گلی توسط Kaluk et al. (2020) در شرایط گلخانه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که در تمام تیمارها، تنش ملایم شوری یعنی ۱۰۰ میلی‌مولار، وزن تر و وزن خشک برگ را در مقایسه با تیمار شاهد (آب مقطر) افزایش داد اما غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار اثر منفی بر این صفات داشتند. با آنالیز اسانس توسط کروماتوگرافی گازی، ۲۲ ترکیب مختلف شناسایی شد که اصلی‌ترین ترکیبات، آلفا-پینن، کامفن، ۸،۱-سینتول، آلفا-توجون، بتا-توجون و کامفور بودند. درصد آلفا-پینن و کامفور در پاسخ به تمام ترکیبات شوری افزایش یافتند. کامفن در تمام ترکیبات به جز CaCl_2 و درصد بتا-توجون تحت تمام تنش‌های شوری به جز تیمار MgCl_2 افزایش یافتند. تیمارهای NaCl و KCl درصد آلفا-توجون را کاهش دادند اما سایر تیمارها مقدار این ترکیب را افزایش دادند. در حالی که درصد ۸،۱-سینتول تحت تأثیر NaCl قرار نگیرد، تیمارهای CaCl_2 و MgCl_2 درصد این ترکیب را کاهش و سایر تنش‌های شوری درصد آن را افزایش دادند. با توجه به این نتایج می‌توان استنباط کرد که اجزای اسانس مریم‌گلی قویاً تحت تأثیر تیمارهای تنش شوری و غلظت هر کدام از نمک‌ها قرار می‌گیرند بطوری که تیمارهای مختلف شوری و در غلظت‌های مختلف ممکن است اثر افزایش یا کاهشی بر درصد تشکیل دهنده یکی از اجزای اسانس داشته باشند و یا بی تأثیر باشند. این احتمال وجود دارد که گیاه در پاسخ به هر نوع تنش شوری، متابولیزم خود را به گونه‌ای تغییر می‌دهد که بتواند با آن شرایط سازگار و یا متحمل شود و در این رهگذر مسیرهای تولید اجزای مختلف اسانس بطور متفاوتی تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Kaluk et al., 2020). لذا احتمال دارد با تغییر نوع تنش شوری و در غلظتی معین بتوان جزء خاصی را در اسانس مریم‌گلی با توجه به هدف مدنظر از مصرف اسانس، افزایش یا کاهش داد.

۳.۳. تغییرات کمی و کیفی اسانس مریم‌گلی و اثرات درمانی آن در مراحل مختلف رشد

بخش هوایی مریم‌گلی در سه مرحله‌ی رشد رویشی، شروع گلدهی و گلدهی کامل در منطقه‌ای واقع در شمال غربی مراکش جمع‌آوری شد (Assaggaf et al., 2022). بطور کلی در هر سه مرحله‌ی رشدی، مونوترین‌های اکسیژن دار ترکیب

غالب در اسانس بودند و اصلی‌ترین اجزای اسانس نیز به ترتیب نفتالتون، کامفور، ۸،۱-سینئول، آلفا-توجون و آلفا-پنین بودند. با این حال تنوع بسیار مشهودی در اجزای اسانس در مراحل مختلف رشدی مشاهده شد بطوری که ۴۷ ترکیب فقط در مراحل خاص از رشد گیاه شناسایی شدند در حالی که در مراحل دیگر وجود نداشتند. با روند رشد گیاه، درصد برخی از اجزای اسانس افزایش و برخی کاهش یافت. بعنوان مثال، میزان آلفا-توجون در مرحله رویشی ۴/۴ درصد بود و در مرحله شروع گلدهی به ۳/۳ و در گلدهی کامل به ۲/۹ درصد کاهش یافت. اما درصد ترانس توجون در مرحله رویشی ۳/۶ درصد بود، در مرحله شروع گلدهی به ۸/۹ و در گلدهی کامل به ۹/۶ درصد افزایش یافت. بطور کلی از مرحله رویشی تا گلدهی کامل، مقدار مونوترپن‌های اکسیژن دار از ۶۱ به ۵۱ درصد کاهش یافتند اما درصد سزکوئی ترپن‌ها از ۱۶ به ۲۸ درصد افزایش یافتند و درصد مونوترپن‌ها نیز تغییر قابل توجهی نکردند (۱۲ و ۱۱ درصد) (Assagaf et al., 2022).

اسانس مریم‌گلی مخصوصاً در مرحله‌ی گلدهی کامل اثرات آنتی‌باکتریال قوی بر شش گونه باکتری گرم مثبت و منفی در مقایسه با آنتی‌بیوتیک شیمیایی (کلورامفنیکول) بعنوان شاهد داشت. با این حال میزان تکثیر هر یک از باکتری‌های مورد مطالعه بطور متفاوتی تحت تأثیر هر کدام از اجزای اسانس قرار گرفتند که نشان می‌دهد هر کدام از اجزای اسانس ممکن است مکانیزم عمل متفاوتی در بازداری تکثیر باکتری‌ها داشته باشند یا مسیرهای بیوشیمیایی خاص در برخی باکتری‌ها تحت تأثیر برخی از اجزای اسانس قرار نمی‌گیرند. بر اساس آزمون DPPH اسانس مریم‌گلی در هر سه مرحله فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی داشتند و بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ($IC_{50}=113.5 \mu g/mL$) در مرحله گلدهی کامل مشاهده شد. تفاوت مشاهده شده در پتانسیل آنتی‌اکسیدانی اسانس‌ها در مراحل مختلف رشد احتمالاً ناشی از تغییرات در میزان تک تک اجزای اسانس در مراحل مختلف رشد است. برای ارزیابی فعالیت ضد دیابتی اسانس، میزان بازدارندگی فعالیت آنزیم‌های گوارشی آلفا آمیلاز، آلفا گلیکوزیداز و لیپاز مورد بررسی قرار گرفت. بطور کلی، اسانس استخراج شده از هر سه مرحله مخصوصاً در مرحله‌ی گلدهی کامل اثرات بازدارندگی بسیار زیاد و معنی داری بر فعالیت آنزیم‌های مذکور داشتند. همچنین اسانس در مرحله‌ی گلدهی کامل بیشترین اثر ضد التهابی (بازدارندگی فعالیت لیپوکسیژناز) داشت (Assagaf et al., 2022).

۴.۳. تغییرات کمیت و کیفیت اسانس مریم‌گلی در طول شبانه روز

در مرحله گلدهی کامل، هر از دو ساعت و به مدت یک شبانه روز از بخش هوایی مریم‌گلی نمونه گیری شد (Hazrati et al., 2022). بطور کلی ۳۲ ترکیب در اسانس شناسایی شد و اصلی‌ترین ترکیب اسانس، سیس-توجون (۳۴ تا ۴۶ درصد)، ۸،۱-سینئول (۸ تا ۱۱ درصد)، کامفور (۹ تا ۱۴ درصد) و ترانس توجون (۹ تا ۱۴ درصد) بودند. بیشترین مقدار اسانس (۱/۱۴ درصد) در ساعت ۴ تا ۶ عصر و کمترین مقدار (۰/۶ درصد) در ساعت ۴ تا ۶ صبح در گیاه وجود داشت. این نتایج نشان می‌دهد که میزان ستر اسانس در طول روز نسبت به شب به دلیل شدت نور بالا و افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی افزایش می‌یابد. بطور مثلاً میزان مانول به میزان ۸۰ درصد در طول یک شبانه روز دچار تغییر شد. زمانی که دما کاهش پیدا می‌کند یعنی در اواخر عصر، بیشترین میزان تجمع اسانس وجود داشت و لذا بهترین زمان برای برداشت است. احتمالاً در دمای خنک میزان تبخیر اجزای اسانس کاهش می‌یابد. همبستگی مثبت و معنی داری بین برخی از اجزای اسانس مثلاً بین ۸،۱-سینئول و کامفور ($R=0.52$) و

بین کامفور و کامفن ($R = 0.84$) وجود داشت. همبستگی های مثبت نشان دهنده این است که احتمالاً این ترکیبات می توانند مسیرهای سنتز یکسانی داشته باشند یا تغییرات محیط بیرون اثر یکسانی بر مسیر بیوشیمیایی سنتز آنها دارد. در عین حال بین برخی از اجزای اسانس نیز همبستگی منفی و معنی داری مشاهده شد. این موضوع ممکن است نشان دهنده تبدیل شدن برخی از اجزای اسانس به یکدیگر در طول شبانه روز باشد (مثلاً تبدیل آلفا-پینن به بتا-پینن) و یا ممکن است تغییر در یک عامل محیطی در طول شبانه روز سبب تخریب یک جزء از اسانس و در عین حال تشدید سنتز یک جزء دیگر شده باشد (Hazrati et al., 2022).

۵.۳. تأثیر کیفیت (طول موج) نور بر اجزای اسانس مریم گلی

با تابش همزمان نور قرمز و آبی، میزان توجون در مریم گلی به مقدار قابل توجهی افزایش یافت و مقدار آن بیشتر از کامفور بود. در حالی که در شرایط تابش نور قرمز به تنهایی، میزان کامفور افزایش یافته و به بیش از سه برابر توجون رسید (Ivanitskikh and Tarakanov, 2014). با توجه به اینکه طول موج های مختلف نور خورشید از طلوع تا غروب خورشید تغییر می کنند (مثلاً اوایل بامداد میزان نور آبی بیشتر از نور قرمز است)، ممکن است یکی از دلایل تغییرات در اجزای اسانس در طول دوره روشنائی روز، تغییر در کیفیت نور نیز باشد. لذا احتمالاً با کشیدن تورهای سایه بان با رنگ متناسب بر روی مزرعه مریم گلی، می توان شدت و کیفیت نور دریافتی توسط گیاه مریم گلی و در نتیجه اجزای اسانس آن را در طول روز تغییر داد.

۴. بحث و نتیجه گیری

شدت، مدت و نوع تنش محیطی و مراحل نموی اثرات متفاوتی بر اجزای اسانس و درصد هریک از آنها در مریم گلی دارند، لذا احتمالاً می توان با اعمال مدیریت شدهی تنش ها، پروفایل اجزای اسانس را با توجه به اینکه افزایش یا کاهش کدام جزء اسانس مدنظر بهره بردار است و با توجه به اهدافی که دنبال می شود تغییر داد یا از این طریق، اثرات درمانی اسانس را افزایش و عوارض آن را کاهش داد. بایستی توجه داشت علاوه بر عوامل اشاره شده، فصل و مکان برداشت، نوع رقم، تنش های زنده، دما، هورمون ها، عناصر معدنی، نانو ذرات، سن برگ و غیره نیز بر کمیت و کیفیت اسانس مریم گلی تأثیر گذارند. لذا ممکن است اثر متقابل این عوامل، اثرات هم افزایی در افزایش یا کاهش هریک از اجزای اسانس داشته باشند که با توجه به پیچیدگی های این موضوع، نیاز به تحقیقات بیشتری وجود دارد.

منابع

- Assaggaf, H.M., Naceiri Mrabti, H., Rajab, B.S., Attar, A.A., Alyamani, R.A., Hamed, M., El Omari, N., El Menyiy, N., Hazzoumi, Z., Benali, T. and Al-Mijalli, S.H. 2022. Chemical analysis and investigation of biological effects of *Salvia officinalis* essential oils at three phenological stages. *Molecules*. 27(16): 1-16.
- Bettaieb, I., Zakhama, N., Wannes, W.A., Kchouk, M.E. and Marzouk, B. 2009. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. *Scientia horticulturae*. 120(2): 271-275.
- Hazrati, S., Beidaghi, P., Beyraghdar Kashkooli, A., Hosseini, S.J. and Nicola, S. 2022. Effect of harvesting time variations on essential oil yield and composition of Sage (*Salvia officinalis*). *Horticulturae*. 8(2): 1-16.
- Ivanitskikh, A.S. and Tarakanov, I.G. 2014. Effect of light spectral quality on essential oil components in *Ocimum basilicum* and *Salvia officinalis* plants. 2nd International Symposium on Secondary Metabolites Chemistry, Biology and Biotechnology, Moscow, Russia.
- Kulak, M., Gul, F. and Sekeroglu, N. 2020. Changes in growth parameter and essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves in response to various salt stresses. *Industrial Crops and products*. 145: 1-15.

- Mot, M.D., Gavrilas, S., Lupitu, A.I., Moisa, C., Chambre, D., Tit, D.M., Bogdan, M.A., Bodescu, A.M., Copolovici, L., Copolovici, D.M. and Bungau, S.G. 2022. *Salvia officinalis* L. Essential Oil: Characterization, Antioxidant Properties, and the Effects of Aromatherapy in Adult Patients. *Antioxidants*. 11(5): 1-15.
- Radwan, A., Kleinwächter, M. and Selmar, D. 2017. Impact of drought stress on specialised metabolism: biosynthesis and the expression of monoterpene synthases in sage (*Salvia officinalis*). *Phytochemistry*. 141: 20-26.

A Summary on Factors Affecting Changes in Quantity and Quality and Pharmaceutical Effects of Sage (*Salvia officinalis* L.) Essential Oils

Mohammad Esmailpour^{1*}, Abdolkarim Zarei², Askar Ghani³

¹ Department of Plant Production and Genetic, Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran

² Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran

Abstract

Main constituents of sage (*Salvia officinalis* L.) essential oils (EOs) are α/β -thujone, 1,8-cineole, camphor, α/β -pinene, camphene, etc. Changes in EOs constituents of sage may affect its pharmaceutical properties. Therefore, investigating on the factors affecting quantity and quality of sage EOs is important for the beneficiaries. Generally, drought stress increases sage EOs content. This may be due to reduction in biomass production and/or increase in gene expression of the enzymes involved in EOs constituent's synthesis. Besides, EOs constituents of sage strongly are affected by both of type and concentration of the salt so that different salt type and concentration may increase or decrease percentage of individual constituents or may have no effects on the others. Generally, EOs constituents vary with proceeding of plant growth stages in such a way that oxygenated monoterpenes and oxygenated sesquiterpenes were decreased and sesquiterpenes were increased in EOs while monoterpenes percentage did not change by progressing of plant growth from vegetative to full flowering stages. Quantity and quality of sage EOs are also changed through subsequent hours of a day and night. The best time for harvesting sage leaves is 4-6 pm due to accumulation of the highest amount of EOs and EOs is at its lowest amount at 4-6 am.

Keywords: Essential Oils Constituents, Biomass, Drought Stress, Salt Stress, Monoterpenes.

* e-mail for the corresponding author: esmailpour@jahromu.ac.ir ; msp1362@yahoo.com