تنوع ژنتیکی اکوتیپ های مختلف گونه‌های گل گاوزبان ایرانی و اروپایی بر اساس ترکیبات اسانس و میزان روغن دانه

سیما اوجانی[۱]، علیرضا عیوضی[۲] و کامران اکبری[۳]

چکیده

این تحقیق به منظور تعیین تنوع ژنتیکی، اسانس، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی، درصد کل روغن و میزان اسید چرب موجود در بذر دو گونه گل گاوزبان، ایرانی (*Echium amoenum* L.) از سه اکوتیپ قزوین، ساری، گیلان و گونه اروپایی (*Borago officinalis* L.) از دو اکوتیپ کرج و اردبیل، در مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها حاکی از وجود تنوع ژنتیکی بالا بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات اندازه گیری شده بود. اسانس روغنی با روش تقطیر با آب از اندام‌های گل‌دهنده هر کدام از اکوتیپ ها به طور مجزا استخراج شد. تجزیه مواد فرار حاصل از اندام‌های خشک هوایی اکوتیپ‌های مختلف گل گاوزبان با پنتان ۰/۰۵٪ گاز کروماتوگرافی جرمی نشان داد که اکوتیپ‌های *E. amoenum* نسبت به *B. officinalis* از α-Caryophyllene (۶/۳٪) و α-Calacorene (۶/۵٪) در اکوتیپ گیلان از مقدار بیشتری برخوردار بودند. بیشترین میزان n-Decane و Dodecane با مقادیر ۷/۳٪ و ۷/۷٪ متعلق به گونه *B. officinalis* در اکوتیپ کرج و α-Amorphene با ۶/۶٪ در گونه *B. officinalis* و اکوتیپ اردبیل مشاهده شدند. همچنین روغن دانه توسط سوکسله استخراج و ترکیب‌های آن با دستگاه گاز کروماتوگرافی شناسایی گردید. در ترکیب روغن‌ها، ۱۴ نوع اسید چرب شناسایی شد. اسید چرب استئاریدونیک با میزان ۰/۰۱٪ و اسید چرب لینولئیک با مقدار ۳۲٪، به ترتیب دارای کمترین و بیشترین مقدار در هر دو اکوتیپ بودند.

واژه‌های کلیدی:

اسانس، اکوتیپ، کروماتوگرافی، گل گاوزبان، لینولئیک اسید ، میزان روغن بذر

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۱۲ *تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۱/۲۱*

۱- کارشناسی ارشد گروه کشاورزی – گیاهان دارویی واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر – ایران.

۲- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجانغربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه – ایران . (نویسندهٔ مسئول) alirezaevazi@yahoo.com

۳- گروه کشاورزی- گیاهان دارویی واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر – ایران.

مقدمه و بررسی منابع علمی

گیاهان دارویی یکی از منابع ارزشمند در عرصه منابع طبیعی ایران هستند که در صورت شناخت علمی، کشت، توسعه و بهره‌برداری صحیح می‌توانند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال-زایی و صادرات غیر نفتی داشته باشند. تنوع آب و هوایی و شرایط اکولوژیکی مختلف، باعث تنوع گیاهان دارویی ایران شده است. خانواده گل گاوزبان یکی از بزرگترین خانواده‌های گیاهی، بالغ بر ۱۰۰ جنس و ۲۰۰ گونه بوده که در مناطق معتدل و گرمسیری دنیا پراکنش دارند (Mozafarian, ۱۹۹۷). گل گاوزبان گیاهی، دو تا چند ساله متعلق به خانواده *Boraginaceae* بوده و گیاهانی عمدتاً علفی و به ندرت درختچه‌ای، بومی نیمکره غربی، ایران و منطقه قفقاز می‌باشد. اغلب به صورت وحشی در مناطق حاشیه‌ای سواحل رودخانه‌ها می‌روید. این گیاه دارای ترکیبات مختلف از جمله فلاونوئیدها، ساپونین، استرول و ترپنوئیدهای غیر اشباع می‌باشد (Salehzade, ۱۹۹۰). این گیاه در ایران بومی گیلان به شمار می-رود، که اغلب به صورت خودرو و زراعی رویش دارد (Zargari, ۲۰۱۲; Hossien Pour-Azad *et al.*, ۲۰۱۲). چهار گونه مختلف از این جنس در ایران است که تنها گونه *E. amoenum* کشت می شود (Akbarinia *et al.*, ۲۰۱۰; Moazafarian, ۱۹۹۷).

اسانس‌ها روغن‌های فراری هستند که در اندام-های مختلف گیاهان وجود داشته و از نظر ترکیبات شیمیایی همگن نیستند (Omid-Baigi, ۲۰۰۵; Hosseini and Emamei, ۲۰۰۷; Baghaleian and Naghdi-Abadi, ۲۰۰۰). همچنین از نظر کمیت و کیفیت و اجزای تشکیل دهنده آن ممکن است از اندامی به اندام دیگر متفاوت باشند. بررسی توسط جانت (Genat, ۲۰۰۵) بر روی دو نوع گیاه بومی ایران به نام‌های گل عسلی طناز *Anchusa officinalis* L. و گل گاوزبان ایرانی انجام گرفت. برای اسانس گل عسلی طناز ۲۰ ترکیب و برای گل گاوزبان ایرانی ۲۸ ترکیب جداسازی و شناسایی نمود. بذور گل گاوزبان غنی از اسیدهای چرب ضروری امگا-سه و امگا-شش بوده و در مکمل‌های دارویی جهت پیشگیری از بیماری‌های عصبی نظیر ام اس کار دارد (Barre, ۲۰۰۱; Chung *et al.*, ۲۰۰۲). در بذر گل گاوزبان حدود ۲۳ درصد لینولئیک اسید وجود دارد. گامالینولئیک اسید بعنوان یکی از اسیدهای چرب نادر در آن برای درمان بیماریهای قلبی، اگزمای موضعی، دیابت‌ها، ورم مفاصل تجویز می‌شود (Naghdi-Abadi *et al.*, ۲۰۰۸). رضایی و حاجی باقری (Rezaei and Hajibageri, ۲۰۰۳) درصد املاح کل و املاح نامحلول در اسید موجود در گلبرگ‌های گل گاوزبان را به ترتیب ۱۴/۶۹٪ و ۰/۹٪ گزارش نمودند. در بررسی که بر روی روغن دو گونه از جنس *Onosma* از خانواده گل گاوزبان در ترکیه انجام گرفت، بیشترین میزان اسیدهای چرب غیر اشباع به ترتیب آلفا-لینولنیک (۱۸/۸-۲۴٪)، لینولئیک (۱۸/۳۸-۱۶/۱۳٪) و اولئیک اسید (۷/۷۱-۶/۳۲٪) بود (Ozcan, ۲۰۰۹). با توجه به نتایج

تحقیقات انجام گرفته هدف از این تحقیق ارزیابی تنوع ژنتیکی، میزان اسانس و اسیدهای چرب گونه های مختلف گل گاوزبان تحت شرایط استان آذربایجان غربی بود.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه‌های گیاهی: بذرهای دو گونه گیاهی گل گاوزبان *E. amoneum* و *B. officinalis* شامل پنج اکوتیپ (قزوین، ساری و گیلان و دو اکوتیپ اروپایی اردبیل و کرج) از بانک ژن گیاهی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی تهیه شدند. بذور در ایستگاه تحقیقات ساعتلوی ارومیه در سال زراعی ۱۳۹۰ با مشخصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ٤٥ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۳۲ متر، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و پنج تکرار کشت شدند. فاصله خطوط کاشت در هر کرت ۵۰ سانتی‌متر و فواصل بوته بر روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و با تراکم بوته ۱۰ بوته در متر مربع بود. در طول دوره رشد عملیات داشت (شامل واکاری، آبیاری و وجین علف‌های هرز) انجام شد. در مرحله گل دهی تعداد ۱۰ بوته به صورت تصادفی جهت اندازه گیری صفات عرض برگ، تعداد برگ، ارتفاع بوته، طول ساقه گل‌دهنده، قطر ساقه، وزن تر، طول برگ، تعداد گل، طول گل، طول دم‌گل، طول جام گل، و در اتمام فصل رویشی وزن هزار دانه، طول بذر، عرض بذر و تعداد دانه در هر بوته اندازه گیری شدند. در پایان داده های آزمایشی با نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس و میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

استخراج اسانس: در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی ارومیه، سرشاخه‌های هوایی گل گاوزبان تفکیک و در سایه خشک شدند. پس از خشک شدن بوته ها به قطعات کوچکتر تقسیم گردیدند. مواد گیاهی با روش تقطیر با آب و با دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت اسانس گیری شد. علاوه بر ثبت وزن گیاه بکار رفته، وزن دقیق اسانس پس از حذف رطوبت تعیین شد. اسانس بعد از وزن کردن و اضافه کردن سولفات سدیم برای جذب آب اضافی آن جهت تزریق به دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی در یخچال (٤ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. دستگاه گاز کروماتوگرافی با مشخصات Agilent-٦٨٩٠ مجهز به دریچه تزریق کاپیلاری و ستون کاپیلاری به طول ۳۰ سانتی‌متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر که ضخامت لایه فاز ساکن در آن ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر بود، استفاده گردید. برای تعیین درصد رطوبت، نمونه گیاهی به مدت ٢٤ ساعت در آون با دمای ۵۰ درجه سانتی-گراد قرار داده شد.

استخراج روغن: بذرهای جمع‌آوری شده پس از خشک شدن و پاک‌سازی از مواد خارجی با آسیاب دستی پودر شدند. رطوبت موجود در بذرها طبق روش Association of Official Analytical Chemists محاسبه گردید. مقدار ۷ گرم از نمونه‌های پودر شده را در فیلترهای کاغذی مخصوص استخراج روغن قرار داده و در سوکسله

جهت استخراج روغن قرار گرفت. محتویات روغن دانه به مدت ٦/٥ ساعت با استفاده از دستگاه سوکسله با ظرفیت ۱۰۰ میلی لیتر از حلال هگزان و تحت سیستم رفلکس، استخراج شده و مقدار آن به روش گراویمتری (کاهش وزن نمونه) محاسبه گردید (AOAC, ۱۹۹۰). پس از اتمام فرآیند استخراج، برای جداسازی حلال هگزان و روغن از همدیگر، از دستگاه تقطیر در خلا گردشی استفاده گردید. روغن‌های استخراج شده در ظروف شیشه‌ای کدر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای تجزیه اسیدهای چرب نیز از دستگاه گاز کروماتوگرافی استفاده شد. در پایان تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Chemstation در محیط ویندوز انجام گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین اکوتیپ‌های مختلف گل گاوزبان اختلاف آماری معنی داری حداقل در سطح احتمال پنج درصد از نظر صفات اندازه گیری شده وجود داشت (جدول ۱). تفاوت آماری معنی دار حاکی از وجود تنوع ژنتیکی در بین اکوتیپ‌های مورد بررسی است. وزن هزار دانه با ۲/۲۹٪، کمترین و تعداد گل با ۳۷/٤۲٪، بیشترین ضریب تغییرات را داشتند. ضرییب تغییرات معیاری استاندارد شده است که میزان تکرارپذیری ارزش صفات را نشان می‌دهد و پایین بودن آن بیان‌گر تأثیر کم محیط بر صفات مورد نظر است. بنابراین از نظر صفت وزن هزار دانه، اکوتیپ‌ها کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی نظیر ارتفاع، بارندگی و... قرار گرفته، در صورتیکه تاثیر محیط بر صفت تعداد گل اکوتیپ‌ها بیشتر است.

جدول ۱- میانگین مربعات صفات اکوتیپ‌های مختلف گونه های *E. amoneum* و *B. officinalis* گل گاوزبان تحت شرایط مزرعه‌ای

Table ۱- Mean squares traits of different ecotypes of *E. amoneum* and *B. officinalis* borage flower under field

میانگین مربعات (Mean squares)

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	تعداد گل Number of Flower	طول گل Flower length	طول دمگل Flower Tail	طول جام گل length of the flower cup	وزن هزار دانه ۱۰۰۰- kernal weight	طول دانه Grain length	عرض دانه Grain width	تعداد دانه در هر بوته Grain per plant
Replication تکرار	٤	۱،۸۹	۰،۰۰۳	۰،۰۹٤	۰،۰۹٥	۰،۰۰۲	۰،۰۰۱	۰،۰۰۱	۲،۱۹
Treatment تیمار	٤	۹٥،۹۰**	۱،۰۸**	٤،۳٥**	۱،۰۹**	۱۹،٤۰**	۰،۱۲**	۰،۰۲۷**	۲۳۷،٤**
Error خطا	۱٦	۲،۰۲	۰،۰۰٦	۰،۱۱	۰،۰۸	۰،۰۰۲	۰،۰۰۱	۰،۰۰۱	۱،۲۳
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation		۱۷،٤۲	۷،۲٤	۲٤،٤٤	۱۷،۸۹	۲،۲۹	۲،۳۱	٤،٦۱	۱۹،٤

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: were significant differences at ۰،۰٥ and ۰،۰۱ probability levels, respectively

ادامه جدول ۱

Continued table ۱

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Mean squares)						
		عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length	تعداد برگ Number of leaves	ارتفاع بوته Plant height	طول ساقه گل دهنده Flower stem length	قطر ساقه Stem diameter	وزن تر Fresh weight
تکرار Replication	٤	۰,۲۷	٤,٥٤	۷,٦٦	۳٦,۷۹	۹,۷	۰,٤۹	٦۳
تیمار Treatment	٤	۱۲,۷**	۲۱٤,٦٥**	۹۰,۱٦*	۱٦۸۰**	٦٤٤,۰۳**	۱,۲۱**	۱۲۱*
خطا Error	۱٦	۰,۱۹	٥,۰٤	۲۲,٥٦	٤۳,٦۲	٤۲,۹٦	۰,۱۷	٤۱
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation		٦,٦٦	۱٦,۳۱	۱۰,۲٦	۱۰,٦٤	۱۲,۷٤	۹,۰۷	٦,٦۱

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: were significant differences at ۰,۰٥ and ۰,۰۱ probability levels, respectively

مقایسه میانگین صفات نشان داد که گونه *E. amoneum* تقریبا با ۵ سانتی‌متر کمترین عرض برگ و *B. officinalis* با بیش از ۸ سانتی متر بزرگترین برگ را داشته و در دو گروه متفاوت قرار گرفتند (جدول ۲). بیشترین تعداد برگ به اکوتیپ کرج با تعداد ۳۸ برگ در هر بوته اختصاص داشت و در گروه a قرار گرفت. سایر اکوتیپ ها دارای تعداد برگ مشابه بوده و با هم در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین ارتفاع بوته با میانگین ٤۸/٤ سانتی‌متر مربوط به گونه *E. amoneum* بود همچنین دو اکوتیپ مربوط به گونه *B. officinalis* نیز از لحاظ ارتفاع بوته با هم اختلاف آماری معنی‌داری داشتند که اکوتیپ اردبیل با ۸۷ سانتی-متر بیشترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۳).

جدول ۲- میانگین صفات اکوتیپ‌های مختلف گونه های ***E. amoneum*** و ***B. officinalis*** گل گاوزبان تحت شرایط مزرعه‌ای

Table ۲ - Mean traits of different ecotypes of *E. amoneum* and *B. officinalis* borage flower under field

اکوتیپ Ecotype	عرض برگ Leaf width (cm)	تعداد برگ Number of leaves	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول ساقه گل دهنده Flower stem length (cm)	قطر ساقه Stem diameter (cm)	وزن تر Fresh weight (g)	طول برگ Leaf length (cm)	تعداد دانه در هر بوته Grain per plant
ایرانی- گیلان *E.*	٥,۳^{b}	۲۹,۲^{b}	٤۸.٤^{c}	٤۲,۸^{c}	٤,۹^{ab}	۱۰۱^{a}	۲۲,۹^{b}	۰^{c}
ایرانی- ساری *E.*	٥,٦^{b}	۲۷,٤^{b}	٤۹,۱^{c}	٤٤,۹^{c}	٤,٦^{ab}	۹۹^{a}	۲٦,۸^{a}	۰^{c}

ایرانی- قزوین *E.*	۵,٤^{b}	۲۸,۸^{b}	٤۹,۸^{c}	٤۳,٤^{c}	۵,۱^{a}	۱۰۰^{a}	۲۹,۳^{a}	۰^{c}
اروپایی- اردبیل	۸,٤^{a}	۲۹,۲^{b}	۸۷,۹^{a}	٦۸,۷^{a}	٤,٤^{b}	۸۹^{b}	۱٤,٦^{c}	۱۵۵,۷^{a}
اروپایی- کرج *B.*	۸,۲^{a}	۳۸^{a}	۷۵,۲^{b}	۵۷,٤^{a}	۳,۸^{c}	۹۵^{ab}	۱۵,۷^{c}	۷۱,۱^{b}

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter(s) in each column were not significant differences at ۰,۰۵ probability level

جدول ۳- میانگین صفات تیپ های مختلف گونه ***B. officinalis*** گل گاوزبان تحت شرایط مزرعه‌ای

Table ۳ - Mean traits of different ecotypes of *B. officinalis* borage flower under field conditions

اکوتیپ Ecotype	تعداد گل Number of Flower	طول گل Flower length (cm)	طول دمگل Flower Tail (cm)	طـول جـام گل length of the flower cup (cm)	وزن هزار دانه ۱۰۰۰- kernal weight (g)	طول دانه Grain length (mm)	عرض دانه Grain width (mm)
اروپایی- اردبیل *B. officinalis*-	۹۹,۵^{a}	۱,۷^{a}	۳,۹^{b}	۱,٦^{a}	۱۷,۱^{a}	۸۹^{b}	۱٤,٦^{c}
اروپایی- کرج *B. officinalis*-	٤۵,۷^{b}	۱,۷^{a}	٦,۲^{a}	۲,۰^{a}	۱۷,۹^{a}	۹۵^{ab}	۱۵,۷^{c}

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند

Means with the same letter(s) in each column were not significant differences at ۰,۰۵ probability level

اجزای اسانس

در مجموع ٢٤ ترکیب در اسانس روغنی دو گونه گاوزبان شناسایی گردید که از این تعداد ٤ ترکیب ناشناخته بود (جدول ٤). در اکوتیپ ایرانی قزوین (*E.amoneum*)، Penta-Decane (٦/۱۰٪)، -αMuurolene (۵/۹۳٪)، α-Calacorene (۵/۸۷٪)، α- Cadinene (۵/۷۷٪) وαAmorphene (٤/۹۸٪) ترکیب‌های اصلی تشکیل دهنده اسانس بود، که در مجموع ۷۰/۷٤٪ از اسانس را شامل می‌شوند. α–Amorphene (٦/٦۱٪)، α-Calacorene (٦/۵۹٪)، α–Caryophyllene (٦/۳۵٪)، Do-Decane (۵/۷٦٪) و Penta-Decane (۵/۵٦٪) در اکوتیپ ایرانی گیلان (*E. amoneum*) ترکیب‌های اصلی تشکیل دهنده اسانس بود که در مجموع ۷۷/۱۳٪ از اسانس را در بر گرفت. در اکوتیپ ایرانی ساری (*E. amoneum*) Penta-Decane (۵/۱۹٪)، α-Calacorene (٤/٤۵٪)، α-Amorphene (٤/٤۵٪) و Do-Decane (٤/۰٦٪) ترکیب‌های اصلی تشکیل دهنده اسانس بود که در مجموع ٦۹/۵۲٪ از کل اسانس بودند. در اکوتیپ اروپایی کرج (*B. officinalis*)، Do-Decane (۷/۷۰٪)، N-Decane (۷/۳۰)، Un-Decane (۵/۹۳٪)، Alloaromadendrene (٤/٤۰٪) و Tetra-Decane (٤/۳۱٪) ترکیب‌های اصلی تشکیل دهنده اسانس بود که در مجموع ۷۰/۷۷٪ از اسانس را شامل

می‌شوند. Do-Decane (۶/۹۵٪)، α-Cadinene (۶/۷۱٪)، α-Amorphene (۶/۶۷٪) و delta-Cadine (۶/۰۵٪) در اکوتیپ اروپایی اردبیل (*B. officinalis*) ترکیب‌های اصلی تشکیل دهنده اسانس بود که در مجموع ۷۵/۳۷٪ از اسانس را شامل می‌شوند.

جدول ٤- اجزای اسانس دو گونه ایرانی (*E. amoneum*) و اروپایی (*B. officinalis*) گل گاوزبان

Table ٤- Essential components of two Iranian *E. amoneum* and European *B. officinalis* species of borage flower

ردیف Row	جزء Component	اکوتیپ قزوین Gazvin ecotype	اکوتیپ گیلان Gilan ecotype	اکوتیپ ساری Sari ecotype	زمان بازداری Retention time	اکوتیپ کرج Karaj ecotype	اکوتیپ اردبیل Ardabil ecotype	زمان بازداری Retention time
۱	n-Decane	٤,٤٩	٤,٨٧	۳,۳۰	٤,٩۳	۷,۳۰	۳,۹٦	٤,٩۳
۲	Un-Decane	۰,٦	۳,۹۱	۰,۹۰	٥,۹۷	٥,۹۳	٤,٥٥	٥,٦۱
۳	Do-Decane	۲,۹٤	٥,۷٦	٤,۰٦	۷,٥٥	۷,۷۰	٦,۹٥	۷,۷۰
٤	n-Decanal	۱,۹٦	٤,۲٤	۳,۱٥	۹,٤٦	۲,۲۱	۱,۱٥	۸,۸۱
٥	Unidentified	۳,۷٤	٥,٦۳	۳,۹۷	۱۱,۳٤	۱,۹٦	۱,۹۷	۹,٤٦
٦	Tri-decane	۰,٦۳	۰,۸٤	۰,۷٥	۱۳,٥۲	۱,۹۹	۱,۳۷	۱۰,۰٥
۷	Unidentified	۰,۲٤	۱,٤۱	٤,٤۱	۱٥,۹۳	٥,۸٦	۳,٦۱	۱۱,۳۳
۸	-	٤,٥۹	٦,۳٥	۲,٦٦	۱۷,۲۲	۱,٦٦	۱,۰۱	۱٥,۳۸
۹	Tetra-Decane	۱,۷٥	۱,٥۱	۲,۱٥	۱۹,۰٥	٤,۳۱	۳,۲۹	۱٦,۳۹
۱۰	Alloaromaden	۲,۹۹	۱,۰۸	۱,۱۰	۱۹,٥۹	٤,٤۰	۲,۲۳	۱۷,۹٦
۱۱	α-Amorphene	٤,۹۸	٦,٦۱	٤,٤٥	۲۰,٦٦	۳,۹٤	٦,٦۷	۱۸,٦۱
۱۲	Ledene	۱,۰٤	۰,٤٥	۰,٤٦	۲۰,۹۷	۱,۱۰	۱,۲٥	۱۹,٥٤
۱۳	α-Muurolene	٥,۹۳	۱,۹۸	۱,٤۳	۲۲,۳۷	۲,٦۹	۱,۷۸	۱۹,۸٥
۱٤	Penta-Decane	٦,۱۰	٥,٥٦	٥,۱۹	۲٤,۰۳	۲,٦٦	۱,۱٤	۲۰,۹۹
۱٥	α-Cadinene	٥,۷۷	٤,٥۱	۲,۷۷	۲٦,۳٥	۱,۷٥	٦,۷۱	۲۱,۸۰
۱٦	Unidentified	۰,۸۰	۱,٤۷	٥,۰۷	۲۸,۲٤	۱,۸۲	۲,۲٤	۲۳,۲۳
۱۷	delta-Cadine	٤,۸٤	۳,۱۸	۲,٥٤	۲۹,۳۱	۲,۲٦	٦,۰٥	۲٤,۸٤
۱۸	Unidentified	۱,۷۷	۰,۷۸	۲,۰٤	۲۹.۹۸	۱,٥۷	۱,۰۷	۲٥,۸٤
۱۹	α-Calacorene	٥,۸۷	٦,٥۹	٤,٥٤	۳۰,۸۱	۱,۳۷	۳,۷۳	۲٦,٥۹
۲۰	Spatullenol	٤,۰٤	۲,٤۲	۲,۹٦	۳۲,۱۲	۳,۱٥	۲,۰۰	۲۸,۰۲
۲۱	Viridiflorol	۱,٥٦	۱,٥۳	۳,۲۸	۳٤,٦۹	۱,۲۹	٤,۹۷	۲۸,٦٤
۲۲	Hexa-Decane	٤,۱٥	۳,۱٥	۳,۹۲	۳۷,٦۱	۱,۱۲	۲,۳٤	۲۹,۹۹
۲۳	Hepta-Decane	۱,۳۹	۱.۹۲	۲,۷٦	۳۸,۳۱	۱,۲٤	۳,۸۰	۳۱,۳۳
۲٤	Octa-Decane	۲,٥۷	۱,۳۸	۱,٦٦	٤۲,٤٦	۱,٤۹	۲,٥۳	۳٤,۷٦

اجزای روغن دانه

محتویات روغن دانه برای هر دو اکوتیپ دارای میانگین ٤۰/٦٪ بدست آمد. به طوری‌که این میانگین برای اکوتیپ کرج، ٤۲/۷٪ و برای اردبیل ۳۸/٥٪ محاسبه گردید (جدول ٥). اسیدهای چرب لینولئیک، اولئیک، گاما-لینولئیک و پالمتیک اسید به ترتیب دارای بیشترین مقدار و اسیدهای چرب استئاریدونیک، مریستولئیک، بهنیک و مریستیک اسید کمترین مقدار بودند. بالاترین میزان اسید چرب اشباع مربوط به پالمتیک (۱۱/٤۳٪-

۱۱/۵۵٪) و برای اسید چرب غیر اشباع لینولئیک (۳۲٪-۳۱٪) در روغن دانه برآورد گردید. گاما-لینولئیک اسید که از جمله اسید چرب نادر و مورد توجه در گیاهان می‌باشد دارای میزان متوسط ۱٤٪ و همچنین اسید چرب اشباع بهنیک نسبت به سایر اسیدهای چرب اشباع در کمترین میزان ۰/۰۵٪ و ۰/۱۳٪ در هر دو اکوتیپ بود. در اکوتیپ کرج اسیدهای چرب غیر اشباع گاما-لینولئیک و لینولئیک (امگا ٦) در بالاترین میزان نسبت به اسیدهای چرب مشابه خود در اکوتیپ اردبیل بود. در صورتیکه اسید چرب غیر اشباع اولئیک در اکوتیپ اردبیل بیشترین مقدار را داشت. نسبت آلفا-لینولئیک به گاما-لینولئیک در اکوتیپ کرج دارای بیشترین میزان در مقایسه با اکوتیپ اردبیل بود. مقدار برآورد شده برای اسیدهای چرب ضروری غیر اشباع چند باندی همچون گاما لینولئیک و لینولئیک اسید که دارای ارزش تغذیه‌ای می‌باشند در هر دو اکوتیپ از گل گاوزبان نشان دادند که روغن دانه *B. officinalis* می تواند به عنوان اسید چرب در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۵- اجزاء، نوع و مقدار اسیدهای چرب و نسبت آن‌ها در روغن دانه دو اکوتیپ گل گاوزبان اروپایی

Table ۵- Components, type and amounts of fatty acids and their ratios in seed oil of two borage flower

ردیف	جزء	اکوتیپ کرج	اکوتیپ اردبیل
Row	**Component**	**Karaj ecotype**	**Ardabil ecotype**
۱	**Myristic C۱٤:۰**	۰,۰۹	۰,۱٦
۲	**Myristoleic C۱٤:۱n۵**	۰,۰٤	۰,۰۳
۳	**Palmitic C۱٦:۰**	۱۱,٤۳	۱۱,۵۵
٤	**Palmiteloic C۱٦:۱n۷**	۰,۲۳	۰,۳۲
۵	**Estearic C۱۸:۰**	٦,۰٤	۵,٦۵
٦	**Oleic C۱۸:۱n۹**	۲۳,۳٤	۲٤,۱۱
۷	**Linoleic C۱۸:۲n٦**	۳۲,۰۱	۳۱,٦۹
۸	**γ -Linolenic C۱۸:۳n٦**	۱٤,٤۲	۱٤,۳۷
۹	**α -Linolenic C۱۸:۳n۳**	۰,۳۲	۰,۱٤
۱۰	**Archidic C۲۰:۰**	۰,۱۲	۰,۱۰
۱۱	**Stearidoic C۱۸:٤n۳**	۰,۰۱	۰,۰۱
۱۲	**Behenic C۲۲:۰**	۰,۰۵	۰,۱۳
۱۳	**Eicosatrienoic Cis-۸, ۱٤, ۱۷**	٤,٤٦	٤,٤۱
۱٤	**Eicosatrienoic C۲۰: ۳n۳ (ETE) Cis-۱۱, ۱٤, ۱۷**	۰,۰۲	۰,۰۲
۱۵	**Total oil**	٤۲,۷۰	۳۸,۵۰
۱٦	**Saturated fatty acids**	۱۷,۷٤	۱۷,۵۹
۱۷	**Un-saturated fatty acids**	۷٤,۸٦	۷۵,۱۰
۱۸	**Mono-un-saturated**	۲۳,٦۲	۲٤,٤٦
۱۹	**Poly-un-saturated**	۵۱,۲٤	۵۰,٦٤
۲۰	**Poly-/monounsaturated**	۲,۱۷	۲,۰۷
۲۱	**ω٦/ ω۳**	۹,٦۵	۱۰,۰٦
۲۲	**Mono-un-saturated/saturated**	۱,۳۳	۱,۳۹
۲۳	**Poly-un-saturated/saturated**	۲,۸۹	۲,۸۸
۲٤	**Un-saturated/saturated**	٤,۲۲	٤,۲۷
۲۵	**α-linolenic/γ-linolenic**	۰,۰۲	۰,۰۱
۲٦	**Linolenic/ γ-linolenic**	۲,۲۲	۲,۲۱
	Total	۹۲,۵۹	۹۲,۷۱

بحث

قبل از اجرای یک برنامه اصلاحی، مطالعات ژنتیکی انجام می‌شود تا اطلاعاتی در مورد مقدار، ماهیت تنوع ژنتیکی و همبستگی صفات بدست آید و بر اساس آن گزینش یا تلاقی برای اصلاح یک رقم به اجرا درآید (Mohammadi *et al.*, ۲۰۰۲). نتایج تجزیه واریانس آزمایش حاضر بر روی اکوتیپ‌های گل گاوزبان وجود اختلاف آماری معنی‌داری را بین صفات مورد ارزیابی نشان داد که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی در اکوتیپ‌های این دو گونه می‌باشد. بنابراین این گیاه دارای ویژگی های اصلاحی می باشد. گزارش‌های کمی در مورد ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس‌های گونه‌های مختلف گل گاوزبان در ایران صورت گرفته است (Hassani-Mogaddam *et al.*, ۲۰۱۰). مقایسه ترکیبهای تشکیل‌دهنده اسانس در اندام‌های گل دهنده دو گونه گل گاوزبان (جدول ۳) نشان داد که این اسانس‌ها از نظر میزان ترکیب‌های عمده و همچنین درصد سایر ترکیب ها تفاوت دارند. در هر دو گونه به غیر از اکوتیپ قزوین، Do-Decane ترکیب اصلی تشکیل دهنده اسانس در هر چهار اکوتیپ بود. میزان Penta-Decane در اسانس گونه *E. amoneum* به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از اسانس گونه *B. officinalis* است. لدن (Ledene) جزء ترکیباتی است که در هر دو گونه، حداقل مقدار را به خود اختصاص داده است. همچنین تفاوت‌هایی در اسانس هر پنج اکوتیپ از نظر کیفی دیده می‌شود، در دو اکوتیپ قزوین و ساری Penta-Decane بیشترین میزان را داشت. در صورتیکه در اکوتیپ گیلان α-Amorphene بیشترین میزان را به خود اختصاص داد. بنابراین در گونه‌های مختلف خانواده *Boraginaceae* ترکیب-های شاخص بسیار متنوع هستند، بطوری که یکی از ترکیب‌های شیمیایی اصلی موجود در اسانس این دو گونه Do-Decane می‌باشد.

ترکیبات فرار اسانس درصد بسیار کمی از متابولیت‌های ثانویه در اندام گل‌دهنده دو گونه مورد مطالعه را تشکیل داده است، که با گزارش-های سایر محققان (Hassani-Mogaddam *et al.*, ۲۰۱۰; Naghdi-Abadi *et al.*, ۲۰۰۸) در این خصوص مطابقت داشت. بنابراین احتمال داده می-شود که خواص درمانی اندام رویشی این دو گونه به علت وجود اسانس‌ها و مواد فرار آن نباشد.

خانواده *Boraginaceae* بهترین منبع تولید اسیدهای چرب را در روغن‌های بذری داشته و از اهمیت بالایی در تاکسونومی این خانواده دارد. نتایج بررسی ما با نتایج دیگر محققان که بر روی گونه‌های دیگر این خانواده در جهت اندازه‌گیری مقادیر اسید چرب و روغن صورت پذیرفته همخوانی داشت (Keliman, ۱۹٦٤; Hossein Pour-Azad *et al.*, ۲۰۱۲; Velasco and Goffman, ۱۹۹۹). تقریبا بالغ بر ۷۵٪ اسیدهای چرب موجود در روغن دانه گل گاوزبان اروپایی را اسیدهای چرب غیر اشباع تشکیل می‌دهند. با توجه به بالا بودن درصد اسیدهای چرب غیر اشباع به ویژه لینولئیک (امگا ٦)، روغن بذر گل گاوزبان اروپایی از نظر غذایی ارزشمند است. اسیدهای چرب غیر اشباع با چندین باند مضاعف می‌تواند

در غشای سلولی، بیان ژن، بیوسنتز پروستاگلاندین، سیستم عصبی و بهبود سیستم ایمنی بدن نقش داشته باشد (Yehuda, ۲۰۰۱). در این بررسی نیز تقریبا ۵۱٪ از اسیدهای چرب موجود در روغن دانه این گیاه را اسیدهای چرب غیر اشباع با چندین باند مضاعف تشکیل دادند. بیشتر اسیدهای چرب شناسایی شده در روغن دانه این گیاه در تعدادی از روغن‌های گیاهی دیگر نیز گزارش شده‌اند (Burdi *et al.*, ۲۰۰۷; Hosni *et al.*, ۲۰۰۷). دل ریو سلستینو و همکاران (Del-Rio Celestino *et al.*, ۲۰۰۸)، عمده‌ترین اسیدهای چرب موجود در لپه‌ها، جنین و پوسته دانه گل گاوزبان اروپایی (*B. officinalis*) را اسیدهای پالمتیک، اولئیک، لینولئیک و گاما لینولئیک گزارش نمودند. در این بررسی نیز بیشترین اسید چرب در دو اکوتیپ مورد مطالعه به ترتیب لینولئیک، اولئیک، گاما لینولئیک و پالمتیک به دست آمد. نوع اسیدهای چرب در محتویات روغن می‌تواند به عنوان فاکتور ارزیابی کیفیت روغن مطرح گردد. بدن انسان قادر به ساخت اسیدهای چرب ضروری نمی‌باشد و باید این مواد از طریق مواد غذایی تامین شوند. بنابراین، روغن دانه گیاه *B. officinalis* از منابع بالقوه برای این نوع از اسیدهای چرب می‌باشد. اکوتیپ‌های مورد مطالعه تفاوت‌هایی از نظر مقدار اسیدهای چرب در محتویات روغن دانه با همدیگر داشتند که این تفاوت ها در اکوتیپ‌های مختلف ممکن است در نتیجه فعالیت‌های آنزیمی متفاوت در آنها با توجه به شرایط جغرافیایی باشد. مقادیر اسیدهای چرب روغن دانه این گیاه می تواند به عنوان نشانگر بیوشیمیایی در بررسی های مرتبط با تنوع ژنتیکی به کار رود. بعلاوه، محتویات اسیدهای چرب، می‌تواند جهت بررسی روابط خویشاوندی و تاکسونومی مفید باشد. الگوی فیزیکی و شیمیایی حاکم بر اسیدهای چرب در هر دو اکوتیپ دلالت بر مشابهت فیزیکی و شیمیایی آن‌ها داشته و انحراف مقادیر اسیدهای چرب می‌تواند دلالت بر اختلاف در موقعیت‌های تاکسونومی این دو اکوتیپ باشد. نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع به اشباع، لینولئیک به گاما-لینولئیک، امگا ٦ به امگا ٣، آلفا-لینولئیک به گاما-لینولئیک و اسیدهای چرب غیر اشباع با باند یگانه و چند باندی به اسیدهای چرب اشباع ممکن است به عنوان اطلاعات با ارزش شیمومتری نیز در شناخت بین گونه‌ای و درون گونه‌ای اکوتیپ‌های مختلف گیاه *B. officinalis* مورد استفاده قرار گیرد. الگوهای نزدیک به هم اسیدهای چرب حاکی از اختلاف جزئی بین اکوتیپ‌ها و مشابهت بالای تاکسونومیکی در اکوتیپ‌های مختلف گل گاو زبان اروپایی دارد. تفاوت در میزان اسیدهای چرب در اکوتیپ‌های مورد مطالعه نیز می‌تواند در اثر تفاوت فعالیت آنزیم‌های دخیل در مسیر فرایند آنها باشد. میزان اسید چرب ضروری امگا ٦ (لینولئیک و گاما-لینولئیک) نشان داد که اکوتیپ کرج به ترتیب ۳۲ و ١٤٪ و اکوتیپ اردبیل با ۳۱ و ١٤٪ بیشترین مقادیر را داشتند. در بررسی که جهت تهیه پروفیل اسیدهای چرب محتوی روغن دانه در گیاه گل

گاوزبان ایرانی صورت گرفت هشت نوع اسید چرب (پالمتیک، استئاریک، اولئیک، سوکسنیک، لینولئیک، آلفا-لینولئیک، گاما-لینولئیک و استئاریدونیک) شناسایی شد. بیشترین اسید چرب مربوط به آلفا-لینولئیک (٤٦-٤٨٪) و کمترین اسید چرب مربوط به سوکسنیک اسید (۰/۲-۰/٤٪) بود (Hossein Pour-Azad *et al.*, ۲۰۱۲). با توجه به ترکیبات مفید شناسایی شده در روغن دانه دو گونه *E. amoneum* و *B. officinalis* نتیجه گیری می‌شود که روغن دانه این دو گونه می‌تواند جهت مصارف دارویی و غذایی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

Reference

- ✓ Akbarinia, A., M. Charkhcheian, H. Bagdadi, and M. Pileafurosh. ۲۰۱۰. Agronomy of medicinal plants. Publishing of Sahyegostar in Tehran. ٦۰ pages.
- ✓ AOAC., ۱۹۹۰. Official methods of analysis association of official analytical chemists. ۱۵th Edition, Edited by Helrich, Arlington Press. ۳۲۰Pages.
- ✓ Baghaleian, K., and H. Naghdi Abadi. ۲۰۰۰. Volatile oil crops; their biology, biochemistry and production. Andarz Publication. ۲٤۸ pages.
- ✓ Barre, D. E. ۲۰۰۱. Potential of evening *primrose,borage*, black current, and fungal oils in human health. Annals of Nutrition and Metabolism. ۴۵: ۴۷-۵۷.
- ✓ Burdi, D. K., M. Q. Samejo, M. I. Bhanger, and K. M. Khan. ۲۰۰۷. Fatty acid composition of *Abies pindrow* (West Himalayan fir). Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences. ۲۰: ۱۵-۱۹.
- ✓ Chung, S., S. Kong, and K. Y. Seogn. ۲۰۰۲. Gamma Linolenic Acids in *Borago officinalis* reverse epidermal Hyper proliferation in Guinea Pigs. Journal of Natural Products. ۱۳۲ (۱۰): ۳۰۹۰-۳۰۹٤.
- ✓ Del-Rio Celestino, M., R. Font, and A. Del-Haro Bailon. ۲۰۰۸. Distribution of fatty acids in edible organs and seed fractions of borage (*Borago officinalis* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture. ۸۸(۲): ۲٤۸-۲۵۵.
- ✓ Genat, J. ۲۰۰۵. Extraction and the study of quality and quantity essential component from some aromatic plant species (*Boraginaceae* family) by GC and GC/MS methods. M.SC. Thesis. Analytic Chemistry Basic Sciences. Mazandaran University. ۱۲۰ Pages.
- ✓ Hassani-Mogaddam, A., E. Geyasvand, M. Borzoei, M. Alborzi, B. Delfan, and B. Ezatpour. ۲۰۱۰. Investigation of volatile compounds in petals and vegetative organs and oil grain chemical compounds of borage flower extracted by cold press. Journal of Lorestan University of Medical Sciences. ۲۹: ۱۱-۲۱.
- ✓ Hosni, K., K. Msaada, and B. Marzouk. ۲۰۰۷. Comparative study on *Hypericum Triquetrifolium* Turra fatty acids. Asian Journal of Plant Sciences. ٦(۲): ۳۸٤-۳۸۸.
- ✓ Hosseini, M., and D. S. Emamei. ۲۰۰۷. Cultivation and propagation of certain herbs and spices. Tehran University Publication. ۳۰۰ Pages.

- ✓ Hosseinpour-Azad, N., G. H. Nematzadeh, and M. Azadbakhat. ۲۰۱۲. Investigation on fatty acids in sixteen ecotypes of Iranian ox tongue flower (*Echium amoenum* Fisch and Mey). Annals of Biological Research. ۳(۱): ٤۲۲-٤۲۸.
- ✓ Kleiman, R. ۱۹٦٤. Search for new industrial oils of Boraginaceae. Journal of the American Oil Chemists Society. ٤۱: ٤٥۹-٤٦۰.
- ✓ Mohammadi, S. A., B. M. Prasanna, C. Sudan, and N. Singh. ۲۰۰۲. A microsatellite marker based study of chromosomal regions and gene effects on yield and yield components in maize. Cellular and Molecular Biology Letters. ۷: ٥۹۹-٦۰٦.
- ✓ Mozafarian, V. ۱۹۹۷. Dictionary of plant names in Iran, Contemporary culture. Publishing of Tehran University. ۷۳۹ pages.
- ✓ Naghdi-Abadi, H., A. Soroshzadeh, S. H. Rezazadeh, M. Sharifi, A. Ghalavand, and A. Rezai. ۲۰۰۸. Evaluation of phytochemical and production potential of borage flower (*Borago officinalis* L.) during the growth cycle. Journal of Medicinal Plants. ۷(٤): ۳۷-٤۳.
- ✓ Omid-Baigi, R. ۲۰۰٥. Production and processing of medicinal plants. Astan-e-Godesa-e-Razavei Publication. ۳٤٦ pages.
- ✓ Ozcan, T. ۲۰۰۹. Characterization of *Onosma bracteosum* Hausskn.and Bornm. and *Onosma thracicum* Velen. based on fatty acid compositions and α-tocopherol contents of the seed oils. Journal of Biology. ٦۸(۲): ۷٥-۸۳.
- ✓ Rezaei, M., and M. Hajibageri. ۲۰۰۳. Extraction and determination of ions in borage flower. Research of Medicinal Plants and Aromatic Plants of Iran. ۱۳: ٥۱-٥۷.
- ✓ Salehzade, A. ۱۹۹۰. Evaluation of different species of Borago available in market and comparison with standard species. Pharmacy Department Thesis University of Isfahan. ۱۱۰ Pages.
- ✓ Velasco, L., and F. D. Goffman. ۱۹۹۹. Chemotaxonomic significance of fatty acids and tocopherols in Boraginaceae. Phytochemistry. ٥۲: ٤۲۳-٤۲٦.
- ✓ Yehuda, S. ۲۰۰۱. PUFA: mediators for the nervous, endocrine, immune systems. Physiological and Behavioral Functions. Humana, Totowa. ٤۳٥ Pages.
- ✓ Zargari, E. ۲۰۱۲. Medicinal plants. Publishing of Tehran University. ٥۱۰ pages.