

## تأثیر تیمار نانوذره طلا روی ترکیبات موجود در روغن گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis*) (L.) در دو بازه زمانی مختلف تیمار دهی

مهران جهانتیغ<sup>۱</sup>، محمود سلوکی<sup>۲</sup>، براتعلی فاخری<sup>۳</sup>، نفیسه مهدی نژاد<sup>۴</sup>، عباس بهاری<sup>۳\*</sup>، مهدی توکلی زاده<sup>۵</sup>

۱- دانش آموخته دکتری بیوتکنولوژی دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲- گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۳- پژوهشکده فناوریهای نوین زیستی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۴- گروه داروسازی سنتی و فارماکولوژی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران

۵- گروه فارماکولوژی و بیوتکنولوژی دارویی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

\* مسئول مکاتبه: bahari@znu.ac.ir

DOI: 10.22034/CSRAR.2023.305459.1134

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۷

### چکیده

رزماری به دلیل خواص دارویی متعدد یکی از گیاهان دارویی سودمند در بین رده‌های مختلف گیاهان هست. نانوذرات به‌عنوان یکی از لیسیتورهای غیر زیستی با استفاده از خواص الکتروشیمیایی که دارند باعث تداخل در مسیر بیوسنتزی ترکیبات موجود در گیاهان می‌شوند. این تحقیق در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه‌های کشاورزی دانشگاه زنجان سال ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. همچنین نانوذره طلا به روش احیای شیمیایی در آزمایشگاه دانشگاه زابل تولید شد و سپس تأثیر آن در دو بازه زمانی برداشت ۲۴ ساعت، ۴۸ ساعت و گروه شاهد بر روی میزان افزایش و یا کاهش ترکیبات موجود در روغن گیاه رزماری بررسی شد. در این تحقیق نانوذره طلا بر اساس روش احیای شیمیایی سنتز شد و از طریق آنالیزهای پراش میکروسکوپ الکترونی (SEM) و اسپکتوفتومتری مورد تأیید قرار گرفت. سپس به منظور بررسی اثر نانوذره طلا سنتز شده بر روی تغییرات نسبی مواد مؤثره، گیاهان رزماری با غلظت ۳۰ پی‌پی‌ام نانوذره طلا در دو بازه زمانی ۲۴ و ۴۸ ساعت تیمار گردیدند. ترکیبات روغنی گیاه با دستگاه کلونجر دو بار تقطیر استخراج شد و طیف‌سنج جرمی (GC-MS) روی آن‌ها صورت گرفت. نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق تغییرات قابل توجه را در ترکیبات حاصل از آنالیز GC-MS در روغن گیاه رزماری نشان دادند که هرکدام از این ترکیبات از لحاظ دارویی دارای خصوصیات منحصر به فردی می‌باشند. تغییرات در متابولیت‌های ثانویه باعث افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی گیاه می‌شود که می‌تواند در سازگاری به تنش‌ها اهمیت داشته باشد. وربنون یک ترکیب مؤثر در روغن گیاه رزماری هست که در این تحقیق افزایش قابل‌ملاحظه‌ای تحت تیمار نانوذره طلا داشت. با توجه به اهمیت بالای این ترکیب شاید بتوان از این طریق باعث القای حداکثری این ترکیب درون ترکیبات روغنی گیاه رزماری و تولید انبوه این ترکیب جهت بررسی‌های آینده شد.

واژه‌های کلیدی: اسپکتوفتومتری، SEM، ترکیبات روغنی، وربنون، GC-MS

### مقدمه

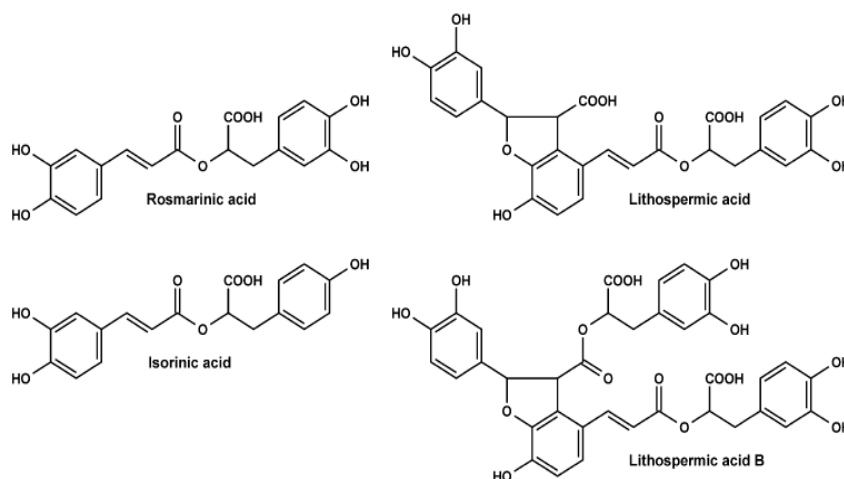
می‌شوند (Anonymous, 2010). از طرفی دیگر آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی به دلیل عوارضی که دارند کمتر مورد توجه قرار می‌گیرند و ترکیبات روغنی گیاه رزماری به خاطر اثرات آنتی‌اکسیدانی طبیعی که دارد می‌تواند بیشتر مورد توجه محققین تولید دارو قرار گیرد (Peng et al., 2005). ترکیبات موجود در روغن گیاه رزماری دارای فعالیت‌های ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی و ضد التهاب بوده و هم‌چنین برای درمان زخم معده، آب‌مروراید، سرطان، آرتریز روماتوئید و آسم به کار می‌رود (Petersen et al., 2009). ترکیبات روغنی عطری گیاهان دارویی به روغن‌های اتری معروف هستند و این

رزماری با نام علمی *Rosmarinus officinalis* L. متعلق به خانواده نعنائیان است و بومی جنوب اروپا و منطقه خاورمیانه می‌باشد. رزماری یک گیاه چندساله با ارتفاع متوسط ۲ متر و درختچه‌ای با گل‌های آبی است. گیاه رزماری در درجه اول به خاطر برگ‌ها و روغن آن کشت می‌شود، زیرا عطر ماندگار چوب آن در لوازم آرایشی، صابون، عطر و غیره بکار می‌رود (Duke, 2002). بر اساس اداره غذا و دارو آمریکا روغن‌های فرار با غلظت کمتر از ۲ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هر روز در گروه ترکیبات مجاز جهت افزودنی‌های مجاز و ایمن شناخته

از رایج‌ترین نوع ترپن‌ها، مونوترپن و دی‌ترپن‌ها هستند (Munne-Bosch and Alegre, 2000; Tawfik, 1992). دی‌ترپن‌ها (کارنوسیک اسید و کارنوسول) با توجه به داشتن فعالیت‌های ضد سرطانی در درمان تومورهای مختلف مورد استفاده می‌باشند (Akkol *et al.*, 2008; Ebrahimabadi *et al.*, 2010; Huang *et al.*, 2009). از لحاظ شیمیایی ترکیبات روغنی گیاه رزماری یک استر کافئیک اسید و لاکتیک اسید است (شکل ۱) که یکی از ترکیبات فعال زیستی مهم در گیاهان دارویی می‌باشند (Petersen *et al.*, 2009).

ترکیبات روغنی با استفاده از روش‌های مختلف از جمله تخمیر و تقطیر از گیاهان استخراج می‌گردند (Pavelkova *et al.*, 2014).

جهت افزایش تولید ترکیبات فنلی در گیاهان، یک روش مطلوب قرار دادن گیاهان در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی است که در حقیقت این میزان افزایش در سطوح بیوسنتزی و انباشتگی ترکیبات فنلی در بافت‌های گیاهی به خاطر واکنش به تنش‌های زیستی و غیر زیستی در گیاهان است (Dixon and Paiva, 1995). ترپنوئیدها یکی از گروه‌های مهم در ترکیبات روغن گیاه رزماری تلقی می‌شوند که این ترکیبات



شکل ۱- اشکال مختلف ایزومرهای ترکیبات روغنی گیاه رزماری  
Figure 1- Different shapes of rosemary oily compounds

پلاسمایی عبور نمایند، سپس به وسیله جریان سیمپلاستیک از یکجا به مکان دیگری انتقال یابند (Rico *et al.*, 2011). این خصوصیت نانوذرات سبب افزایش در متابولیت ترکیبات ثانویه موجود در گیاه می‌شود به طوری که در تحقیقی اثرات تیمار نانوذره نقره بر روی یکی از ترکیبات ثانویه (الیسین) در گیاه سیر انجام شد مشاهده کردند که نانوذره باعث افزایش متابولیت ثانویه این ترکیب در گیاه سیر شد (Fathi Rezaei, 2020).

در این تحقیق فرضیه ما این است که تیمار نانوذره طلا در بازه‌های زمانی مختلف می‌تواند باعث تحریک آنزیم‌های مسیر تولید ترکیبات موجود در روغن گیاه رزماری شود و در نتیجه سبب افزایش بیان نسبی آن‌ها در گیاه رزماری شود. بر همین اساس ابتدا نانوذره طلا به روش احیای شیمیایی در آزمایشگاه دانشگاه زابل تولید شد و سپس تأثیر آن در دو بازه زمانی

کاربرد فناوری نانو در کشاورزی و صنایع غذایی، اولین بار در نقشه راه وزارت کشاورزی آمریکا در سپتامبر ۲۰۰۳ مورد بحث قرار گرفت. فناوری نانو با کمک ابزارهای جدید، توانایی تغییر در صنایع غذایی و کشاورزی را دارد و همچنین برای تشخیص رفتارهای مولکولی بیماری‌ها، کشف سریع بیماری و افزایش تولنایی گیاهان برای جذب مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد (Menard *et al.*, 2011; Bharali and Mousa, 2013). بنیاد بین‌المللی علمی اذعان نمود که بازار جهانی برای محصولات شامل نانوتکنولوژی می‌تواند تا سال ۲۰۲۰ به ۳ تریلیون دلار آمریکا برسد (Rico *et al.*, 2011). بیش از ۱۰۰۰ محصول حاوی نانو ذرات در بازار موجود است (Vance *et al.*, 2015). بسته به اندازه‌شان، نانو ذرات می‌توانند از پروتوپلاست وارد سلول‌های گیاهی شده از طریق آندوسیتوز از غشاء

میزان جذب ماکسیمم نانوذره طلا با قطر ۱۳ نانومتر برابر طول موج ۵۲۰ نانومتر و برای نانوذره طلا با قطر ۵۲ نانومتر برابر ۵۳۳ نانومتر می‌باشد (He et al., 2005).

### آنالیز پراش میکروسکوپ الکترونی (SEM)

نمونه‌ها پس از استخراج به روش احیای شیمیایی به شرکت بیم گستر تابان (BeamGostar 2021-2016) جهت بررسی‌های پراش میکروسکوپ الکترونی (SEM) و صحت وجود نانوذره طلا در نمونه‌های به‌دست‌آمده ارسال گردید.

### تیمار نانوذره طلا

تیمار نانوذره طلا با غلظت ۳۰ پی‌پی‌ام در دو بازه‌ی زمانی مختلف (۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت) و گروه شاهد (فاقد هیچ گروه تیماری) در زمان استقرار کامل قلمه‌ها از لحاظ ریشه‌دهی و برگ‌دهی بر روی گیاه اسپری شد (Moradi Marjaneh et al., 2019). پس از آن لندام‌های هوایی آن‌ها در بازه‌های زمانی مشخص شده برداشت شدند و جهت بررسی‌های طیف‌سنج جرمی (GC-MS) در دمای اتاق خشک گردیدند.

### استخراج ماده مؤثره رزماری

مقدار ۱۶۰ گرم از بافت برگ گیاه که در دمای اتاق آبیگری شدند، درون دستگاه کلونجر بر روی هیتر به مدت ۳ ساعت با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در این تحقیق از حلال آب استفاده شد. در نهایت از سولفات سدیم آنیدر جهت آبیگری نهایی مواد مؤثره به‌دست آمده استفاده شد و نمونه‌های به‌دست‌آمده در دمای ۴ درجه جهت انجام آنالیزهای بعدی نگهداری شد (Pirbalouti et al., 2012; Kralova and Jampilek, 2021).

### طیف‌سنج جرمی (GC-MS)

حدود ۴۰۰ میکرو لیتر ماده مؤثره توسط دستگاه (N Agilent 6890 Agilent technology USA) که با سیستم تله یونی تجهیز شده بود طیف‌سنجی گردید. در این روش دتکتور و انژکتور در دمای ۲۷۵ درجه و ۲۰۰ درجه به ترتیب ثلث نگه‌داشته شد و گاز هلیوم به‌عنوان حامل در یک نرخ جریان ۱ میلی لیتر بر دقیقه استفاده شد و نسبت شکاف ۱۰۰

برداشت ۲۴ ساعت، ۴۸ ساعت و گروه شاهد بر روی میزان افزایش و یا کاهش ترکیبات موجود در روغن گیاه رزماری بررسی شد تا از این طریق بتوان در گیاه رزماری ترکیباتی را که در حالت عادی تولید آن‌ها کم یا اصلاً تولید نداشتند را شناسایی و سبب افزایش تولید آن‌ها در گیاه شد و جهت انجام کارهای صنعتی و دارویی در آینده بهره جست.

### مواد و روش‌ها

#### کاشت گیاه

مواد گیاهی هم‌وزنیک گیاه رزماری به طول‌های ۱۰ الی ۱۲ سانتی‌متر و به قطر نیم سانتی‌متر خریداری و پژوهش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه‌های کشاورزی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۸ اجرا شد. قلمه‌های گیاهی درون ظروف کوچک حاوی خاک سبک و شسته شده و یونولیت و پرمیت در دماهای شب ۱۰ الی ۱۷ درجه و روز ۲۱ الی ۲۳ درجه ریشه‌دار گردیدند. سپس قلمه‌های ریشه‌دار شده به گلدان‌ها ۵ لیتری حاوی ترکیبی از خاک حاصل‌خیز کشاورزی و شن منتقل شدند.

### ساخت نانوذره طلا

نمک طلا ساخت شرکت مرک آلمان خریداری گردید و برای استخراج نانوذره از روش احیای شیمیایی (سدیم سیترات) (Leopold and Lendl, 2003) استفاده شد. بدین‌صورت که ابتدا مقدار ۰/۱ گرم از سدیم سیترات با ۲۰ سی‌سی آب مخلوط گردید. مخلوط به‌دست‌آمده درون حمام آب گرم با درجه حرارت ۶۰ درجه شیک گردید. سپس ۰/۲ گرم PEG و ۰/۰۶۸ گرم طلا با ۲۰ سی‌سی آب مقطر مخلوط شد. در انتها مخلوط به‌دست‌آمده از نمک طلا، PEG و آب مقطر به‌آرامی به مخلوط سدیم سیترات اضافه شد (روی شیکر در دمای ۶۰ درجه) و بعد از گذشت ۵ دقیقه تغییر رنگ مشاهده شد (رنگ به‌دست‌آمده آبی کبود بود).

### آنالیز اسپکتوفتومتری

مخلوط نانوذره طلا که تغییر رنگ داده بود (آبی کبود) تحت طیف جذبی دستگاه اسپکتوفتومتری قرار گرفت و نتایج به‌دست‌آمده از خروجی دستگاه بررسی شد که بر اساس آن

روش احیای شیمیایی هست.

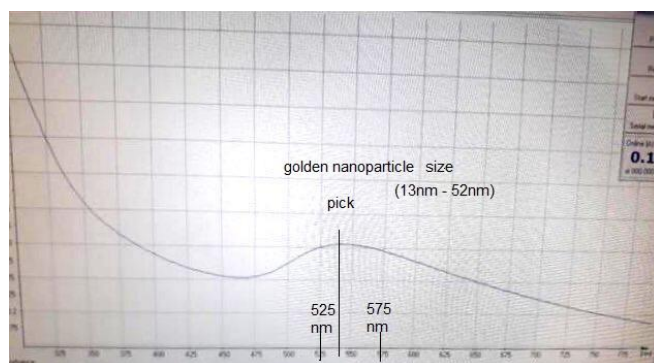
همچنین جهت بررسی‌های بهتر و دقیق‌تر، مخلوط به‌دست‌آمده به شرکت تابان گستر (©-BeamGostar 2021) (2016) برای آنالیزهای پراش میکروسکوپ الکترونی (SEM) ارسال گردید. این آنالیزها یکی از ابزارهای مورد استفاده در فناوری نانو می‌باشند که از طریق بمباران الکترونی نمونه مورد نظر یکسری الکترون‌ها به سمت صفحه دارای بار مثبت رها شده و این الکترون‌ها در آنجا تبدیل به سیگنال می‌شوند. حرکت پرتو بر روی نمونه مجموعه‌ای از سیگنال‌ها را فراهم می‌کند که بر این اساس میکروسکوپ می‌تواند تصویری از سطح نمونه به ابعاد ۱۰ نانومتر را بر صفحه کامپیوتر نمایش دهد. آنالیزهای پراش میکروسکوپ الکترونی (SEM) در این تحقیق وجود نانوذره طلا در ابعاد بین ۱۳ نانومتر الی ۵۰ نانومتر نشان داد (شکل ۳).

به ۱ تنظیم‌شده بود. دستگاه برای ستون‌های ایزوترمال در دمای ۶۰ درجه به مدت ۱ دقیقه که قابلیت افزایش تا ۳۰۰ درجه برای مدت ۳ دقیقه را هم داشت تنظیم‌شده بود. از زمان ماندگاری و شاخص منطقه‌ای جهت تشخیص ترکیبات موجود در پایگاه داده دستگاه استفاده شد.

## نتایج و بحث

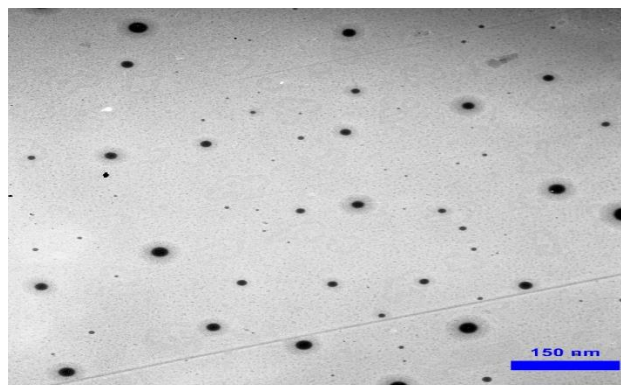
### ساخت نانوذره طلا

اندازه نانوذرات طلا با توجه به آنالیزهای UV-VIS به میزان طول جذب آنها درون دستگاه بستگی دارد که بر این اساس قطرهای ۱۳ الی ۵۲ نانومتر تحت طول موج‌های ۵۲۰ و ۵۳۳ به ترتیب قرار می‌گیرند (He et al., 2005). در این تحقیق نیز مشاهده گردید که قطر نانوذره طلای به‌دست‌آمده در همین محدوده قرار داشت (شکل ۲) که این نشان‌دهنده صحت وجود نانوذره طلا درون مخلوط به‌دست‌آمده با استفاده از



شکل ۲- تأیید حضور نانوذره طلا به‌دست‌آمده از روش احیای شیمیایی از طریق تابش اشعه UV-VIS

Figure 2- Confirmation of the presence of gold nanoparticles obtained by chemical reduction method through uv-vis radiation



شکل ۳- رؤیت نانوذره طلا پس از استخراج با بزرگنمایی در حد ۱۵۰ نانومتر

Figure 3- Visibility of gold nanoparticles after extraction with magnification about 150 nm

## تیمار نانوذره طلا

مهم‌ترین مواد موجود در روغن رزماری شامل بورنئول، لیمونن، کامفن، ۱ و ۸ سینئول، بورنیل استات، کامفر و آلفا-بتا پینن است. ترکیبات اسانس نیز به محل و شرایط کشت مرتبط هستند. اسیدهای فنلی از ترکیبات دیگر گیاه رزماری می‌باشد که این گروه ترکیبات شامل اسید روزماریک، اسید کافئیک و اسید کلروزینیک می‌شوند. هم‌چنین سالیسیلات به مقدار زیاد،

فلاونوئیدها، ترکیبات تلخ دی ترپنی مانند کارنوزول و ترکیبات تری ترپتی، اجزای تشکیل‌دهنده دیگر این گیاه هستند (Sarmoum *et al.*, 2019). نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیبات موجود در گیاه رزماری تحت تأثیر تیمار نانوذره طلا در دو بازه زمانی مختلف برداشت ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت نوسانات زیادی را نسبت به گروه شاهد که فاقد هیچ‌گونه تیماری بودند از خود نشان دادند. (جدول ۱).

جدول ۱- درصد ترکیبات موجود در روغن گیاه رزماری پس تیمار با نانوذره طلا در دو بازه‌ی زمانی مختلف برداشت ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت به‌دست‌آمده از طیف‌سنجی (GC-mass)

Table 1- Compounds in rosemary essential oil after treatment with gold nanoparticles in two harvesting periods of 24 hours and 48 hours Obtained from gas chromatographic studies (GC-mass)

ترکیبات	زمان بازداری	گروه کنترل	سطح زیر منحنی گروه کنترل	۲۴ ساعت	سطح زیر منحنی بازه‌ی ۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	سطح زیر منحنی بازه‌ی ۴۸ ساعت	شاخص بازداری کوآتس
Compound	Retention Index (RI)	control aera	The area under the curve of the control aera	24 hour period	The area under the 24-hour period curve	48 hours period	The area under the 48-hour period curve	kovats retention index
3-Carene	8.754	1.65	0.34±0.04	1.29	10.16±13.86	1.08	0.29±0.09	C10H16
(1R)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene	8.897	100	15.53±2.03	100	30.61±0.87	94.21	16.40±6.10	C10H16
Camphene	9.124	22.46	4.42±1.58	21.66	5.34±0.98	18.24	3.20±1.36	C10H16
Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	9.177	2.33	0.46±0.12	2.11	0.55±0.12	2.05	0.37±0.19	C10H14
3-Octanone	9.442	17.96	3.47±0.53	14.34	3.36±0.57	15.54	2.46±0.69	C8H16O
.beta.-Myrcene	9.516	16.39	3.19±0.74	18.71	4.53±0.31	14.61	2.53±0.71	C10H16
.alpha.-Phellandrene	9.818	1.29	0.25±0.04	1.2	0.29±0.03	1.24	0.22±0.09	C10H16
(+)-4-Carene	9.977	2.95	0.57±0.08	2.50	0.61±0.06	2.67	0.47±0.16	C10H16
o-Cymene	10.083	3.37	0.71±0.03	3.32	0.80±0.02	3.87	0.65±0.05	C10H14
D-Limonene	10.157	19.23	3.70±0.36	16.28	3.93±0.19	18.68	3.20±0.80	C10H16
Eucalyptol	10.236	44.97	8.57±0.01	39.86	9.59±0.23	43.27	6.96±1.17	C10H18O
.gamma.-Terpinene	10.554	4.91	0.94±0.04	3.88	0.94±0.01	4.82	0.82±0.20	C10H16
2-Carene	11.009	0.00	0.00±0.00	4.68	1.11±0.08	0.00	0.00±0.00	C10H16
Linalool	11.041	14.2	2.70±0.08	10.16	2.38±0.43	17.03	2.62±1.31	C10H18O
trans-Verbenol	11.914	3.23	0.61±0.04	1.22	0.45±0.13	3.75	0.60±0.13	C10H16O
(+)-2-Bornanone	12.020	48.51	9.19±0.63	26.82	8.59±0.77	51.83	8.03±3.48	C10H16O
Bicyclo[2.2.1]heptane-2,5-diol, 1,7,7-trimethyl-, (2-endo,5-exo)-	12.227	6.74	1.29±0.01	18.5	3.86±4.11	7.75	1.22±0.42	C10H18O2
Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, (1S-endo)-	12.306	36.76	6.69±0.53	12.74	3.45±2.79	48.78	7.65±2.66	C10H18O
.alpha.-Terpineol	12.608	10.85	2.03±0.24	7.77	1.82±0.33	20.03	2.38±0.69	C10H18O
3-Cyclopentene-1-ethanol, 2,2,4-trimethyl-	12.746	9.09	1.70±0.38	6.63	1.55±0.32	14.52	2.35±0.32	C10H18O
Ethanol, 2-(3,3-dimethylcyclohexylidene)-, (Z)-	13.423	6.94	1.32±0.11	4.89	1.13±0.28	13.49	2.04±0.28	C10H18O
(1S,3S,4S,5R)-1-Isopropyl-4-methylbicyclo[3.1.0]hexan-3-ol	13.540	8.55	1.62±0.16	5.94	1.38±0.33	12.69	2.27±0.06	C10H18O
Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-	14.143	19.97	3.74±0.35	13.74	3.20±0.66	26.01	4.27±0.11	C12H20O2
Caryophyllene	16.526	8.85	1.64±0.49	4.83	1.10±0.40	16.52	2.56±0.53	C15H24
Terpinen-4-ol	12.428	14.63	2.77±0.21	5.09	1.19±0.22	17.5	2.70±1.28	C10H18O

ادامه جدول ۱  
Table 1 Continued

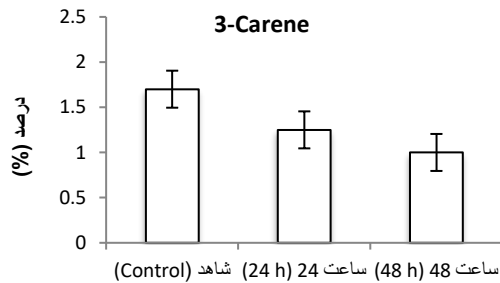
Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)-	12.470	67.97	12.64±3.63	4.16	1.40±0.21	100	14.21±0.76	C10H16O
Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimethyl-, (1S)-	13.010	0.00	0.00±0.00	45.68	10.81±1.00	62.93	14.02±1.40	C10H14O
1-Octen-3-ol	9.500	1.68	0.33±0.04	1.75	0.38±0.04	2.21	0.34±0.05	C8H16O
Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	9.691	4.64	0.90±0.16	00.00	0.00±0.00	3.68	0.65±0.30	C10H16
3-Octanol	9.786	1.31	0.21±0.02	00.00	0.00±0.00	2.29	0.38±0.09	C8H18O
Cyclohexene, 3-methyl-6-(1-methylethylidene)-	11.570	6.61	1.26±0.03	00.00	0.00±0.00	6.69	1.14±0.21	C10H16
2,6,6-Trimethylbicyclo[3.2.0]hept-2-en-7-one	11.861	1.26	0.25±0.04	1.38	0.29±0.03	1.94	0.39±0.17	C10H14O
cis-Verbenol	12.502	00.00	0.00±0.00	00.00	0.00±0.00	1.06	0.17±0.04	C10H16O
3-Cyclopentene-1-ethanol, 2,2,4-trimethyl-	12.804	1.14	0.22±0.01	00.00	0.00±0.00	1.95	0.47±0.28	C10H18O
trans-3(10)-Caren-2-ol	13.042	1.15	0.030±0.06	00.00	0.00±0.00	1.87	0.52±0.37	C10H16O
(-)-Carvone	14.106	00.00	0.00±0.00	00.00	0.00±0.00	1.13	0.13±0.03	C10H14O
Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 1,7,7-trimethyl-	15.409	00.00	0.00±0.00	00.00	0.00±0.00	1.20	0.20±0.01	C10H16
Cyclopentane, 1-acetoxymethyl-3-isopropenyl-2-methyl-	16.134	1.30	0.22±0.04	1.31	0.31±0.06	1.73	0.35±0.04	C12H20O2
4,7,7-Trimethylbicyclo[4.1.0]hept-3-en-2-one	16.367	1.62	0.32±0.10	1.30	0.35±0.12	2.57	0.39±0.06	C10H14O
5,9-Undecadien-2-one, 6,10-dimethyl-, (E)-	17.203	1.10	0.23±0.06	00.00	0.00±0.00	1.79	0.31±0.06	C13H22O
Humulene	17.585	00.00	0.00±0.00	00.00	0.00±0.00	2.78	0.46±0.01	C15H24
Caryophyllene oxide	19.231	2.29	0.44±0.02	2.00	0.00±0.00	3.16	0.87±0.42	C15H24O
2-(4a,8-Dimethyl-2,3,4,4a,5,6-hexahydronaphthalen-2-yl)propan-1-ol	19.279	00.00	0.00±0.00	00.00	0.48±0.11	1.71	0.31±0.20	C15H24O
11,11-Dimethyl-4,8-dimethylenebicyclo[7.2.0]undecan-3-ol	19.760	1.41	0.39±0.21	1.24	0.32±0.09	4.57	0.85±0.63	C15H24O
Isoaromadendrene epoxide	19.935	3.48	0.66±0.07	3.89	0.99±0.29	14.23	2.61±1.79	C15H24O
cis-Chrysanthenol	20.020	00.00	0.00±0.00	00.00	0.00±0.00	1.37	0.24±0.07	C10H16O
2-Cyclohexen-1-one, 3-methyl-6-(1-methylethylidene)-	15.710	00.00	0.00±0.00	00.00	0.00±0.00	1.03	0.34±0.18	C10H14O
2,7-Octadiene-1,6-diol, 2,6-dimethyl-	11.729	1.01	0.29±0.10	00.00	0.00±0.00	00.00	0.00±0.00	C10H18O2
(-)-Myrtenol	13.402	1.40	0.38±0.11	00.00	0.00±0.00	00.00	0.00±0.00	C10H16O
Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	10.458	3.67	0.86±0.33	00.00	0.00±0.00	00.00	0.00±0.00	C10H14
(1R,3E,7E,11R)-1,5,5,8-Tetramethyl-12-oxabicyclo[9.1.0]dodeca-3,7-diene	19.506	00.00	0.00±0.00	00.00	0.00±0.00	1.13	0.37±0.20	C15H24O
Cyclopentaneacetic acid, 3-oxo-2-(2-pentenyl)-,methyl ester, [1.alpha.,2.alpha. (Z)]-	19.676	00.00	0.00±0.00	00.00	0.00±0.00	1.04	0.36±0.19	C13H20O3

(شکل ۴). ترکیب 3-Carene در بازه‌ی زمانی ۴۸ ساعت کمترین میزان را نسبت به گروه شاهد از خود نشان داد و در بازه‌ی زمانی ۲۴ ساعت نسبت به گروه شاهد کاهش را از خود

با توجه به جدول ۱ ترکیب ۳-Carene در بازه‌ی زمانی ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت نسبت به گروه شاهد مقادیر آن کاهش یافت به طوری که در بازه‌ی زمانی ۴۸ ساعت این کاهش بیشتر بودند

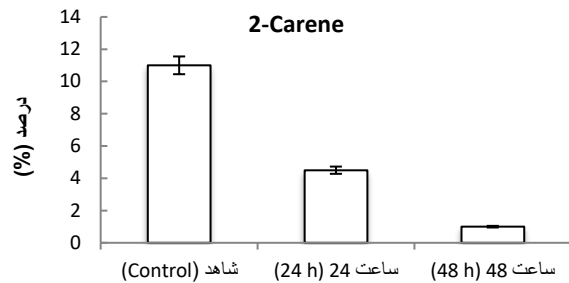
طولانی می‌گردد و اثرات داروی آرام‌بخش و ضد خواب پنتوبریبتول را در افراد تحت آزمایش کاهش داد ( Woo *et al.*, 2019).

نشان داد (شکل ۴). 3-Carene یک مونوترپن دارای اثرات ضدالتهاب، ضد اضطراب و ضد میکروبی دارد و در تحقیقی که به‌تازگی انجام شده ثابت شده که این ترکیب باعث ایجاد خواب



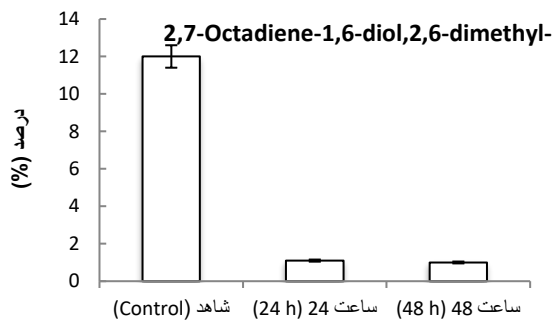
تیمار نانوذرات طلا در دو بازه زمانی مختلف

Treatment of gold nanoparticles in two different time periods



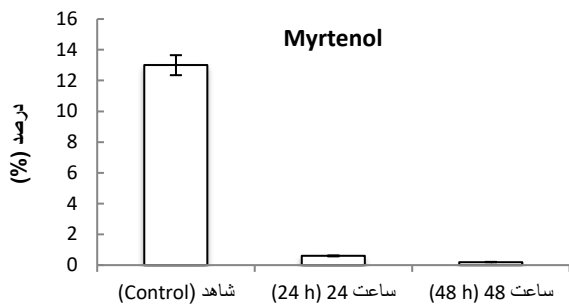
تیمار نانوذرات طلا در دو بازه زمانی مختلف

Treatment of gold nanoparticles in two different time periods



تیمار نانوذرات طلا در دو بازه زمانی مختلف

Treatment of gold nanoparticles in two different time periods



تیمار نانوذرات طلا در دو بازه زمانی مختلف

Treatment of gold nanoparticles in two different time periods

Error bar: نشان‌دهنده‌ی انحراف معیار در هر تیمار هست.

Error bar: Indicates standard deviation in each treatment.

شکل ۴- نمایش تغییرات در برخی ترکیبات موجود در روغن گیاه رزماری تحت تیمار نانوذره طلا در دو بازه زمانی برداشت ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت  
Figure 4- Demonstration of changes in some compounds in rosemary essential oil treated with gold nanoparticles in two harvesting periods of 24 hours and 48 hours

آب نامحلول است کامفن در تهیه عطرها و به‌عنوان یک افزودنی غذایی برای طعم‌دهنده استفاده می‌شود ( Sarmoum *et al.*, 2019).

ترکیبات ۲- (+)-Bornanone و ۳-Octanone روندها کاهشی را با افزایش زمان نشان دادند با این تفاوت که این اختلاف زیاد معنی‌دار نبودند. ۳-اکتانون یک کتون طبیعی است. از این ماده به‌عنوان عطر و طعم استفاده می‌شود. برنانون یا کافور امروزه به‌عنوان نرم‌کننده نیترات سلولز، دافع حشرات و

ترکیبات Bicyclo[2.2.1]heptane-2-endo,5-exo، beta-Myrcene، Eucalyptol، 2,5-diol,1,7,7-trimethyl Camphene و نیز در بازه‌ی زمانی ۲۴ ساعت افزایش را نشان دادند ولی این افزایش نسبت به 3-Carene قابل توجه نبود. میرسن یا-β میرسن، هیدروکربن طبیعی آلکن است و به‌عنوان یک مونوترپن طبقه‌بندی می‌شود. میرسن ماده‌ی مهمی است که در صنعت عطرسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. Camphene یک مونوترپن بی‌چرخه است. این ماده تقریباً در

در صورتی که در گروه شاهد حضوری از خود نشان ندادند و این بدین معنی هست که تیمار نانوذره باعث تحریک و فعال سازی یکسری ژن‌های مسیر تولید این ترکیبات شده است.

نانوذره طلا سبب تغییرات قلیل توجه در میزان وربنون در گیاه رزماری شد. نتایج طیف‌سنج جرمی (GC-MS) نشان دادند که برخی از ایزومرهای وربنون که در گروه کنترل (روغن‌های رزماری فاقد نانوذره طلا) موجود نبودند اما در گروه‌های تیماری تحت تیمار نانوذره طلا در دو بازه‌ی زمانی برداشت ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت مشاهده گردید. وربنون (که در اصطلاح *verbena triphylla* نامیده می‌شود) یک ترکیب ارگانیک طبیعی است که در گروه‌های شاهد قابل شناسایی نبودند اما در دیگر گروه‌های تیماری (روغن‌های رزماری آغشته به نانوذره طلا در دو بازه‌ی زمانی برداشت ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت) مشاهده شد به طوری که گیاهان رزماری را وادار به تولید ۴۵ الی ۶۵ درصد از ایزومرهای این ترکیب در دو بازه‌ی زمانی به ترتیب ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت کرد. افزایش مقدار متابولیت‌های ثانویه و روغن‌های ضروری تحت تأثیر تنش‌ها می‌تواند به علت افزایش تراکم غدد ترشح‌کننده این ترکیبات و یا افزایش تعداد این غدد باشد (Charles *et al.*, 1990).

نانوذره طلا هیچ‌گونه اثر معنی‌دار بر روی برخی از ترکیبات موجود در روغن گیاه رزماری نداشت. ترکیباتی مانند  $\alpha$ -Phellandrene،  $\alpha$ -Cymene،  $\beta$ -Caryophyllene،  $\gamma$ -Terpinene،  $\delta$ -Linalool،  $\epsilon$ -Limonene،  $\zeta$ -1-Octen-3-ol،  $\eta$ -1-Verbenol،  $\theta$ -1-Cyclopentane،  $\iota$ -1-acetoxymethyl-3-isopropenyl-2-methyl-4,7,7-Trimethylbicyclo[4.1.0]hept-3-en-2-one،  $\kappa$ -1,1-Dimethyl-4,8-dimethylenebicyclo[7.2.0]undecan-3-ol و  $\lambda$ -1-Trimethylbicyclo[3.2.0]hept-2-en-7-one و  $\mu$ -1-Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene،  $\nu$ -4-methylene-1-(methylethyl) - هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری را در بازه‌های زمانی مختلف نسبت به گروه شاهد از خود نشان ندادند یا اگر دیده شد بسیار ناچیز بودند. می‌توان نتیجه گرفت که تنش نانو ذرات طلا نمی‌تواند بر روی تمامی محتوای ترکیبات موجود در گیاهان و یا بیان ژن‌های درگیر در مسیر تولید ترکیبات خاص درون گیاه تأثیر داشته باشند.

مومیایی و هم‌چنین در آتش‌بازی و داروسازی نیز استفاده می‌شود. در زنجیره غذایی مردم آسیا به‌عنوان چاشنی در شیرینی استفاده می‌شود. در باور مردم عامیانه مار و سایر خزندگان از بوی کافور می‌ترسند (Sarmoum *et al.*, 2019).

سطح بیان ترکیب  $\alpha$ -Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol،  $\beta$ -1,7,7-trimethyl-, (1S-endo) نیز منحصراً در بازه‌ی زمانی ۲۴ ساعت کاهش یافت ولی بالعکس در بازه‌ی زمانی ۴۸ ساعت افزایش را نسبت به گروه شاهد نشان داد که نشان‌دهنده‌ی این هست که برخی ترکیبات روغنی موجود در گیاه رزماری امکان دارد تحت تأثیر تیمار نانوذره در یک بازه‌ی زمانی مشخص از خود فعالیت را نشان دهند.

ترکیبات  $\alpha$ -Cyclopentene-1-ethanol،  $\beta$ -2,2,4-trimethyl-Ethanol،  $\gamma$ -2-(3,3-dimethylcyclohexylidene)-1-(1S,3S,4S,5R)-، (Z)-Isopropyl-4-methylbicyclo[3.1.0]hexan-3-ol،  $\delta$ -Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol،  $\epsilon$ -1,7,7-trimethyl-, acetate،  $\zeta$ -Bicyclo[3.1.1]heptan-3-Caryophyllene، (1S-endo)- $\eta$ -1-(1.alpha.,2.alpha.,5.alpha. one),2,6,6-trimethyl-, Isoaromadendrene epoxide در بازه‌ی زمانی برداشت ۲۴ ساعت افزایش نسبی را نسبت به سایر گروه‌های شاهد و ۴۸ ساعت نشان دادند.

ترکیبات  $\theta$ -1,6-Diol،  $\iota$ -2,6-dimethyl-،  $\kappa$ -Octadiene-1,6-diol،  $\lambda$ -Myrtenol (و  $\mu$ -Benzene، 1-methyl-3-(1-methylethyl)-) مقادیر آن‌ها در گروه‌های ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت کاهش چشم‌گیری نسبت به گروه شاهد داشتند و این بدین معنی می‌باشد که نانوذره طلا احتمالاً سبب خاموشی برخی ژن‌های مسیر تولید این ترکیبات شده است (شکل ۴).

ترکیبات  $\nu$ -Terpinen-4-ol و  $\xi$ -Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol،  $\eta$ -1,7,7-trimethyl-, (1S-endo) در بازه‌ی زمانی برداشت ۲۴ ساعت کاهش نسبی را نسبت به گروه شاهد نشان دادند ولی در بازه‌ی زمانی برداشت ۴۸ ساعت یک افزایش نسبی را نسبت به گروه شاهد مشاهده شد.

ترکیبات  $\theta$ -Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one،  $\iota$ -4,6,6-dimethyl-, (1S-endo)- $\kappa$ -2-(4,5,6-trimethyl-, 2,3,4,4a,5,6-tetrahydronaphthalen-2-yl)propan-1-ol منحصراً در بازه‌های زمانی برداشت ۲۴ و ۴۸ ساعت مشاهده شدند



## نتیجه گیری کلی

معنی دار افزایش دهد. ترکیب وربنون که نقش ضدالتهاپی و ضد میکروبی دارد افزایش چشم گیری درون ترکیبات روغنی گیاه رزماری از خود نشان داد. با توجه به تغییرات ترکیبات روغنی مهم گیاه رزماری شاید بتوان جهت القای حداکثری این ترکیبات و تولید انبوه از نانو ذرات در آینده استفاده گردد.

به طور کلی بررسی های صورت گرفته بر روی بیان ترکیبات روغنی موجود در گیاه رزماری نشان دادند که تیمار نانوذره طلا بر روی تمامی ترکیبات موجود در روغن گیاه رزماری تأثیر معنی داری نداشت اما توانست تعدادی از ترکیبات مهم را به طور

## References

- 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, PP.942-949. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.11.071
- Anonymous. 2010. Available at: Scientific opinion of the panel on the use of oregano and lemon balm extracts as a food additive. *European Food Safety Authority Journal*, 8(2), 1514.
- Bharali, D.J. and Mousa, S.A. 2013. Relevance of Nanotechnology in Modulating Oxidative Stress: An Overview. *Oxidative Stress and Nanotechnology: Methods and Protocols*, PP.289-292. doi: 10.1007/978-1-62703-475-3\_19
- Charles, D.J., Joly, R.J. and Simon, J.E. 1990. Effect of osmotic stress on the essential oil content and composition or peppermint. *Phytochemistry*, 29, PP.2837-2840. doi: 10.1016/0031-9422(90)87087-b
- Dixon, R.A. and Paiva, N.L. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *The plant cell* 7, 1085.
- Duke, J.A. 2002. Handbook of medicinal herbs (*CRC press*). doi: 10.1105/tpc.7.7.1085
- Ebrahimabadi, A.H., Mazoochi, A., Kashi, F.J., Djafari-Bidgoli, Z. and Batooli, H. 2010. Essential oil composition and antioxidant and antimicrobial properties of the aerial parts of *Salvia eremophila* Boiss. from Iran. *Food and chemical toxicology*, 48(5), PP.1371-1376. doi: 10.1016/j.fct.2010.03.003
- Fathi Rezaei, P. 2020. Evaluation of the effect of abiotic elicitor on some biochemical parameters of garlic. *Cellular and Molecular Research (Iranian Journal of Biology)*, 33(3), PP.405-419. [In Persian]. doi: 20.1001.1.23832738.1399.33.3.7.1
- He, Y.Q., Liu, S.P., Kong, L. and Liu, Z.F. 2005. A study on the sizes and concentrations of gold nanoparticles by spectra of absorption, resonance Rayleigh scattering and resonance non-linear scattering. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*, 61(13-14), PP.2861-2866. doi: 10.1016/j.saa.2004.10.035
- Huang, D.W., Sherman, B.T. and Lempicki, R.A. 2009. Systematic and integrative analysis of large gene lists using DAVID bioinformatics resources. *Nature protocols*, 4, PP.44-57. doi: 10.1038/nprot.2008.211
- Jamal-Omidi, F., Mahjal-Shoja, H. and Seriri, R. 2020. Study of anatomical structure of *Melissa officinalis* and the effects of drought stress and salicylic acid treatment on its morphological and molecular characteristics. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 33(3), PP.528-543. [In Persian]. doi: 20.1001.1.23832592.1399.33.3.20.4
- Kazemi, F. 2002. Effect of different drying methods and Essential method of obtaining on the essential qualitative and essential oil components Roman chamomile flowers, *MS.c thesis of Horticultural Sciences, tarbiat*

- Modares University, Faculty of Agriculture*. [In Persian].
- Kralova, K. and Jampilek, J. 2021. Responses of Medicinal and Aromatic Plants to Engineered Nanoparticles. *Applied Sciences*, 11(4), 1813. doi: **10.3390/app11041813**
- Leopold, N. and Lendl, B. 2003. A new method for fast preparation of highly surface-enhanced Raman scattering (SERS) active silver colloids at room temperature by reduction of silver nitrate with hydroxylamine hydrochloride. *Journal of Physical Chemistry*, 107, PP.5723-5727. doi: **10.1021/jp027460u**
- Menard, A., Drobne, D. and Jemec, A. 2011. Ecotoxicity of nanosized TiO<sub>2</sub>. Review of in vivo data. *Environmental Pollution*, 159, PP.677-684. doi: **10.1016/j.envpol.2010.11.027**
- Moradi Marjaneh, M., Galavi, E., Ramroudi, M. and Salouki, M. 2019. Investigation of some qualitative characteristics of rosemary plant under the influence of foliar application of different nutrients at different harvest times. *Journal of Crop Production*, 11(4), PP.119-134 [In Persian].
- Munne-Bosch, S. and Alegre, L. 2000. Changes in carotenoids, tocopherols and diterpenes during drought and recovery, and the biological significance of chlorophyll loss in *Rosmarinus officinalis* plants. *Planta*, 210, PP.925-931. doi: **10.1007/s004250050699**
- Pavelkova, A., Kacaniova, M., Horska, E., Rovna, K., Hleba, L. and Petrova, J. 2014. The effect of vacuum packaging, EDTA, oregano and thyme oils on the microbiological quality of chicken's breast. *Anaerobe*, 29, PP.128 – 133. doi: **10.1016/j.anaerobe.2013.09.002**
- Peng, Y., Yuan, J., Liu, F. and Ye, J. 2005. Determination of active components in rosemary by capillary electrophoresis with electrochemical detection. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 39(3), PP.431 -437. doi: **10.1016/j.jpba.2005.03.033**
- Petersen, M., Abdullah, Y., Benner, J., Eberle, D., Gehlen, K., Hücherig, S., Janiak, V., Kim, K.H., Sander, M. and Weitzel, C. 2009. Evolution of rosmarinic acid biosynthesis. *Phytochemistry*, 70, PP.1663-1679. doi: **10.1016/j.phytochem.2009.05.010**
- Pirbalouti, A.G., Jahanbazi, P., Enteshari, S., Malekpoor, F. and Hamed, B. 2010. Antimicrobial activity of some Iranian medicinal plants. *Archives of Biological Sciences*, 62(3), PP.633-642. doi: **10.2298/ABS1003633G**
- Riahi-Madvar, A., Nasiri-Bazanjani, M., Rezaei, F. and Baghizadeh, A. 2018. Accumulation of rosmarinic acid and tyrosine aminotransferase gene expression in seedlings of lemongrass (*Melissa officinalis*) treated with copper oxide nanoparticles. *Cellular and Molecular Research (Iran biology magazine)*, 31(1), PP.36-45.
- Rico, C.M., Majumdar, S., Duarte-Gardea, M., Peralta-Videa, J.R. and Gardea-Torresdey, J.L. 2011. Interaction of nanoparticles with edible plants and their possible implications in the food chain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, PP.3485-3498. doi: **10.1021/jf104517j**
- Sarmoum, R., Haid, S., Biche, M., Djazouli, Z., Zebib, B. and Merah, O. 2019 Effect of Salinity and Water Stress on the Essential Oil Components of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L). *Agronomy*, 9(5), PP.2073-4395. doi: **10.3390/agronomy9050214**
- Simmons, D. and Parsons, R.F. 1987. Seasonal variation in the volatile leaf oils of two Eucalyptus species. *Biochemical Systematic and Ecology*, 15(2), PP.209-215. doi: **10.1016/0305-1978(87)90021-4**

- Sparham, E., Saeedi Sar, S., Mahmoudzadeh, A.H. and Hadi, M.R. 2017. Effect of ZnO Oxide Nanoparticles (ZnO) on Germination, Biochemical and Cell Ultrastructure Properties of Castor (*Ricinus communis* L.). *Cell and Tissue*, 8(2), 151-164. [In Persian].
- Vance, M.E., Kuiken, T., Vejerano, E.P., McGinnis, S.P., Hochella, M.F., Rejeski, D. and Hull, M.S. 2015. Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 6, PP.1769-1780. doi: **10.3762/bjnano.6.181**
- Tawfik, A.A.A. 1992. Factors affecting proliferation, essential oil yield, and monoterpenoid constituents of rosemary *Rosmarinus officinalis* and sage *Salvia officinalis* cultured in vitro. *University of Nebraska - Lincoln*.
- Woo, J., Yang, H., Yoon, M., Gadhe, C.G., Pae, A.N., Cho, S. and Lee, C.J. 2019. 3-Carene, a Phytoncide from Pine Tree Has a Sleep-enhancing Effect by Targeting the GABA<sub>A</sub>-benzodiazepine Receptors. *Experimental neurobiology*, 28(5), PP.593–601. doi: **10.5607/en.2019.28.5.593**

## The effect of gold nanoparticle treatment on compounds in rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oil in two different treatment periods

Mehran Jahantigh<sup>1</sup>, Mahmood Solouki<sup>2</sup>, Baratali Fakheri<sup>2</sup>, Nafiseh Mahdinezhad<sup>2</sup>, Abbas Bahari<sup>3\*</sup>, Mahdi Tavakolizadeh<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup> Ph.D. in Biotechnology, University of Zabol, Zabol, Iran

<sup>2</sup> Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

<sup>3</sup> Research Institute of modern biological techniques, University of Zanjan, Zanjan, Iran

<sup>4</sup> Department of Pharmacognosy, School of Pharmacy, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

<sup>5</sup> Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical Biotechnology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

\*Corresponding Author: [bahari@znu.ac.ir](mailto:bahari@znu.ac.ir)

Received: 18 September 2021 Accepted: 13 January 2022 DOI: 10.22034/CSRAR.2023.305459.1134

### Abstract

**Introduction:** Rosemary is one of the most useful medicinal plants among different categories of plants due to its many medicinal properties. Nanoparticles as one of the non-bio-stresses by using their electrochemical properties cause interference in the biosynthetic pathway of compounds in plants. This research was conducted in the form of a completely random basic design with three replications in the agricultural greenhouses of Zanjan University in 2017–2018. Also, gold nanoparticles were produced by the chemical reduction method in the laboratory of University of Zabol, and then their effect on the increase or decrease of compounds in rosemary plant oil was investigated in two time intervals of harvesting: 24 hours, 48 hours, and the control group.

**Materials and Methods:** Rosemary plant cuttings with lengths of 10–12 cm and a diameter of half a centimeter were rooted in small containers containing light, washed soil, and ionolite, and permitted at night temperatures of 10–17 degrees and 21–23 degrees during the day. Then the rooted cuttings were transferred to 5 -liter pots containing a combination of fertile agricultural soil and sand. The Chemical reduction method (sodium citrate) was used to extract nanoparticles (Leopold and Lendl, 2003). The gold nanoparticle mixture that had changed color (blue) was subjected to the absorption spectrum of the spectrophotometric device, and the results obtained from the output of the device were checked based on which the maximum absorption rate of the gold nanoparticle with a diameter of 13 nm is equal to the wavelength of 520 nm and for the gold nanoparticle with a diameter of 52 nm is equal to 533 nm. The samples were sent to Beam Gostar Taban (2016–2021) after extraction by the chemical reduction method for diffraction electron microscopy (SEM) investigations and the authenticity of the presence of gold nanoparticles in the obtained samples. The gold nanoparticle treatment with a concentration of 30 ppm was sprayed on the plant in two different time periods (24 hours and 48 hours) and in the control group (without any treatment group) when the cuttings were fully established in terms of rooting and leafing. After that, their aerial parts were harvested at specified intervals and dried at room temperature for mass spectrometer (GC-MS) analysis. About 400 microliters of effective substance were spectrometered by the device (N Agilent 6890 Agilent technology USA), which was equipped with an ion trap system. The leaf sample of the plant, which was dehydrated at room temperature, was placed in the Cloninger device on a heater for 3 hours at a temperature of 100 degrees Celsius. A Water solvent was used in this research.

**Results and Discussion:** In this study, gold nanoparticles were extracted based on the chemical reduction method, and the synthesis of gold nanoparticles was confirmed by electron microscope diffraction (SEM) and spectrophotometric analyses. The results obtained in this study showed significant changes in the compounds obtained by mass spectrometry (GC-MS) in rosemary oil, each of which has unique medicinal properties. Changes in secondary metabolites increase the plant's antioxidant defenses, which can be important in adapting to stresses. Verbonone is an effective

compound in rosemary oil that, in this study, had a significant increase under the treatment of gold nanoparticles.

**Conclusion:** In general, investigations conducted on the expression of oily compounds in rosemary showed that gold nanoparticle treatment did not have a significant effect on all the compounds in rosemary oil, but it was able to significantly increase a number of important compounds. The composition of verbena, which has an anti-inflammatory and antimicrobial role, showed a significant increase in the oily compounds of the rosemary plant. Considering the changes in the important oil compounds of the rosemary plant, it may be possible to induce the maximum production of these compounds and mass production of nanoparticles in the future.

**Keywords:** GC-Mass, Gold nanoparticles, Oil compounds, SEM, Spectrophotometric