

## تأثیر محلول پاشی اسیدهای آمینه بر ترکیبات و میزان اسانس مریم‌گلی ایرانی (*Salvia Mirzayanii L.*) در طول دوره انبارمانی

Changes in the Content and Compositions of Iranian Sage (*Salvia Mirzayanii L.*) Essential Oil under the Influence of Amino Acid Foliar Application and Storage Duration

مریم بهادر<sup>۱</sup>، عبدالحسین ابوطالبی جهرمی<sup>۱\*</sup>، بهنام بهروزنام<sup>۱</sup> و حیدر روشن<sup>۲</sup>

۱. گروه علوم باگبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم

۲. استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز  
نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (aa84607@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۳

### چکیده

مریم‌گلی ایرانی (*Salvia mirzayanii L.*) گیاهی دارویی متعلق به خانواده نعناعیان بوده که از گذشته‌های دور به عنلت داشتن خواص دارویی فراوان مورد توجه بوده است به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسید آمینه (صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم در لیتر) و مدت زمان نگهداری (صفر، ۲، ۴ و ۶ ماه) در انبار بر میزان و تغییرات اسانس مریم‌گلی ایرانی آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی به صورت گلدانی انجام شد. محلول‌پاشی اسید آمینه تأثیر مثبتی بر صفات رویشی و زایشی اندازه‌گیری شده گیاه مریم‌گلی ایرانی و همچنین درصد ترکیبات پس از برداشت داشت. در این بررسی مهم‌ترین ترکیبات موجود در اسانس مریم‌گلی ایرانی بعد از برداشت، ۵-نئو سدرانول (۱۱/۲۰ درصد)، لینالیل استات (۵۲/۱۶) و آلفا-ترینیل استات (۲۸/۱۴) درصد) بود. محتوای فنول کل با افزایش سطح محلول‌پاشی اسید آمینه تا سطح ۱ میلی‌گرم در لیتر افزایش ۸۲/۶ میلی‌گرم در لیتر) و پس از آن کاهش یافت و با ادامه نگهداری در انبار به مدت ۶ ماه پس از برداشت به میزان ۱۵/۱۵ درصد نسبت به نگهداری چهارماهه در انبار کاهش یافت. بیشترین فعالیت آنتی‌اسیدانی از محلول‌پاشی اسید آمینه با غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد و انبارمانی به مدت ۶ ماه پس از برداشت باعث کاهش آن به میزان ۲۹/۲۹ درصد نسبت به زمان برداشت شد. براساس نتایج این آزمایش استفاده از اسید آمینه تا غلظت ۰/۵ گرم در لیتر به منظور حصول حداکثری وزن تر و خشک گیاه توصیه می‌شود. واژه‌های کلیدی: ۵-نئو سدرانول، لینالیل استات، انبار مانی، ترکیبات اسانس، فنول کل، آنتی‌اسیدان.

### مقدمه

تیره نعناسانان یکی از بزرگ‌ترین تیره‌های گیاهی است. تقریباً در تمام نقاط جهان به خصوص در نواحی مدیترانه‌ای می‌رویند و دارای حدود ۲۳۶ جنس و ۶۹۰۰ تا ۷۲۰۰ گونه از بوته‌های معطر و درختچه‌های کوتاه می‌باشد (Rowshan *et al.*, 2013). جنس مریم‌گلی (*Salvia*) بزرگ‌ترین جنس تیره نعناعیان است و نزدیک به ۱۰۰۰ گونه دارد که بیشتر در آمریکای مرکزی و جنوبی، غرب و شرق آسیا پراکنش دارد. گونه‌های زیادی از این جنس در ایران رویش دارند که از میان آن‌ها ۱۷ گونه بومی می‌باشند (Jamzad, 2013). از گذشته‌های دور، مریم‌گلی به عنلت داشتن خواص دارویی فراوان مورد توجه بوده است که حاوی متابولیت‌های مختلف از جمله ترپنوتیک‌ها، انواع ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها، اسیدهای چرب و استرول‌ها می‌باشند که در صنایع دارویی، غذایی، بهداشتی و آرایشی کاربردهای فراوانی دارند (Rowshan *et al.*, 2013). بررسی پژوهشگران روی ترکیب‌های فیتوشیمیایی گیاه مریم‌گلی سهندی (*S. sahendica*) در مراحل مختلف رشد و نموی نشان داد که میزان فنول کل در

مراحل مختلف از ۰/۱۳ تا ۰/۳۲ میلی‌مول اسیدگالیک بر میلی‌گرم عصاره و میزان فلانوئید کل از ۳/۱۲ تا ۵/۵۲ میلی‌مول کوئرستین بر میلی‌گرم عصاره و همچنین میزان فعالیت آنتی‌اسیدانی آن به روش FRAP از ۱۰/۱ تا ۲۱/۲۷ میلی‌مول بر میلی‌گرم عصاره متغیر بوده است (Hedayat *et al.*, 2018). با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی، اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آمینه برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باعث رواج فراوان یافته است. این مواد با تأثیر بر روند پروتئین‌سازی در سطوح ژنی و با تأثیر بر ساخت‌وساز گیاهی، رشد و توکین گیاه را منظم می‌نماید که محلول‌پاشی برگی آن‌ها تأثیر زیادی را بر روی گیاهان خواهد داشت. در واقع تغذیه برگی اسیدهای آمینه می‌تواند یک منبع مهم برای بیوسنتر پروتئین در گیاهان باشد (Ramasubramania Raja, 2012).

در این خصوص گزارش شده است محلول‌پاشی با اسید آمینه‌های اورنیتین، پرولین و فنیل‌آلانین موجب افزایش رشد در مرحله رویشی و گلدهی می‌شود (Gamal and El-din, 2005). همچنین Saburi و همکاران نیز با بررسی تأثیر اسیدهای آمینه بر عملکرد کمی و کیفی انسانس ریحان سبز نشان دادند که محلول‌پاشی اسید آمینه‌های آمینول‌فورته و هیومی‌فورته درافزایش رشد، عملکرد پیکره رویشی و درصد انسانس ریحان (*Ocimum basilicum L.*) تأثیر مثبت و معنی‌داری داشته است (Saburi *et al.*, 2014). نتایج به دست آمده روی گیاه دارویی باونه (*Matricaria recutita L.*) نیز بیان‌گر حصول بیشترین تعداد ساقه فرعی با استفاده از کاربرد محلول‌پاشی برگی اسید آمینه از ترکیب آمینول‌فورته می‌باشد (Niakan *et al.*, 2004). اسیدهای آمینه به عنوان منبع تأمین نیتروژن، در تولید پروتئین گیاهی و سبزینه (کلروفیل) و درنتیجه افزایش سطح برگ و نورساخت گیاه مؤثرند. بررسی دی‌فنیل آمین و تریپتوفان حاکی از تأثیر معنی‌دار این دو اسید آمینه روی سطح برگ گیاه شیپوری بوده است (Abou Dahab and Abdel-Aziz, 2006).

امروزه بیشتر گیاهان دارویی به صورت فرآوری شده مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما یکی از مهم‌ترین مسائل در بحث فرآوری گیاهان دارویی، حفظ مواد مؤثره آن‌ها می‌باشد. اندام‌های گیاهان دارویی شامل برگ‌ها، گل‌ها، ریشه‌ها و غیره، پس از برداشت یا جمع‌آوری به دلیل داشتن رطوبت بالا، قابل نگهداری حتی برای زمان کوتاه نیز نمی‌باشند. از طرف دیگر با توجه به عدم امکان فرآوری گیاهان بلافاصله پس از برداشت، باید راهکارهایی جهت نگهداری گیاهان بدون کاهش مواد مؤثره آن‌ها مورد بررسی قرارداد. انبار کردن گیاهان می‌تواند تغییرات زیادی را در ترکیب‌های موثره مواد گیاهی ایجاد کند. بر این اساس، گزارش شده است که انسانس گل محمدی ۳۶ ساعت پس از انبارداری، ۴۰ درصد کاهش می‌یابد (Baydar and Gokturk Baydar, 2005). علاوه بر این، گزارش‌هایی وجود دارد مبنی بر اینکه ترکیبات انسانس نیز تحت تأثیر روش‌های مختلف خشک‌کردن و انبارداری قرار می‌گیرند. در تحقیقی گزارش شده که با افزایش زمان انبارداری از ۱۰ به ۳۰ روز در ۴ درجه سلسیوس مقدار ژرانیول در گیاه رز از ۱۹/۷ به ۲/۲۹ کاهش یافته است (Baydar and Gokturk Baydar, 2005). یکی از اهداف اصلی در مطالعات مربوط به گیاهان دارویی فراهم سازی ساز و کارهای متفاوت به منظور افزایش عملکرد و کیفیت انسانس این گیاهان پس از برداشت و نهایتاً حفظ مواد مؤثره آن‌ها با به کارگیری عملیات مناسب فرآوری و ایجاد شرایط مناسب در انبار می‌باشد. لذا این آزمایش به منظور بررسی تأثیر اسید آمینه و طول دوره انبار مانی بر خصوصیات مرغولوژیک، میزان و ترکیبات انسانس مریم گلی ایرانی انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه و آزمایشگاه ایستگاه بعثت شیراز وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس با ارتفاع متوسط حدود ۱۴۸۶ متر از سطح دریا، میانگین بارش ۳۳۷ میلی‌متر و متوسط دمای ۱۸ درجه سلسیوس در سال ۱۳۹۸ انجام شد.

فاکتورهای آزمایش شامل محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسید آمینه (جدول ۱) در چهار غلظت صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ در هزار و مدت زمان انبار مانی در ۴ زمان صفر، ۲، ۴ و ۶ ماه پس از برداشت مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

## جدول ۱- مشخصات اسید آمینه مورد استفاده در آزمایش.

Table 1. Amino acid specifications used in the experiment.

نام عمومی Generic name	نام تجاری Brand name	فرمولاسیون Formulation	غلظت Density	ترکیبات Contents
اسید آمینه آزاد Free Amino Acid	پیگما آمین ۵۰ (ساخت کشور اسپانیا) Pigma Amin	جامد Solid	52% 48% 38%	مجموع اسید آمینه Total amino acid اسید آمینه آزاد Free amino acid مجموع مواد آلی Total organic matter مجموع نیتروژن Total nitrogen
			7.5%	

بذرها از توده سروستان جمع آوری شده توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس تهیه و در گلدان های ازدی با طول ۲۰ سانتی متر و قطر دهانه ۱۰ سانتیمتر در مخلوط مساوی خاک، ماسه و کود دامی پوسیده در اوایل اسفندماه سال ۱۳۹۷ کاشته شدند و در مرحله ۶ تا ۸ برگی در اواخر اسفندماه به زمین اصلی در کرت های ۱/۵×۲ متر در فواصل بین ردیف ۵۰ سانتی متر و روی ردیف ۵۰ سانتی متر منتقل شدند و تا فرارسیدن زمان برداشت (گلدهی بالای ۵۰ رصد) در زمین اصلی باقی ماندند. عملیات محلول پاشی با اسید آمینه با غلظت های تعیین شده شامل چهار غلظت (صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ در هزار از ماده تجاری پیگما آمین) در دو نوبت (قبل از گلدهی و ابتدای گلدهی) روی گیاه مریم گلی انجام شد و در ادامه عملیات مراقبت از گیاهان تا مرحله برداشت ادامه یافت. بافت خاک لومی رسی و pH آن ۷/۵۲ بود. در جدول ۲ برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش آمده است.

## جدول ۲- نتایج تجزیه های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی قبل از اجرای آزمایش.

Table 2. Results of physical and chemical analysis of farm soil before the experiment.

Clay	Silt	Sand	Cu	Mn	Zn	Fe	K	P	N	OC	pH	EC	هدایت کربن الکتریکی	اسیدیته آلی
													%	dS.m <sup>-1</sup>
28.3	45.1	31.6	1.52	19.8	1.55	7.6	449	15.4	0.07	0.68	7.52	3.6		

اسانس گیری، استخراج و اندازه گیری میزان اسانس

بیدرنگ پس از برداشت وزن تر بوته ها با ترازوی دیجیتالی اندازه گیری و بوته هایی از هر کرت برای محاسبه وزن خشک جدا گردید که پس از قرار گرفتن در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت توزین و وزن خشک آنها محاسبه شد. اسانس گیری توسط روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر انجام گرفت. اسانس حاصل تا زمان استفاده، پس از آبگیری درون ظرف درب دار تیره رنگ و در دمای ۴ درجه نگه داری شد. تعیین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس با استفاده از گاز کروماتوگرافی و گاز کروماتوگرافی متصل به طیفسنج جرمی (GC, GC/MS)، مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از اندازه گیری میزان اسانس با تقسیم آن بر وزن خشک میزان بازده اسانس بر اساس وزن به وزن به دست آمد.

ویژگی های دستگاه های مورد استفادهدستگاه کروماتوگراف گازی

گاز کروماتوگراف Agilent technologies مدل ۵۷۸۹۰A و مدل ۰/۲۵ میکرومتر، برنامه ریزی دمایی ستون از ۶۰ تا ۲۱۰ درجه سلسیوس با افزایش دمای سه درجه سلسیوس در دقیقه، نوع آشکارساز: FID با دمای ۲۹۰ درجه سلسیوس، گاز حامل: نیتروژن با سرعت یک میلی لیتر در دقیقه، دمای تزریق ۲۸۰ درجه سلسیوس.

## دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیفسنج

گاز کروماتوگراف متصل به طیفسنج جرمی از نوع Agilent technologies مدل ۵۹۷۵A، ستون HP-5MS به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر، ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر، برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۶۰ تا ۲۱۰ درجه سلسیوس با افزایش دمای سه درجه سلسیوس در دقیقه و ۲۱۰ تا ۲۴۰ با افزایش دمای بیست درجه سلسیوس در دقیقه، دمای محفظه تزریق: ۲۸۰ درجه سلسیوس، انرژی یونیزاسیون: ۷۰ الکترون‌ولت، گاز حامل: هلیوم

### شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس

در صد ترکیب‌های تشکیل‌دهنده هر اسانس پس از جداسازی به همراه شاخص بازداری محاسبه گردید. طیف‌های جرمی مربوط به ترکیب‌های موجود در اسانس به منظور بررسی کیفی (شناسایی) به دست آمد. شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبه شاخص‌های بازداری کواتس که با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C<sub>7</sub>-C<sub>25</sub>) در شرایط یکسان با تزریق اسانس‌ها انجام شد و با مقادیری که در منابع مختلف منتشر گردیده بود، مقایسه شد. بررسی طیف‌های جرمی نیز برای شناسایی ترکیب‌ها انجام شد و شناسایی‌های انجام شده با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد و استفاده از کتابخانه‌های مختلف تأیید گردید. در صد نسبی هریک از ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگرافی گازی به دست آمد و با مقادیری که در منابع مختلف با در نظر گرفتن اندیس کواتس منتشر شده، مقایسه گردید (Adams, 2011).

### عصاره‌گیری و اندازه‌گیری پلی فنول‌ها

به منظور تهیه عصاره، ۲۰۰ میلی‌گرم از بفت برگ‌های خشکشده در سایه در هاون به‌طور کامل آسیاب گردید. در هر یک از تیمارها سه تکرار در نظر گرفته شد. پس از انتقال بافت پودر شده به درون میکروتیوب‌های ۲ میلی‌لیتری، مقدار ۲ میلی‌لیتر حلal مтанول-استیک اسید به نسبت حجمی ۸۵ به ۱۵ به هر یک از آن‌ها اضافه شد. در مرحله بعد به درون هر یک از میکروتیوب‌ها، به منظور جلوگیری از اکسید شدن فنول‌ها به‌وسیله اکسیژن، گاز ازت دمیده و پس از پیچیدن فویل دور آن‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲ درجه سلسیوس و در تاریکی نگهداری شدند. سپس میکروتیوب‌های حاوی عصاره همراه با فویل درون دستگاه اولتراسونیک به مدت ۱۵ دقیقه در دمای پایین و در تاریکی قرار گرفتند. در این مرحله به منظور جلوگیری از بالارفتن دما به دستگاه مقدار کمی یخ اضافه گردید. میکروتیوب‌های حاوی عصاره پس از خارج شدن از دستگاه اولتراسونیک و خارج کردن فویل دور آن‌ها در سانتریفیوژ یخچال دار به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه در دمای صفر درجه سلسیوس و به منظور جدا کردن فاز مایع از جامد منتقل شدند. فاز رویی به درون میکروتیوب‌های جدید انتقال داده شدند و هم حجم آن‌ها n-هگزان اضافه گردید. سپس میکروتیوب‌ها به مدت چند ثانیه ورتكس شده تا به‌طور کامل مخلوط گردند. در مرحله بعد نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه در دمای صفر درجه سلسیوس مجدداً سانتریفیوژ گردیدند. به دلیل غیر قطبی بودن حلal-n-هگزان، کلروفیل، پروتئین و چربی‌های موجود در نمونه‌ها که دارای بخش غیرقطبی هستند در خود حل می‌کند و از ترکیبات فنولی جدا می‌کند. در این مرحله فاز رویی ترکیبات مزاحم هگزانی و فاز زیری فنول‌ها می‌باشند که ترکیبات فنولی با سرنگ و به‌آرامی برداشته شده، به درون ویال‌های شیشه‌ای و تیره‌رنگ منتقل گردیده و گاز ازت به درون آن‌ها دمیده شد (Justesen et al., 1998).

به منظور اندازه‌گیری فنول کل ۲۰۰ میکرولیتر عصاره تهیه شده و رقیق شده (به نسبت ۱ به ۱۰) در مرحله قبل با یک میلی‌لیتر محلول فولین یک درصد در لوله آزمایش مخلوط گردید و به مدت ۶ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد. سپس ۸۰۰ میکرولیتر محلول کربنات سدیم ۱۰ درصد به آن اضافه نموده و نمونه‌ها را به مدت ۹۰ دقیقه در محیط تاریک و دمای محیط نگهداری شد. در این مرحله مقدار ۲۲۰ میکرولیتر از محتوای درون لوله آزمایش را در هر یک از چاهک‌های میکروپلیت ریخته و برای هر نمونه سه تکرار در نظر گرفته شد. میزان جذب محلول‌ها در همه تیمارها و تکرارها در یک‌زمان و در طول موج ۷۶۰ نانومتر توسط دستگاه میکروپلیت ریدر مدل BioTek ELx 808 میکروگرم اندازه‌گیری گردید. به منظور تهیه لوله بلانک به جای ۲۰۰ میکرولیتر عصاره حاوی ترکیبات فنولی، آب مقطر اضافه گردید. اعداد به دست آمده در منحنی استاندارد گالیک اسید قرار داده شد و درنهایت بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک گزارش گردید. برای رسم منحنی استاندارد نیز پس از تهیه غلظت‌های مختلف گالیک اسید (۰-۵۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر)، به جای ۲۰۰ میکرولیتر عصاره استاندارد ۲۰۰ میکرولیتر از هر غلظت استاندارد تهیه شده در شروع آزمایش اضافه گردید (Singleton and Rossi, 1965).

برای اندازه‌گیری پلی‌فنول‌ها از دستگاه HPLC به مدل سری ۱۲۰۰ از شرکت Agilent ، ستون C18 سانتی‌متر  $15 \times 64$  و قطر ذرات ۵ میکرومتر، دتکتور (DAD) در طول موج‌های ۳۲۰ و ۲۸۰ نانومتر و دمای آون ۳۰ درجه سلسیوس و به روش Justesen و همکاران (۱۹۹۸) با تغییرات استفاده شد. برنامه شویش گرادیان، با سرعت شویش ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه و حجم تزریق ۲۰ میکرولیتر انتخاب گردید. فاز متحرک گرادیان شامل متانول و اسید فرمیک ۱٪ بود.

#### اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

به‌منظور تهیه عصاره، ۲ گرم از بافت برگ‌های گیاهان شاهد و تیمار در سایه و به مدت یک هفته خشک گردیدند. در هر یک از تیمارها سه تکرار در نظر گرفته شد. بافت‌های خشک‌شده پس از قرار گرفتن در آسیاب پودر شده و سپس به مدت ۳۰ دقیقه با ۲۰ میلی‌لیتر محلول متانول به‌طور کامل هموژنه گردیدند. سپس عصاره به‌دست‌آمده به همراه بافت‌های هموژنه شده به بشرهای کوچک پوشیده شده با فویل آلومینیومی منتقل گردیدند و بشرها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سلسیوس و در تاریکی نگهداری شدند. پس از ۲۴ ساعت عصاره با کاغذ واتمن شماره ۴ فیلتر گردید و با استفاده از دستگاه خشک‌کن روتاری (rotary evaporator) با دمای ۴۵ درجه سلسیوس خشک گردیدند. عصاره خشک‌شده در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌منظور استفاده برای سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی نگهداری شدند.

اثر عصاره‌های متانولی به‌دست‌آمده در هر یک از تیمارها بر میزان تجزیه رادیکال‌های آزاد مورد تست‌جش قرار گرفت. برای این منظور مقدار ۳/۲ میلی‌گرم از عصاره‌های خشک به‌دست‌آمده از مرحله قبل در ۱ میلی‌لیتر متانول خالص به‌طور کامل حل گردید و غلظت نهایی ۳۲۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر به دست آمد. از محلول به‌دست‌آمده غلظت‌های مختلف به صورت سریال (۱۶۰۰، ۸۰۰، ۴۰۰، ۲۰۰، ۱۰۰، ۵۰، ۲۵، ۱۲/۵، ۶/۲۵ و ۳/۲ میکروگرم در میلی‌لیتر) با استفاده از حلال متانول خالص تهیه گردید. در مرحله بعد ۲۰۰ میکرولیتر از محلول متانولی DPPH با غلظت ۱۰۰ میلی‌مول در لیتر به همراه ۲۰ میکرولیتر از غلظت‌های به‌دست‌آمده از عصاره‌های فوق در چاهک‌های میکروپلیت ریدر (microplate reader) مدل BioTek ELx 808، محتوی هر چاهک به‌طور کامل مخلوط شده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق، در تاریکی و درون دستگاه فوق نگهداری شد. سپس جذب محلول‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر به‌طور همزمان سنجش گردید. در این سنجش، متانول (۲۰۰ میکرولیتر) به همراه ۲۰ میکرولیتر از غلظت‌های مختلف عصاره به عنوان چاهک بلانک و همچنین متانول (۲۰ میکرولیتر) و ۲۰۰ میکرولیتر از محلول متانولی DPPH به عنوان چاهک شاهد (منفی) در نظر گرفته شد. محلول DPPH متانولی به همراه غلظت‌های مختلف گالیک اسید نیز به عنوان شاهد مثبت در نظر گرفته شد. مراحل تهیه بلانک و شاهدهای منفی و مثبت همانند نمونه‌های حاوی عصاره و همزمان با آن‌ها و درون یک میکروپلیت ۹۶ تایی صورت گرفت. درصد خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد توسط عصاره‌های هر یک از تیمارها با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

[ عدد جذب شاهد منفی / (عدد جذب بلانک - عدد جذب نمونه) ] = درصد خنثی سازی رادیکال‌های آزاد  
درنهایت پتانسیل احیاکنندگی هر یک از عصاره‌ها به صورت IC<sub>50</sub> یا غلظتی از عصاره که قادر است نصف رادیکال‌های آزاد را احیا و در نتیجه خنثی سازد، گزارش گردید. برای به دست آوردن IC<sub>50</sub> از منحنی درصد خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد DPPH در مقابل سریال غلظت‌های تهیه شده از عصاره‌ها که در ابتدای آزمایش به دست آمد، استفاده گردید.

#### واکاوی آماری و نرم‌افزارهای مورداستفاده

واکاوی آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD توسط نرم‌افزارهای SAS و MSTATC انجام و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Microsoft Excel 2016 استفاده شد.

## نتایج و بحث

### خصوصیات مرفولوژیک و درصد اسانس

خلاصه نتایج آنالیز واریانس تأثیر غلظت‌های مختلف اسید آمینه بر صفات اندازه‌گیری شده گیاه مریم‌گلی ایرانی مطابق جدول ۳ بود. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی اسید آمینه وزن‌تر و خشک و تعداد و وزن گل‌آذین و همچنین بازده اسانس مریم‌گلی در سطح یک درصد معنی‌دار بود ( $P \leq 0.01$ ).

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس برای وزن تر و خشک برگ، تعداد و وزن گل آذین و بازده اسانس در سطوح مختلف محلول پاشی اسید آمینه.

Table 3. Summary of analysis of variance for leaf fresh and dry leaf, inflorescence number and weight, and essential oil yield at different levels of amino acid foliar application.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean Square					
		وزن تر برگ	وزن خشک برگ بوته	تعداد گل آذین در بوته	وزن گل آذین	بازده اسانس	Essential oil yield
S.O.V	D.F	Fresh weight	Dry weight	Inflorescence number	Inflorescence weight	Essential oil yield	
تکرار	Rep.	2	0.30	0.01	70.14	0.29	0.04
اسید آمینه	Amino acid	3	0.31**	0.01**	125.30**	0.22**	0.07**
خطا	Error	6	0.01	0.01	1.67	0.01	0.01
ضریب تغییرات	Cv%		4.6	6.7	6.4	6.1	3.4

\*\*: Significant at the 1% probability level

\*\*: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

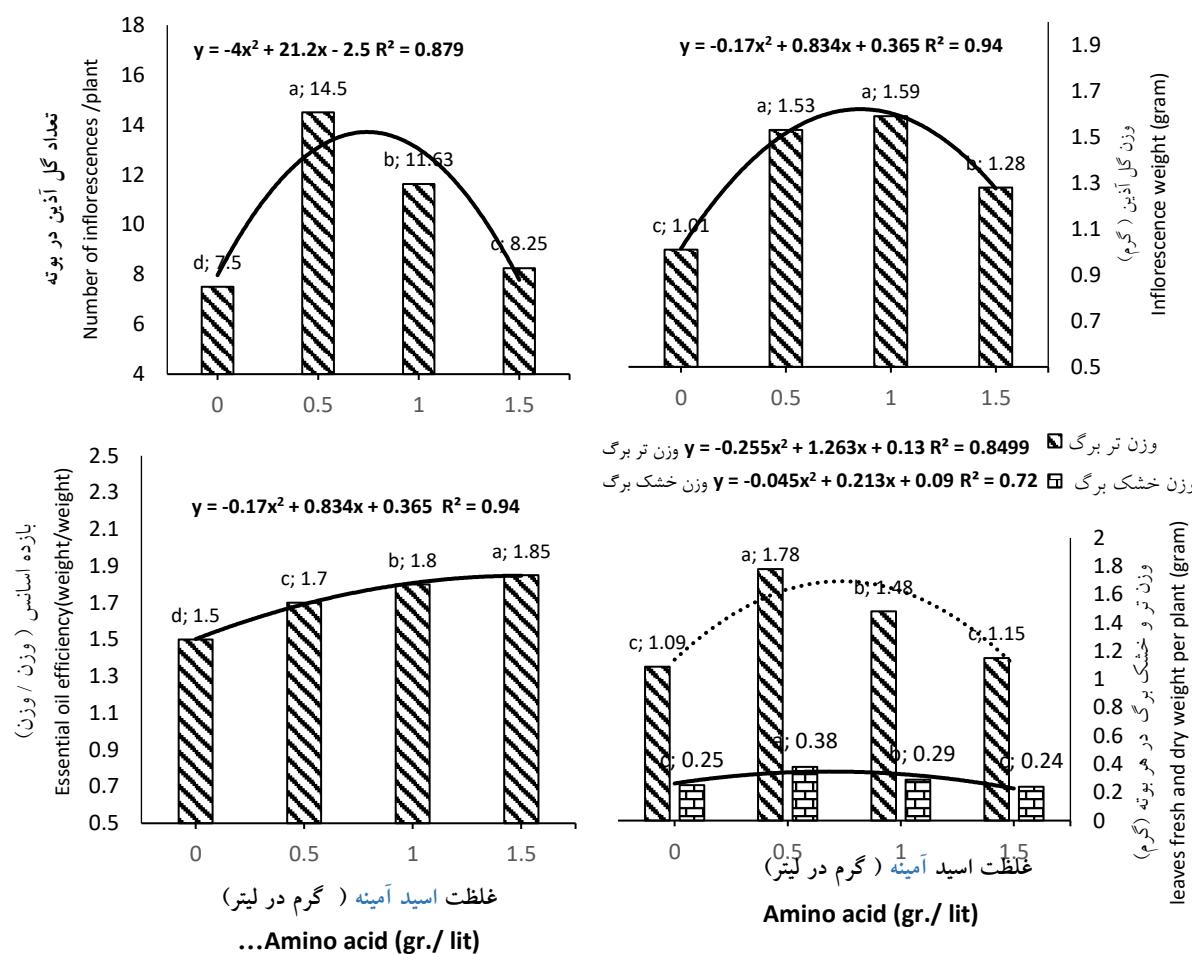
محلول پاشی با غلظت ۵/۰ گرم در لیتر اسید آمینه باعث افزایش وزن تر و خشک برگ به ترتیب به میزان ۶۳/۸ و ۵۱/۵ درصد نسبت به شاهد بدون محلول پاشی شد با افزایش سطح محلول پاشی به ۱ گرم در لیتر وزن تر و خشک برگ کاهش یافت. افزایش غلظت محلول پاشی اسید آمینه بیشتر از این مقدار باعث کاهش کارایی اسید آمینه بر وزن تر و خشک برگ شد (شکل ۱) بهنحوی که وزن تر و خشک برگ در اثر محلول پاشی اسید آمینه با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر اسید آمینه با تیمار شاهد اختلاف معنی دار نداشت.

بیشترین تعداد گل آذین متعلق به تیمار محلول پاشی با سطح ۰/۵ گرم بر لیتر اسید آمینه بود و پس از آن با افزایش غلظت اسید آمینه بر اساس یک رابطه درجه دوم معنی دار رو به کاهش گذاشت. سطوح ۰/۵ و ۱ گرم بر لیتر اسید آمینه بدون اختلاف معنی دار آماری بیشترین متوسط وزن گل آذین در بوته را داشت (به ترتیب ۰/۵۲ و ۰/۵۸ گرم درصد افزایش نسبت به شاهد بدون محلول پاشی، شکل ۱).

با افزایش سطح محلول پاشی اسید آمینه درصد اسانس در سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم بر لیتر بازده اسانس به ترتیب ۱۳/۳، ۲۰ و ۲۳/۳ درصد نسبت به شاهد بدون محلول پاشی افزایش یافت. بیشترین بازدهی اسانس متعلق به تیمار ۱/۵ گرم در لیتر اسید آمینه بود (شکل ۱). نتایج به دست آمده نشان داد کارایی محلول پاشی اسید آمینه بر اساس یکروند درجه دوم افزایش و سپس کاهش یافت.

### ترکیبات اسانس

نتایج مربوط به اثر سطوح مختلف اسید آمینه بر مقدار و نوع ترکیبات تشکیل دهنده اسانس در گیاه مریم گلی ایرانی در جدول ۴ مشاهده می شود. بررسی ترکیبات نشان دهنده حداکثر ۴۴ نوع ترکیب در اسانس گیاه مریم گلی ایرانی تحت تیمارهای مختلف اسید آمینه و انبار مانی بود. در پژوهش حاضر مشخص گردید که تعداد ترکیبات اسانس در تیمارها باهم متفاوت بودند با افزایش مدت انبار مانی تعداد ترکیبات اسانس کاهش یافت. با محلول پاشی اسید آمینه در زمان های ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز انبار مانی بیشترین تعداد ترکیبات متعلق به سطح ۰/۵ گرم در لیتر اسید آمینه بود و پس از آن تعداد این ترکیبات کاهش پیدا کرد. در تیمارهای مختلف اسید آمینه، ترکیبات با درصد های متفاوتی شناسایی شد که مجموعاً تعداد آن ها در تمام تیمارها ۶۷ ترکیب بود.



شکل ۱- اثر غلوظت‌های مختلف اسید آمینه بر خصوصیات مورفولوژیک و بازده اسانس گیاه مریم‌گلی ایرانی. در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD 5%).

Fig. 1. The effect of different concentrations of amino acid on the morphological characteristics and percentage of essential oil of Iranian sage plant. In each column, means with the same letter are not statistically significant difference (LSD 5%).

جدول ۴- تعداد ترکیبات اسانس تحت تأثیر عوامل مورد بررسی.

Table 4 - Number of essential oil compounds under the influence of the studied factors

Amino acid concentration	غلوظت اسید آمینه	طول زمان انبار مانی (روز)			
		0	60	120	180
0		41	34	33	27
0.5		44	41	41	33
1.0		36	32	32	25
1.5		30	31	30	27

جدول ۵- ترکیبات جداسده از اسانس مریم‌گلی ایرانی (*S. mirzayanii*) تحت تأثیر سطوح مختلف اسید آمینه.

Table 5. Extracted compounds from Iranian sage (*S. mirzayanii* L.) essential oil under the influence of different amino acid levels.

ردیف	ردیف	نمایه بازداری	نمایه بازداری	غلوظت اسید آمینه		ردیف	ردیف	نمایه بازداری	نمایه بازداری	غلوظت اسید آمینه	غلوظت اسید آمینه			
No.	Compound	RI	RI	0	0.5	1	1.5	No.	Compound	RI	0	0.5	1	1.5

1	$\alpha$ -Thujene	927	0.1	0.1	0.5	35	Unknown	1403	1.8	1.6	1.3	2.8
2	$\alpha$ -Pinene	934	0.1	0.0	0.1	0.1	$\alpha$ -Gurjunene	1408	0.1	0.2	0.1	
3	Sabinene	974	0.3	0.2	0.2	0.6	(E)-Caryophyllene	1422	0.7	0.6	0.6	1.0
4	$\beta$ -Pinene	979	0.2	0.1	0.1	0.3	Unknown	1428	1.3	1.1	0.7	2.6
5	Myrcene	990	0.7	0.8	0.7	0.3	Aromadendrene	1441				0.1
6	Unknown	994	0.1	0.1	0.2		allo-Aromadendrene	1459	0.8	1.1	0.7	0.5
7	cis-dehydroxy-Linalool oxide	1008	0.1		0.1	41	$\gamma$ -Muurolene	1474	0.2	0.5	0.2	0.2
8	p-Cymene	1025	0.1		0.1	0.2	Germacrene D	1478	0.1	0.3		0.5
9	Limonene	1029	0.6	0.6	0.4	0.7	$\beta$ -Selinene	1482	0.3	0.1	0.3	
10	1,8-Cineole	1031	5.1	2.6	3.7	5.1	$\delta$ -Selinene	1488				
11	(E)- $\beta$ -Ocimene	1046	0.5	0.6	0.5		Unknown	1494	0.0	0.2	0.1	0.2
12	$\gamma$ -Terpinene	1058			0.1	46	Bicyclogermacrene	1498				0.4
13	cis-Sabinene hydrate	1065	0.2		0.2	0.3	Unknown	1507	4.2	4.2	4.3	5.9
14	trans-Linalool oxide	1070	0.1	0.1	0.3		$\gamma$ -Cadinene	1514				0.1
15	Terpinolene	1089	0.2	0.2	0.2	0.1	$\delta$ -Cadinene	1522	0.1	0.1	0.1	0.1
16	Linalool	1099	6.9	7.8	6.5	2.0	trans-Cadina-1(2),4-diene	1530	5.3	5.8	5.5	7.6
17	Unknown	1142	0.1	0.4		51	$\alpha$ -Cadinene	1536	3.4	3.7	3.4	4.8
18	$\delta$ -Terpineol	1169	0.4	0.1	0.5	0.4	Elemol	1552	0.2	0.2	0.2	0.3
19	Terpinen-4-ol	1178	0.1		0.1	0.2	Unknown	1558	0.2	0.2	0.4	0.3
20	$\alpha$ -Terpineol	1190	3.0	3.8	2.7	1.5	Unknown	1569	0.1	0.1		0.1
21	n-Decanal	1204	0.2	0.2	0.3	0.2	Germacrene D-4-ol	1576				0.1
22	Unknown	1212				55	Spathulenol	1579	2.7	2.7	3.1	3.8
23	trans-Carveol	1222	0.1		0.2	0.1	Caryophyllene oxide	1582	2.6	2.0	2.3	2.3
24	Nerol	1230	0.5	0.5	0.4	0.2	Viridiflorol	1597	0.3	0.2	0.2	0.5
25	Linalyl acetate	1258	15.5	14.8	21.0	2.3	Unknown	1607	0.1	0.1	0.1	0.2
26	n-Decanol	1270	0.7	0.2	0.5	0.3	epi- $\alpha$ -Cadinol	1640				
27	Thymol	1290				61	$\beta$ -Eudesmol	1651	0.8	0.8	1.2	1.1
28	Carvacrol	1298				62	$\alpha$ -Cadinol	1654	0.8	0.7	1.3	1.4
29	$\delta$ -Elemene	1338	1.0	0.9	0.8	1.6	Unknown	1677	1.2	1.3	0.3	1.9
30	$\alpha$ -Terpinyl acetate	1348	15.0	14.8	11.9	18.2	Unknown	1682				
31	Neryl acetate	1363	0.8	0.8	0.7	0.2	5-neo-Cedranol	1688	0.3	0.2	18.9	0.2
32	Geranyl acetate	1385	1.7	1.7	1.4	0.5	Sclareol oxide	1872	17.8	19.9	0.3	23.9
33	Unknown	1387			0.2	67	epi-13-Manoyl oxide	2010		0.2		0.2
34	$\beta$ -Elemene	1393	1.8	1.6	1.3	2.8						

تغییرات میزان اسید آمینه و دوره انبار مانی به طور مستقل و بر هم کنش آن ها بر مقادیر ۵-نئو سدرانول، آلفانرپینیل استات و لینالیل استات تأثیر معنی دار ( $P \leq 0.01$ ) داشت (جدول ۶). با افزایش غلظت اسید آمینه درصد ۵-نئو سدرانول در انسان افزایش یافت. بیشترین درصد ۵-نئو سدرانول در اثر استفاده از غلظت ۱ و ۱/۵ گرم در لیتر اسید آمینه به دست آمد. بیشترین میزان آلفانرپینیل استات با غلظت ۱۸ درصد متعلق به سطح ۱/۵ گرم بر لیتر اسید آمینه بود. غلظت لینالیل استات در آزمایش حاضر با افزایش سطح محلول پاشی اسید آمینه به طور معنی دار کاهش یافت این میزان کاهش در سطح ۱/۵ درصد اسید آمینه نسبت به شاهد بدون محلول پاشی ۲/۴ درصد بود.

جدول ۶- خلاصه نتایج تجزیه واریانس تغییرات ۵-نئوسدرانول، لینالیل استات و آلفانرپینیل استات در اثر مقداری مختلف اسید آمینه و زمان‌های انبار مانی.

Table 6. Summary of variance analysis results of changes in 5-neosedranol, linalyl acetate and  $\alpha$ -Terpinyl acetate due to different amounts of amino acids and storage duration.

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات			Means of squares Linalyl acetate
		۵-نئو سدرانول 5-Neo-cedranol	آلفا-تریپنیل استات $\alpha$ -Terpinyl acetate	لینالیل استات Linalyl acetate	
تکرار	rep	2	332.65**	66.42**	2.40**
اسید آمینه	Amino acid	3	168.87**	975.25**	8.09**
زمان انبار مانی	Duration	3	464.46**	302.75**	16.33**
زمان × اسید آمینه	Amino× Duration	9	81.94**	14.58**	6.12**
خطا	Error	30	0.55	0.88	0.03
ضریب تغییرات	CV%		۴.۵	14.2	12.3

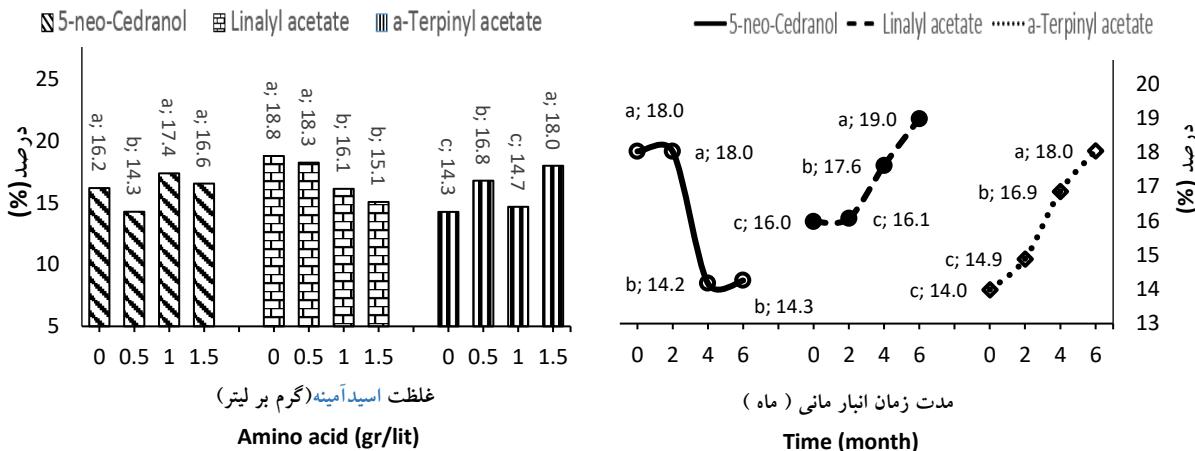
\*\*: معنی دار در سطح ۱ درصد

بررسی روند تغییرات میزان ۵-نئوسدرانول تحت تأثیر زمان‌های مختلف انبار مانی نشان داد بیشترین میزان این ترکیب متعلق به ابتدای دوره انبار مانی و بلافاصله پس از برداشت بوده است و پس از آن با افزایش طول مدت انبار مانی درصد این ترکیب در انسانس کاهش یافت. متوسط درصد ۵-نئوسدرانول در انسانس در زمان‌های ۲، ۴ و ۶ ماه بعد از برداشت نسبت به زمان برداشت به ترتیب  $21/4$ ،  $20/9$  و  $20/3$  درصد کاهش یافت. با افزایش مدت انبار مانی درصد لینالیل استات و آلفانرپینیل استات در انسانس افزایش یافت بیشترین غلظت این دو ترکیب در ۶ ماه پس از انبار مانی بود که به ترتیب  $18/8$  و  $28/9$  درصد نسبت به ابتدای دوره انبار مانی افزایش داشت.

با افزایش زمان انبار مانی در هر سطح اسید آمینه درصد لینالیل استات و آلفا-تریپنیل استات روند افزایشی داشت. بیشترین درصد ۵ نئو سدرانول از برهmeknesh سطح ۱ میلی لیتر اسید آمینه ۲ ماه بعد از انبار مانی به دست آمد. لینالیل استات در سطح صفر اسید آمینه، ۴ و ۶ ماه پس از انبار مانی و بیشترین میزان آلفا-تریپنیل از غلظت  $1/5$  میلی لیتر اسید آمینه ۶ ماه پس از انبار مانی به دست آمد (جدول ۵). در هر سطح اسید آمینه بیشترین غلظت لینالیل استات و آلفا-تریپنیل استات مربوط به ۴ و ۶ ماه بعد از انبار مانی بود. بر اساس این نتایج در سطوح صفر و  $1/5$  گرم بر لیتر اسید آمینه بیشترین غلظت ۵-نئو سدرانول مربوط به ابتدای دوره انبار مانی بود اما بیشترین غلظت نئوسدرانول در سطوح  $0/5$  و  $1$  گرم بر لیتر اسید آمینه مربوط به دو ماه بعد از انبار مانی بود.

### ترکیبات فنولی مریم‌گلی ایرانی

با تزریق استاندارد از شرکت سیگما و عصاره گیاه، ۱۷ فنول عمومی مورد ارزیابی قرار گرفت. از این ۱۷ فنول، ۹ مورد آن در هیچ‌یک از تیمارها مشاهده نشد و همچنین نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های عصاره نشان داد که فنول‌های Caffeic acid، Rosmarinic acid، Hesperedin، Trans-ferulic acid، Vanilin، Chloregenic acid، p-Coumaric acid، Quercetin و Hesperetin با مقداری متفاوت در عصاره مریم‌گلی ایرانی تحت تأثیر مقداری مختلف اسید آمینه و طول دوره انبار مانی حضور داشتند (جدول ۷).



شکل ۲ - میانگین تغییرات ۵-نئوسدرانول، لینالیل استات و آلفانرپینیل استات در اثر مقدادیر مختلف اسید آمینه و زمان‌های انبارمانی. در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD 5%).

Fig. 2. Average changes of 5-neo-cedranol, linalyl acetate and  $\alpha$ -terpinyl acetate due to different amounts of amino acids and storage times. In each column, means with the same letter are not statistically significant difference (LSD 5%).

جدول ۷ - نوع و میزان فنول‌های موجود در مریم‌گلی ایرانی در اثر مقدادیر مختلف اسید آمینه در دوره‌های انبار مانی (میلی‌گرم بر لیتر).

Table 7. The type and amount of phenols in Iranian sage due to different amounts of amino acid in the storage periods (mg/liter).

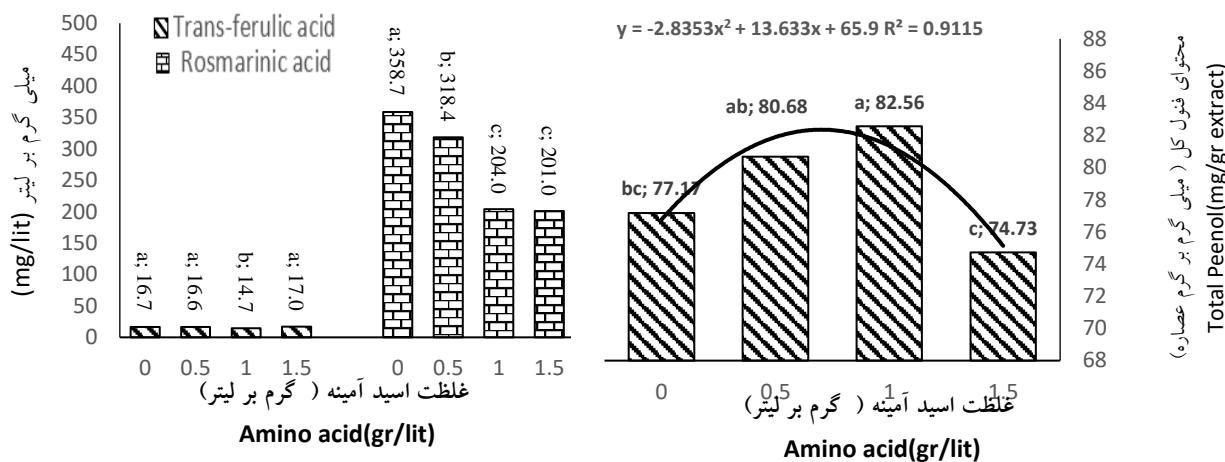
ردیف No.	تکیب compound	طول دوره انبار مانی (ماه)																
		Time (month)						Amino acid(gr/lit)										
		0		2		4		6		0		0.5		1		1.5		
		0	0.5	1	1.5	0	0.5	1	1.5	0	0.5	1	1.5	0	0.5	1	1.5	
1	Chloregenic acid	10.2	nd	nd	nd	11.5	nd	nd	nd	11.9	nd							
2	Quercetin	9.9	nd	0.5	4.8	38.4	6.1	+	9.5	9.0	7.6	+	1.3	nd	nd	nd	12.6	5.6
3	p-Coumaric acid	+	nd	nd	nd	1.2	+	+	+	+	+	+	nd	nd	nd	nd	+	
4	Vanilin	nd	6.9	0.6	+	14.1	3.4	0.5	0.1	10.8	1.2	2.1	1.0	4.7	5.5	2.8	0.5	
5	Trans ferulic acid	21.9	15.4	12.1	11.9	28.0	nd	12.6	25.2	23.1	16.2	13.0	13.2	28.5	19.0	14.9	14.5	
6	Hesperedin	49.1	44.9	10.4	13.2	24.9	13.3	0.4	17.0	37.0	20.3	13.6	7.2	34.5	nd	11.4	7.8	
7	Hesperetin	nd	9.1	nd	nd	15.3	6.8	nd	6.4	5.4	8.9	5.4	nd	nd	10.3	9.7	5.6	
8	Rosmarinic acid	978.9	332.4	189.0	186.3	1111	236	119	182	887	223	151	952	234	141	141	2	

nd: no detected

بیشترین میزان ترنس فرولیک اسید از سطح ۱/۵ گرم در لیتر اسید آمینه به دست آمد (۱۷ میلی‌گرم در لیتر) بر اساس نتایج به دست آمده میانگین غلظت این ترکیب فنولی در این سطح اسید آمینه با غلظت آن در سطوح صفر و ۰/۵ اسید آمینه اختلاف معنی‌دار نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفت. میانگین غلظت رزمارینیک اسید با افزایش سطح اسید آمینه کاهش یافت بیشترین غلظت این ترکیب فنولی متعلق به سطح صفر اسید آمینه بود. (۳۵۸/۷ میلی‌گرم بر گرم). تغییرات رزمارینیک اسید در سطوح بالای اسید آمینه (۱ و ۱/۵ میلی‌لیتر) اختلاف معنی‌داری نداشت و این دو تیمار در آخرین گروه آماری قرار گرفتند.

رونده تغییرات محتوای فنول کل با تغییرات غلظت اسید آمینه نشان داد با افزایش سطح محلول پاشی اسید آمینه محتوای فنول کل تا سطح ۱ میلی‌گرم در لیتر افزایش و پس از آن کاهش یافت بالاترین محتوای فنول کل از سطح ۱ میلی‌لیتر اسید

آمینه به میزان متوسط ۸۲/۶ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. روند تغییرات بر اساس افزایش اسید آمینه بر اساس یک رابطه درجه دوم معنی‌دار ( $r^2 = 0.93$ ) تعریف شد (شکل ۳)



شکل ۳- میانگین تغییرات برخی از ترکیبات فنولی (ترنس فرولیک اسید و رزمارینیک اسید) و محتوای فنول کل در اثر مقداری مختلف اسید آمینه. در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD 5%)

Fig. 3. Average changes of some phenolic compounds (trans-ferulic acid and Rosmarinic acid) and total phenol content due to different amounts of amino acids. In each column, means with the same letter are not statistically significant difference (LSD 5%).

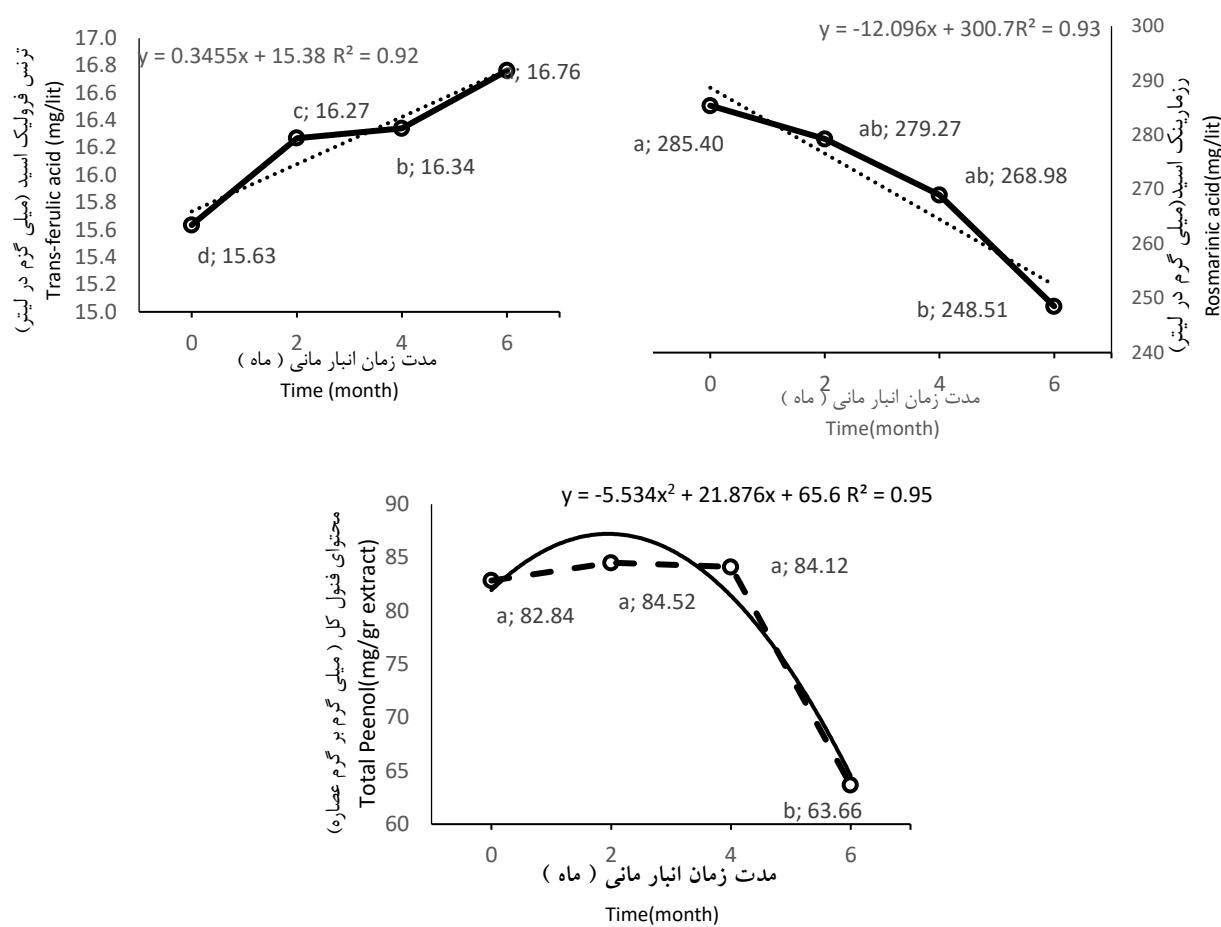
روند تغییرات رزمارینیک اسید با افزایش زمان انبار مانی نزولی بود. بیشترین میزان این ترکیب فنولی بلافصله پس از برداشت به دست آمد (۴۲۸۵/۴ میلی‌گرم در لیتر) و در بالاترین گروه آماری قرار گرفت. با افزایش زمان نگهداری در انبار غلظت رزمارینیک اسید بر اساس یک رابطه خطی منفی و معنی‌دار ( $r^2 = 0.93$ ) کاهش یافت.

تغییرات ترانس فرولیک اسید بر اساس افزایش زمان نگهداری در انبار صعودی بود بیشترین میزان این ترکیب فنولی با انبار مانی به مدت ۶ ماه به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (بلافاصله بعد از برداشت) ۷/۲ درصد افزایش یافت. ارتباط زمان انبار مانی و تغییرات ترانس فرولیک اسید بر اساس یک رابطه خطی مثبت و معنی‌دار ( $r^2 = 0.91$ ) تعریف شد (شکل ۴).

برهمکنش مقداری مختلف اسید آمینه و مدت زمان انبار مانی بر ترانس فرولیک اسید نشان داد بیشترین میزان این ترکیب در سطح ۱/۵ گرم در لیتر اسید آمینه بلافاصله بعد از برداشت بیشترین میزان را در بین برهمکنش تیمارهای موربد بررسی داشته است (۲۰/۲۵ میلی‌گرم در لیتر) در بررسی رزمارینیک اسید مشخص شد که برهمکنش سطح صفر اسید آمینه در کل تاریخ‌های یادداشت برداری بالاترین میزان را نسبت به سایر غلظت‌ها داشته است (جدول ۸).

در هریک از سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ با افزایش سطح اسید آمینه محتوای فنول کل افزایش و پس از آن کاهش یافت در سطوح ۱ و ۱/۵ اسید آمینه افزایش محتوای فنول کل تا ۴ ماه پس از برداشت و در سطح ۰/۵ افزایش تا ماه دوم ادامه و پس از آن کاهش یافت محتوای فنول کل در سطح صفر اسید آمینه نزولی بود (جدول ۸).

میانگین فنول کل (میلی‌گرم بر گرم عصاره)  
Total Phenol(mg/gr extract)



شکل ۴- میانگین غلظت ترانسفولیک اسید، رزمارینیک اسید و محتوای فنول کل در زمان‌های مختلف انبار مانی. در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD 5%).

Fig. 3. Average changes of some phenolic compounds (trans-ferulic acid and rosmarinic acid) and total phenol content due to different amounts of amino acids. In each column, means with the same letter are not statistically significant difference (LSD 5%)

جدول ۸- تأثیر برهمکنش مقادیر مختلف اسید آمینه و زمان انبار مانی بر برحی از ترکیبات فنولی و محتوای فنول کل.

Table 8 - the interaction effect of amino acid different amounts and storage time on some phenolic compounds and total phenolic content.

Amino acid(gr/lit)	Time(month)	Trans-ferulic acid(mg/lit)	Rosmarinic acid (mg/lit)	محتوای فنول کل (میلی گرم بر گرم)	رزمارینیک اسید (میلی گرم بر لیتر)
0	0	15.01 <sup>efg</sup>	358.41 <sup>ab</sup>	99.86 <sup>a</sup>	
	2	18.05 <sup>b</sup>	372.01 <sup>a</sup>	79.05 <sup>d</sup>	
	4	15.89 <sup>def</sup>	365.90 <sup>a</sup>	78.67 <sup>d</sup>	
	6	17.71 <sup>bc</sup>	338.50 <sup>abc</sup>	51.10 <sup>f</sup>	
0.5	0	14.11 <sup>gh</sup>	338.78 <sup>abc</sup>	84.53 <sup>bc</sup>	
	2	18.05 <sup>b</sup>	327.55 <sup>bcd</sup>	96.14 <sup>a</sup>	
	4	16.14 <sup>de</sup>	314.31 <sup>cd</sup>	86.91 <sup>b</sup>	
	6	18.16 <sup>b</sup>	292.96 <sup>d</sup>	55.13 <sup>f</sup>	
1	0	13.18 <sup>h</sup>	230.78 <sup>e</sup>	78.75 <sup>d</sup>	
	2	14.38 <sup>gh</sup>	206.50 <sup>ef</sup>	83.62 <sup>bc</sup>	
	4	16.55 <sup>cd</sup>	196.38 <sup>ef</sup>	87.17 <sup>b</sup>	

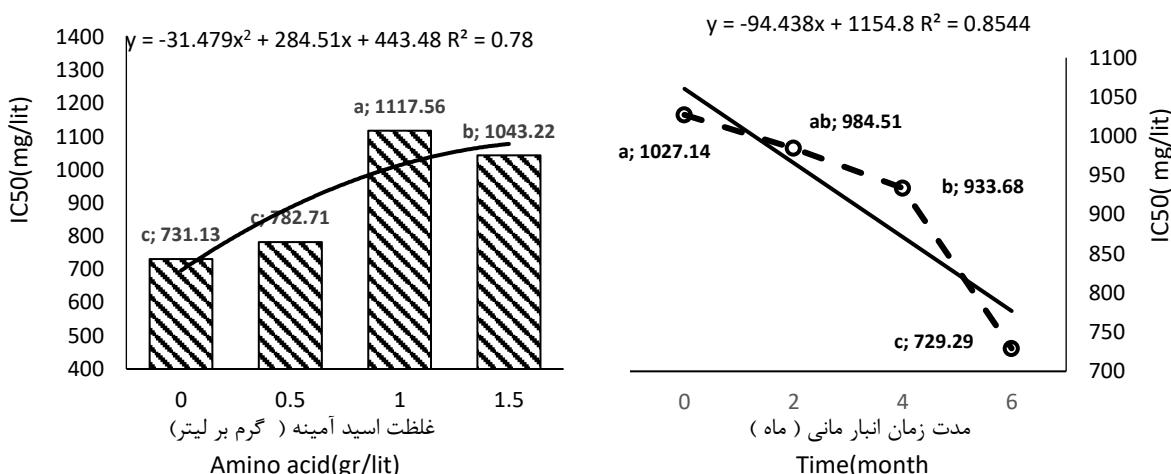
	6	14.61 fgh	182.41 f	80.69 cd
	0	20.25 a	213.62 ef	68.23 e
1.5	2	14.60 fgh	211.03 ef	79.25 d
	4	16.79 bcd	199.31 ef	83.72 bc
	6	16.56 cd	180.16 f	67.71 e

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD 5%)

In each column, means with the same letter are not statistically significant difference (LSD 5%)

### فعالیت آنتی‌اکسیدانی

روند تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سطوح مختلف اسید آمینه در هر سطح اسید آمینه با افزایش زمان انبار مانی کاهشی بود. با افزایش سطح اسید آمینه در هر دوره انبار مانی فعالیت آنتی‌اکسیدانی تا سطح ۱ گرم در لیتر افزایش و پس از آن کاهش یافت. بالاترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی از برهمکنش اسید آمینه با لافاصله پس از برداشت به دست آمد (۱۵۶۹/۰۵ میلی‌گرم در لیتر) که در بالاترین گروه آماری قرار گرفت (جدول ۹).



شکل ۵- میانگین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در اثر مقادیر مختلف اسید آمینه طول مدت انبار مانی. در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD 5%)

Table 5. The average of antioxidant activity due to different amounts of amino acids during storage time. In each column, means with the same letter are not statistically significant difference (LSD 5%).

جدول ۹- تأثیر برهمکنش مقادیر مختلف اسید آمینه و زمان انبار مانی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی مریم‌گلی ایرانی (میلی‌گرم در لیتر).

Table 9. The effect of the interaction of different amounts of amino acids and storage time on the antioxidant activity of Iranian sage (mg/liter).

طول دوره انبار مانی (ماه)	اسید آمینه (میلی‌گرم در لیتر) Amino acid (gr/lit)			
	0	0.5	1	1.5
0	1090.86 cd	1013.44 def	1569.05 a	1228.99 b
2	946.06 fgh	802.22 ij	1144.71 c	1073.64 cde
4	566.38 k	774.12 j	930.62 gh	1000.41 efg
6	321.23 l	541.07 k	825.87 ij	869.85 hi

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD 5%)

In each column, means with the same letter are not statistically significant difference (LSD 5%)

## بحث

گیاه مریم‌گلی ایرانی یکی از گونه‌های مهم خانواده نعنائیان محسوب می‌شود لذا مطالعه بر روی روش‌های دستیابی به رشد مطلوب زراعی و کیفیت انسانس این گونه ارزشمند از نظر اقتصادی حائز اهمیت است. ازین‌رو باید با مدیریت‌های مهم زراعی مانند محلول‌پاشی عناصر غذایی و مدیریت انبار مانی این گیاه پس از برداشت به این هدف مهم یعنی افزایش کیفیت دست‌یافت. در این بررسی ماده خشک گیاه در اثر استفاده از اسیدآمینه تا سطح ۰/۵ گرم در لیتر افزایش و با افزایش سطح اسیدآمینه کاهش یافت. استفاده از اسیدآمینه ضمن فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، موجبات افزایش پیکره رویشی و تولید زیست‌توده گیاهی نیز می‌شود. به عبارتی، افزایش وزن برگ در اثر استفاده از اسیدآمینه، از طریق بهبود رشد و نمو در عملکرد رویشی مریم‌گلی مشاهده شد که حاصل تخصیص مواد فتوستنتزی بیشتر و به دنبال آن افزایش وزن‌تر و خشک برگ‌ها و سایر اندام‌های هوایی است (Gamal and El-din, 2005).

برخی از مطالعات نشان داده که گیاهان می‌توانند نیتروژن را در قالب اسیدهایی آمینه بدون تکیه بر کانی سازی معدنی جذب کنند (Abou Dahab and Abdel-Aziz, 2006) هرچند که افزایش مقدار مصرف اسیدهای آمینه به دلیل افزایش تنش حاصل از افزایش مقدار نیتروژن می‌تواند باعث کاهش وزن اندام‌های هوایی گیاه نیز شود (Sangwan *et al.*, 2001). کاربرد اسیدهای آمینه باعث افزایش تعرق در گیاه می‌شود. به نظر می‌رسد که عامل افزایش تعرق، افزایش فتوستنتز باشد. بدین صورت که افزایش تقاضای مواد معدنی و آب برای فتوستنتز موجب افزایش جریان شیره خام به طرف برگ‌ها می‌شود و این افزایش جریان شیره خام موجب باز شدن روزنه‌ها و درنتیجه افزایش میزان تعرق می‌شود (Gijo'n *et al.*, 2009). افزایش نامتعادل تعرق باعث کاهش وزن زیست‌توده گیاه و متعاقب آن تأثیر بر اندام‌های زایشی می‌شود (Bayat *et al.*, 2012). کاهش رشد اندام‌های هوایی گیاهان در اثر افزایش مقدار استفاده از اسیدهای آمینه در سویا و تنباکو نیز گزارش شده است (Gamborg *et al.*, 1970).

در این بررسی محلول‌پاشی مقادیر مختلف اسیدآمینه و اثرب مقابل آن با زمان نگهداری بر ترکیبات موربدبررسی انسانس اثر معنی‌دار داشت. متابولیسم اسیدهای آمینه می‌تواند بر مسیر بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی اثرات مختلفی داشته باشد. یکی از راه‌های تغییر بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی (مانند متابولیت‌های اجزای انسانس) مواجه‌شدن با هر محركی است که بتواند مسیر بیوسنتز را تحت تأثیر قرار دهد. این تحقیق نشان داد که محلول‌پاشی اسیدآمینه ممکن است با تأثیر بر مسیر بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه به عنوان یک عامل محرك تولید، سبب افزایش یا کاهش میزان (درصد) ترکیبات انسانس در گیاه دارویی مریم‌گلی ایرانی شده باشد. روند تغییرات ترکیبات انسانس در اثر محلول‌پاشی گیاهان با اسید آمینه ممکن است در اثر تغییرات رشد رویشی، جذب مواد غذایی بیشتر توسط ریشه‌ها و فعالیت‌های فتوستنتزی گیاه و همچنین تغییر در جمعیت غده‌های تولیدکننده انسانس در برگ و گل‌ها باشد (Raeisi *et al.*, 2014).

هرچند مقدار متابولیت‌های ثانویه گیاهان تحت کنترل ژن‌ها قرار دارد، تجمع و مقدار غلظت آن‌ها تا حد زیادی تحت تأثیر شرایط محیطی است با نظر به افزایش میزان انسانس در اثر مصرف تیمارهای مختلف اسید آمینه، می‌توان نتیجه گرفت از آنجاکه انسانس‌ها، ترکیبات ترپن‌وئیدی بوده و بیوسنتز واحدهای سازنده آن‌ها (ایزوپروپونوئیدها) نیازمند ATP و NADPH هستند و با توجه به این که حضور عناصری مانند فسفر نقش مهمی در ساختار واحدهای سازنده انسانس‌ها یعنی ایزوپنتنیل پیرو فسفات (IPP) و دی‌متیل آلیل پیروفسفات (DMAPP) دارند (Teixeira *et al.*, 2017). اسید آمینه از طریق فراهم نمودن جذب بیشتر نیتروژن که در اجزاء تشکیل‌دهنده انسانس حضور دارند، موجب افزایش میزان انسانس پیکر رویشی می‌گردد. همچنین نیتروژن از طریق افزایش تعداد برگ و سطح و فراهم نمودن زمینه مناسب جهت دریافت انرژی نورانی خورشید و نیز شرکت در ساختار کلروفیل و آنزیم‌های درگیر در متابولیسم کربن فتوستنتزی، موجب افزایش بازده فتوستنتزی شده و نقش کلیدی در افزایش میزان انسانس دارد (Omer *et al.*, 2013). مقادیر بالاتر ۵-نئو سدرانویل نسبت به سایر ترکیبات در بررسی‌ها نشان گزارش شده است (Saburi *et al.*, 2014). در بررسی انسانس ۱۲ نمونه *S. mirzayani* مشاهده شد عمدۀ ترکیبات تشکیل‌دهنده انسانس این گیاه مونو ترپن هستند در ترکیبات انسانس این ۱۲ نمونه سینئول و آلفا تریپنیل استات از جمله ترکیبات مهم در همه نمونه‌ها بود همچنین لینالول و لینالیل استات از مهم‌ترین ترکیبات در چندین نمونه رونغن مریم‌گلی ایرانی گزارش شده است که با نتایج

حاصل از بررسی حاضر مطابقت داشته است. بدیهی است که منشأ، شرایط کشت و مرحله رشد و همچنین روش تهیه و استخراج تأثیر زیادی بر روی مشخصات کمی و کیفی اسانس دارد (Naghdi Badi et al., 2012).

تغییرات تعداد ترکیب‌های موجود در اسانس گیاه در اثر تیمارهای موربدبررسی می‌تواند به دلیل تبخیر ترکیبات فرار و واکنش‌های اکسیداتیو باشد. در پژوهشی، Ebadi و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند که با افزایش مدت زمان انبارداری مقدار تعداد ترکیبات اسانس گیاه به لیمو به طور چشمگیری کاهش یافت. نتایج بررسی Karami و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد که ترکیبات اسانس به عنوان تابعی از دماها و زمان‌های مختلف نگهداری تغییر می‌کند. لینالول، کافور لیمونن و کامفن از ترکیبات اصلی اسانس گیاه مورد *Zhumeria majdae* بود که با افزایش طول دوره انبار مانی تا شش ماه پس از برداشت در مقایسه با تیمار شاهد بدون انبار مانی (بلافاصله بعد از برداشت) افزایش یافت (۱۵) که مطابق با نتایج آزمایش حاضر بود. با افزایش زمان انبار مانی در هر سطح اسید آمینه درصد لینالیل استات و آلفا تریپنیل استات روند افزایشی داشت. بیشترین درصد ۵ نئو سدرانول از برهمکنش سطح ۱ میلی‌لیتر اسید آمینه ۲ ماه بعد از انبار مانی به دست آمد. لینالیل استات در سطح صفر اسید آمینه، ۴ و ۶ ماه پس از انبار مانی و بیشترین میزان آلفا-تریپنیل از غلظت ۱/۵ میلی‌لیتر اسید آمینه ۶ ماه پس از انبار مانی به دست آمد. در هر سطح اسید آمینه بیشترین غلظت لینالیل استات و آلفا تریپنیل استات مربوط به ۴ و ۶ ماه بعد از انبار مانی بود. بر اساس این نتایج در سطوح صفر و ۱/۵ گرم بر لیتر اسید آمینه بیشترین غلظت ۵- نئو سدرانول مربوط به ابتدای دوره انبار مانی بود اما بیشترین غلظت نئوسدرانول در سطوح ۰ و ۱ گرم بر لیتر اسید آمینه مربوط به دو ماه بعد از انبار مانی بود.

روندهای تغییرات محتوای فنول کل با تغییرات غلظت اسید آمینه با افزایش سطح محلول‌پاشی اسید آمینه محتوای فنول کل بر اساس بر اساس یک رابطه درجه دوم معنی‌دار بود.

مطالعات نشان داده است که عوامل مختلفی بر درصد و میزان ترکیبات فنولی عصاره استخراجی از گیاهان مؤثر هستند، در این زمینه می‌توان به عوامل مختلفی مانند عوامل ژنتیکی، شرایط محیطی از جمله سیستم‌های تغذیه‌ای و شرایط نگهداری اشاره کرد. حتی بین واریته‌های زراعی یک‌گونه نیز از نظر درصد و میزان ترکیبات فنولی تفاوت وجود دارد. همچنین میزان رسیدن و زمان برداشت بر محتوای فنولی مؤثرند (Jacopic et al., 2007). در آزمایش حاضر برای افزایش طول دوره انبار مانی محتوای فنول کل ابتداء افزایش و سپس کاهش یافت. هرچند در اکثر بررسی‌های انجام‌شده تغییرات فنول کل در اثر افزایش زمان انبار مانی به صورت خطی منفی بوده است (Jacopic et al., 2007). اما به نظر می‌رسد افزایش فنول کل تا دو ماه بعد از برداشت در آزمایش حاضر به دلیل تفاوت در شکل تغییر در محتوای هر یک از ترکیبات فنولی تشکیل‌دهنده محتوای فنول کل بوده باشد. محتوای فنول کل با نگهداری مریم‌گلی در یخچال افزایش یافت این نتیجه با نتایج به دست آمده قبلی بر روی گیاهان نعتاً و جعفری مطابقت دارد (Hruschka and Wang, 1979).

فنول‌ها و فلاونوئیدها از جمله ترکیب‌های آنتی‌اسیدان موجود در گیاه هستند که سبب فعالیت آنتی‌اسیدانی و جاروب‌کنندگی رادیکال‌های آزاد می‌شوند. شمار زیادی از فلاونوئیدهای گلیکوزیدی در عصاره مтанولی برگ‌های گیاهان دارویی مشاهده شده است بررسی‌ها بر روی انواع توت نیز نشان داد مقدار فنول‌ها و فلاونوئیدها در طول انبار مانی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. این کاهش مربوط به زمان انبارداری می‌باشد که معمولاً مقدار فنول‌ها در طول انبار مانی با کاهش مواجه می‌شوند. با وجود این، رفتار و تغییرات این ترکیبات در طول انبار مانی خیلی مشخص نیست و مقدار آن‌ها در طول انبار کردن می‌تواند کاهش یا افزایش یابد و یا تغییری نکند. همچنین این تغییرات در مورد انواع مختلف ترکیبات فنولی می‌تواند متفاوت باشد (Hakkinen et al., 2009).

همسو با نتایج این آزمایش، نتایج تحقیق کسیرا و همکاران نشان دادند که با افزایش سطح اسید آمینه بر میزان فعالیت آنتی‌اسیدانی گیاه سویا افزوده شد، نامبردگان همچنین گزارش کردند که اسید آمینه علاوه بر بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه و افزایش جذب عناصر غذایی، منجر به افزایش ظرفیت آنتی‌اسیدانی گیاه نیز می‌گردد (Teixeira et al., 2017). گزارش Bielach و همکاران (۲۰۱۷) می‌بین آن است که اسید آمینه عموماً مانند تنظیم‌کننده‌های رشد نظیر اکسین و سایتوکنین عمل می‌کند و سبب بهبود تحمل به تنش‌های مختلف و افزایش فعالیت آنتی‌اسیدانی در گیاه می‌شود. میزان مواد مؤثره موجود در گیاهان دارویی به شرایط آب و هوایی، روش‌های زراعی، مدیریت آبیاری و همچنین تغذیه کودی بستگی دارد، بنابراین بهبود عملکرد کمی و کیفی می‌تواند توسط هریک از این عوامل حاصل گردد (Bielach et al., 2017). گیاهان از بین این عوامل، نسبت

به مقادیر مختلف کودهای مورداستفاده پاسخ‌های متفاوتی نشان می‌دهند و مدیریت تغذیه‌ای مناسب می‌تواند در افزایش عملکرد و کیفیت محصول حائز اهمیت باشد نوع ترکیبات اسید آمینه و مقدار آن بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه تأثیر دارد بهنحوی که با افزایش این ترکیبات فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاه افزایش می‌یابد (Raeisi et al., 2014).

در گیاهان تولید آنتی‌اکسیدان‌ها تحت تأثیر متقابل عوامل داخلی و خارجی مانند نور، دما، کربوهیدرات، هورمون‌های گیاهی و... است. بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره گیاه مربوط به برهمکنش محلول‌پاشی اسید آمینه با غلظت ۱/۰ درصد و نگهداری به مدت ۶۰ روز در انبار بود. با توجه به کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طول زمان افزایش سطح محلول‌پاشی اسید آمینه باعث جلوگیری از روند این کاهش شد بهنحوی که شش ماه پس از انبار مانی درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار ۱/۵ گرم بر لیتر اسید آمینه کمترین میزان کاهش را در بین تیمارهای محلول‌پاشی اسید آمینه داشت.

## نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده، نشان‌دهنده حصول بیشترین میزان وزن‌تر و خشک و همچنین تعداد و وزن سنبله گیاه مریم‌گلی ایرانی از سطح ۰/۵ گرم در لیتر اسید آمینه بود. با افزایش غلظت اسید آمینه این شاخص‌ها کاهش یافت. در مجموع محلول‌پاشی اسید آمینه تا غلظت ۰/۰ گرم در لیتر به منظور افزایش خصوصیات زراعی گیاه مریم‌گلی ایرانی توصیه می‌شود. با توجه به روند تغییرات محتوای فنول کل در اثر افزایش سطح اسید آمینه سطح ۱ گرم در لیتر اسید آمینه بدین منظور توصیه می‌شود. نگهداری در طول زمان باعث کاهش محتوای فنول کل شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی با افزایش سطح اسید آمینه تا سطح ۱ گرم در لیتر آن افزایشی و پس از آن روند کاهشی داشت. با افزایش طول دوره انبار مانی فعالیت آنتی‌اکسیدانی با یکروند خطی منفی کاهش یافت با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد به منظور کسب بالاترین مطلوبیت کمی و کیفی مریم‌گلی ایرانی استفاده از سطح ۱ گرم در لیتر اسید آمینه قابل توصیه باشد.

## References

## منابع

- Abou Dahab, T. and Abdel-Aziz, N. (2006). Physiological effect of diphenylamine and tryptophan on the growth and chemical constituents of *Philodendron erubescens* plants. *World Journal Agricultural Science*, 2 (1), 75-81.
- Adams, R.P. (2011). Identification of essential oils by ion trap mass spectroscopy. *Academic Press, New York*, 809p.
- Bayat, H., Nemati, H. Selah Varzi, Y. and Abdollahi Saadabad, A. (2012) The effect of silicon on growth, evaporation and transpiration and reproductive function of Iranian Atlasi (*Petunia hybrida*). *Plant and Ecology Journal*. 8(33), 51 -60.
- Baydar, H. and Gokturk Baydar, N. (2005). The effects of harvest date, fermentation duration and Tween 20 treatment on essential oil content and composition of industrial oil rose (*Rosa damascene* Mill.). *Indian Crops Production*. 21, 251–255.
- Bielach, A., Hrtyan, M. Tognetti, V.B. (2017). Plants under Stress: Involvement of Auxin and Cytokinin. *International Journal Molecular Science*. 18(7),1427-1435
- Ebadi, MT., Sefidkon, F. Azizi, M. and Ahmadi, N. (2017) Packaging methods and storage duration affect essential oil content and composition of lemon verbena (*Lippia citriodora* Kunth.). *Food Science Nutrition*. 5,588 - 595.
- Gamal K.M. and El-din, M. (2005). Effect of some amino acids on growth and essential oil content of chamomile plant. *International Journal Agricultural and Biology*. 7(3),376-380.

- Gamborg, O., Miller, R. and Ogtma, K.( 1970). Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. *Experimental Cell Research.* 50, 151-158.
- Gijo'n, M., J. Guerrero, J. Couceiro and A. Morian. (2009). Deficit irrigation without reducing yield or nut splitting in pistachio (*Pistacia vera* cv. Kerman on *Pistacia terebinthus* L.). *Agricultural Water Management.* 96, 12 – 22.
- Hakkinen, S.H. , Karenlampi, S.O. Mykkanen, H. M. and Torronen. A.R.( 2000). Influence of domestic processing and storage on flavonol contents in berries. *Journal Agricultural and Food Chemistry.* 48(7), 2960-2965.
- Hedayati,A. Hadian, J., Mir Jalili , M. (2018). Chemical Diversity in the Essential Oil from Different Plant Organs of *Salvia sahendica* Boiss. & Buhse, *Journal of Plant Research,* 29(4), 908-918.
- Hruschka, H.W. and Wang. C.Y. (1979). Storage and Shelf Life of Packaged Watercress, Parsley and Mint. U.S. Department of Agriculture, Science and Education Administration, Washington, 19p
- Jacopic, J., M. Colaric,R. Veberic, M. Hudina, A. Solar and F. Stampar. (2007). How much do cultivar and preparation time influence on phenolics content in walnut liqueur, *Food Chemistry.* 104 (1), 100 – 105.
- Jamzad, Z. (2013). A survey of Lamiaceae in the flora of Iran. *Rostaniha,* 14(1),59–67. (in Persian)
- Justesen, U., Knuthsen, P. and Leth, T. (1997). Determination of plant phenols in Danish foodstuffs by HPLC-UV and LC-MS detection. *Cancer Letter,* 114, 165–167.
- Karami, A.; Tashani, F.; Tahmasebi, A.; Maggi, F. (2021). Chemical variability in the composition of *Zhumeria majdae* (Rech. F. & Wendell) essential oil according to storage time and *T. sahendica* Boiss and Buhse in different stages of growth and development. *Master's Thesis, Faculty of Science, Tabriz University,* 123 pages (in Persian)
- Naghdi Badi, HA., Golzadeh, H. Mehrafarin, A. Fazeli, F. Qaderi, A. and Zaripanjeh, N. (2012). Effect of bio-stimulators compounds on quantitative and qualitative yield of German chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Journal Medicinal Plants,* 1(41), 78 -85.
- Niakan, M., Khavarinezhad, R. and Rezaei, M. (2004). Effect of different rates of N/P/K fertilizer on leaf freash weight, dry weight, leaf area and oil content in *Mentha piperita* L. *Iranian Journal of Medicinal And Aromatic Plants.* 20(2), 131-148(In persian)
- Omer, E., Said-Al Ahl, H., El Gendy, A., and Wahby, M.(2013). Effect of amino acids application on production, volatile oil and chemical composition of chamomile cultivated in saline soil at sinai. *Journal of Applied Science Research.* 9, 3006-3021.
- Raeisi, M, Farahani, L., and Palashi, M.(2014). Changes of qualitative and quantitative properties of radish (*Raphanus sativus* L.) under foliar spraying through amino acid. *International Journal of Bioscience.* 4(1),463-468.
- Ramasubramania Raja, R. (2012). Medicinally potential plants of Labiateae (Lamiaceae) Family: An Overview. Res. JOURNAL. Medic. Plants, 6: 203-213.
- Rowshan, V. and A. Tarakemeh. 2013. Comparison of *Salvia mirzayanii* volatile compounds extracted by headspace extraction and hydrodistillation methods. *International Journal of Plant Animal and Environment Science* 3, 136-140.

Saburi, M., Haj Seyed Hadi, M.R. and Darzi, M.T.( 2014). Effects of amino acids and nitrogen fixing bacteria on quantitative yield and essential oil content of basil (*Ocimum basilicum*). *Journal Of Agricultural Science Development.* 3(8), 265-268.

Sangwan, S., Farooqi, A., Shabih, F. and Sangwan. S.( 2001). Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulators.* 31, 3-21.

Teixeira, W.F., Fagan, E.B. and Soares, L.H. (2017). Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean. *Crop,* 14(2), 21-36.

## Changes in the Content and Compositions of Iranian Sage (*Salvia Mirzayanii* L.) Essential Oil under the Influence of Amino Acid Foliar Application and Storage Duration

Maryam Bahadour<sup>1</sup>, Abdolhossein Aboutalebi Jahromi \*<sup>1</sup>, Behnam Behrooznam<sup>1</sup>, Vahid Rowshan<sup>2</sup>

1. Department of Horticulture, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran  
2. Research and Education Center, Agriculture and Natural Resources, Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran  
Corresponding Author, Email: (aa84607@gmail.com)

Persian sage (*Salvia mirzayanii* L.) is a medicinal plant belonging to the mint family, which has been of interest since ancient times due to its many medicinal properties. In order to investigate the effect of different concentrations of amino acids (0, 0.5, 1 and 1.5 gr/L) and storage duration (0, 2, 4 and 6 months) on the amount and changes of Iranian sage essential oil, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design. Amino acid foliar application had a positive effect on the measured vegetative and reproductive traits of Iranian sage plant as well as the percentage of compounds after harvest. In this study, the most important compounds found in Iranian sage essential oil after harvesting were 5-neo-sedranol (20.11%), Lnalyl acetate (16.52%) and alphaterpinyl acetate (14.28%). The content of total phenol increased by increasing the level of amino acid foliar application up to the level of 1 mg/L (82.6 mg/L) and after that it decreased, and by continuing storage for 6 months after harvesting, it increased by 23.15% compared to four months. The highest antioxidant activity was obtained from foliar spraying of amino acid with a concentration of 1 mg/L, and storage for 6 months after harvest reduced it by 29% compared to the time of harvest. Based on the results of this study, it is recommended to use amino acid up to a concentration of 0.5 gr/L in order to achieve the maximum fresh and dry weight of the plant.

**Keywords:** 5-neo-sedranol, Antioxidant, Essential oil compounds, Linalyl acetate, Total phenol.