

ارزیابی صفات رویشی، عملکرد بذر، کمیّت و کیفیت روغن برخی توده‌ها و ارقام گل گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) در شرایط آب و هوایی اهواز

محمد محمودی سورستانی^{۱*}، معصومه دریکوندی^۲، مهرانگیز چهارزی^۲ و علی اشرف جعفری^۴

*۱- نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

پست الکترونیک: F_mahmoodi2000@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

۳- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

۴- استاد، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۴

تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۴

چکیده

به منظور بررسی سازگاری گیاه دارویی گل گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) در شرایط آب و هوایی اهواز، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار، شامل شش توده (اهواز، مشهد، اندیمشک، قزوین، اصفهان و مازندران) و دو رقم اصلاح شده F_1 و F_2 آلمانی در سه تکرار انجام شد. صفات ارتفاع گیاه، تعداد انشعابات ساقه، تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک گیاه در مرحله گلدهی کامل و وزن هزاردانه، عملکرد بذر و عملکرد بیولوژیکی در انتهای مرحله رشد گیاه اندازه‌گیری شدند. روغن بذر به وسیله سوکسله استخراج و توسط دستگاه گازکروماتوگرافی (GC) آنالیز شد. نتایج نشان داد که بین توده‌ها و ارقام اختلاف از نظر صفات مورفولوژیکی وجود داشت. بیشترین و کمترین مقدار صفات تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک بوته، عملکرد بیولوژیکی و میزان روغن به ترتیب در رقم F_1 و توده اصفهان مشاهده شدند. اسیدهای چرب شناسایی شده در بذرها شامل پالمیتیک، استئاریک، اولئیک، لینولئیک، آلفا-لینولئیک، گاما-لینولئیک، آراشیدونیک و اروسیک اسید بودند. بیشترین (۴۳/۴۱٪) و کمترین (۱۷/۲۱٪) مقدار لینولئیک اسید به ترتیب از توده‌های اندیمشک و مشهد حاصل شد. توده مشهد دارای بیشترین مقدار اولئیک اسید (۶۰/۵۴٪) بود و کمترین مقدار این اسید چرب (۱۸/۴۹٪) در توده اندیمشک وجود داشت. بیشترین (۱۵/۲۵٪) و کمترین (۷/۹۶٪) مقدار گاما-لینولئیک اسید به ترتیب در رقم اصلاح شده F_1 و توده‌های مازندران و مشهد به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار آلفا-لینولئیک اسید را داشتند. بیشترین مقدار اسیدهای چرب استئاریک اسید و پالمیتیک اسید به ترتیب در توده‌های مازندران و اصفهان، و کمترین مقدار اسیدهای چرب یادشده در توده مشهد مشاهده شد. با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش، تحقیقات بیشتر در زمینه توسعه کشت رقم اصلاح شده F_1 در شرایط آب و هوایی خوزستان توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع گیاه، اولئیک اسید، سطح برگ، لینولئیک اسید، لینولئیک اسید، گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.).

مقدمه

گل گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) گیاهی دارویی، علفی و کرک دار به ارتفاع ۷۰ تا ۱۰۰ سانتی متر متعلق به تیره گاوزبان (Boraginaceae) می باشد. از بذره‌های این گیاه، روغن استخراج می شود. میزان روغن بذر گاوزبان اروپایی بین ۲۷-۳۷ درصد متغیر است و روغن آن حاوی مقدار زیادی اسید چرب گاما-لینولنیک اسید (۲۸-۱۰ درصد) می باشد. گاما-لینولنیک اسید (امگا-۶) به عنوان یکی از اسیدهای چرب غیراشباع نادر، دارای خواص دارویی فراوانی است (Naghdi badi et al., 2012) و به عنوان مکمل های غذایی حاوی امگا-۶ و دارویی تجویزی برای درمان بیماری های قلبی، آگزمای طبیعی، دیابت ها، ورم مفاصل و بیماری ام اس استفاده می شود (Barre, 2001). علاوه بر روغن، پیکر رویشی این گیاه نیز حاوی ترکیب های ارزشمندی می باشد و دارای خواص دارویی است. از برگ های آن مانند برگ اسفناج در تهیه غذا، ترشی، سالاد و نوشیدنی های خنک و همچنین از گل های آن برای تزئین سالاد استفاده می شود (Naghdi badi et al., 2007).

در پژوهشی صفات مرفولوژیک ۵ توده گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* L.) جمع آوری شده از قزوین، ساری و گیلان و ۲ توده از گاوزبان اروپایی جمع آوری شده از کرج و اردبیل نشان داد که صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ و عرض برگ گونه اروپایی نسبت به گونه ایرانی بیشتر بودند (Ojani et al., 2013). گزارش های مختلفی در زمینه اثر ژنوتیپ، عملیات به زراعی و شرایط اقلیمی روی مقدار روغن و همچنین درصد گاما-لینولنیک اسید گل گاوزبان وجود دارد (Naghdi badi et al., 2008). در یک پژوهش میزان گاما-لینولنیک اسید گاوزبان اروپایی با مصرف کودهای شیمیایی کاهش یافت، در صورتی که افزودن کودهای زیستی منجر به افزایش میزان این اسید چرب شد (Naghdi badi et al., 2012). نتایج آنالیز روغن دو توده نکا و کرمانشاه از گاوزبان ایرانی نشان داد که بین دو توده اختلافی از نظر مقدار اسیدهای چرب وجود نداشت و اسیدهای چرب پالمیتیک (۳۸-۶/۰۴ درصد)، استئاریک

(۳/۳۷-۳/۵۷ درصد)، اولئیک (۱۱/۴۷-۱۱/۷۰ درصد)، لینولئیک (۲۲/۹۱-۱۷/۵۶ درصد)، آلفا-لینولنیک (۴۸-۴۶ درصد)، گاما-لینولنیک (۴/۴۸-۳/۷۳ درصد) و استئاریدونیک (۸/۳۴-۵/۱۶ درصد) مهمترین اسیدهای چرب بذر بودند (Hosseinpour Azad et al., 2012). ترکیب اسیدهای چرب شناسایی شده در توده های مختلف گل گاوزبان ایرانی کشت شده در منطقه شمال ایران (چالوس) شامل پالمیتیک (۸/۴۰-۶/۶۴ درصد)، استئاریک (۴/۱۶-۲/۵۰ درصد)، اولئیک (۱۵/۹۰-۱۲/۹۸ درصد)، لینولئیک (۱۹/۲۷-۱۷/۳۷ درصد)، آلفا-لینولنیک (۴۰/۵۳-۳۷/۴۸ درصد)، گاما-لینولنیک (۷/۳۸-۵/۶۸ درصد) و آراشیدیک اسید (۱۱/۵۶-۷/۲۰ درصد) بود (Daneshfar et al., 2013).

رویکرد روزافزون به استفاده از گیاهان دارویی در سطح جهان، اهمیت کشت و تولید این گیاهان را روشن تر می سازد (Carruba et al., 2002). کشور ایران با اقلیم های مختلف آب و هوایی، دارا بودن حدود ۷۵۰۰ گونه گیاهی و بیش از ۱۰۰۰ گونه دارویی (Omidbaigi, 2005)، بستر بسیار مناسبی برای دستیابی به گونه های با ارزش دارویی و نادر می باشد که می توان نسبت به اهلی کردن و معرفی تعدادی از آنها به عرصه های زراعی و یا از بذره های اصلاح شده خارجی برای کشت در اراضی با شرایط اقلیمی متناسب با نیازهای اکولوژیک گیاه استفاده کرد. تحقیقات پیشین نشان داده است که گل گاوزبان اروپایی به خاک های شور نسبتاً مقاوم می باشد و قدرت بالایی در جذب عناصر (جذب یون هایی مانند سدیم، کلسیم، منیزیم و پتاسیم) دارد و برای اصلاح خاک های شور و قلیا مناسب است (Naghdi badi et al., 2007). از طرف دیگر، شوری آب و خاک و تنش گرما در فصل بهار و تابستان، مهمترین عامل های محدودکننده کشت گیاهان دارویی در استان خوزستان و به خصوص شهرستان اهواز می باشند. این پژوهش برای شناسایی توده ها و ارقام برتر و سازگار گل گاوزبان اروپایی به شرایط اقلیمی و ادافیکی شهرستان اهواز طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز (طول جغرافیایی ۴۰ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۱۹ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی با ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل شش توده (اهواز، مشهد، اندیمشک، اصفهان، قزوین و مازندران) و دو رقم F_1 و F_2 آلمانی بودند. اطلاعات مربوط به تغییرات دمایی و میزان بارندگی در طول دوره آزمایش در جدول ۱ آمده است. در مهرماه قطعه زمین آزمایشی شخم، دیسک‌زنی و تسطیح کامل و آماده کشت شد. نمونه‌برداری از خاک انجام و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن بررسی شد (جدول ۲). در هر پشته ۲ ردیف گیاه به فاصله ۳۰ سانتی متر و فاصله بوته روی ردیف نیز ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. بذرها در آبان‌ماه به صورت مستقیم در عمق ۱-۵/۰ سانتی متری در زمین اصلی کشت شدند. بعد از کشت، آبیاری به‌طور منظم با توجه به نیاز آبی گیاه انجام شد. علف‌های هرز به‌صورت دستی کنترل شد و هیچ‌گونه آفت یا بیماری خاصی روی گیاهان مشاهده نشد. در مرحله تمام گل، صفات رشدی شامل ارتفاع، تعداد انشعابات ساقه، تعداد برگ، طول برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، ساقه و کل بوته اندازه‌گیری شد. سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ انجام شد. با توجه به عدم همزمانی رسیدن بذرهای گل‌گاوزبان اروپایی، برای جمع‌آوری بذر، در مرحله ۱۰-۱۲ برگی، کیسه‌های پلاستیکی داخل هر واحد آزمایشی و در اطراف بوته‌ها قرار داده شد. بذرهای رسیده گیاه به‌صورت روزانه از روی کیسه‌های پلاستیکی جمع‌آوری شدند. در پایان دوره رشد گیاه، بعد از حذف حاشیه، بوته‌های واقع در یک مترمربع وسط هر واحد آزمایشی

برداشت و در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و وزن نمونه‌های خشک شده تعیین شد. عملکرد بیولوژیکی از مجموع وزن خشک بدست آمده و میزان بذر برداشت شده در یک مترمربع محاسبه شد. شاخص برداشت با تقسیم مقدار بذر در مترمربع به مقدار وزن خشک بوته‌های یک مترمربع محاسبه گردید.

روغن بذرها به کمک دستگاه روغن‌گیری اتوماتیک (Foss soxtecTM2050) استخراج و پس از مشتق‌سازی اسید چرب نمونه روغن (Metcalf et al., 1966) با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی (مدل Unicam 4600) ساخت کشور انگلستان مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله هیدروژن (FID) و ستون موئینه (BPX70) از جنس سیلیکای ذوب شده (طول ستون ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۲ میلی متر و ضخامت فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر) انجام شد. از گاز هلیوم با درصد خلوص ۹۹/۹۹۹ به عنوان گاز حامل استفاده شد. پس از تبدیل اسیدهای چرب به مشتق متیل استر نمونه در شرایطی که گاز هلیوم با سرعت جریان ۴ میلی‌لیتر بر دقیقه، برنامه دمای ستون شامل ۱۴۰ درجه به مدت ۵ دقیقه، سپس با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه افزایش یافت، دمای محل تزریق ۲۵۰، دمای آشکارساز ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و مقدار تزریق نمونه ۰/۲ میکرولیتر بود به دستگاه تزریق شدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و SPSS آنالیز و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

ارتفاع بوته و تعداد انشعابات ساقه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین توده‌ها و ارقام گل‌گاوزبان اروپایی از نظر ارتفاع و تعداد انشعابات ساقه اختلاف در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت (جدول ۳).

جدول ۱- آمار هواشناسی در طول اجرای آزمایش

ماه	میانگین دمای ماهیانه (سانتی‌گراد)		بارندگی (میلی‌متر)	تبخیر (میلی‌متر)	درصد رطوبت نسبی	
	حداقل	حداکثر			حداقل	حداکثر
مهر	۱۳	۴۱/۸	۰	۸/۷	۸	۶۵
آبان	۱۱/۲	۳۳/۲	۹/۵	۳/۸	۱۰	۹۸
آذر	۱/۲	۲۷/۴	۲/۲	۲/۹	۲۷	۱۰۰
دی	۲/۶	۲۱/۶	۱۴/۹	۱/۵	۱۹	۱۰۰
بهمن	۳	۲۴/۲	۱/۴	۲/۶	۲۲	۱۰۰
اسفند	۸/۲	۳۳/۴	۱۲/۲	۴/۸	۱۶	۹۸
فروردین	۸/۶	۴۱	۱۱	۷/۷	۱۰	۹۴
اردیبهشت	۱۹/۴	۴۲	۰/۱	۱۱/۷	۱۰	۶۹

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)

بافت خاک	pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	کربن آلی (٪)	ازت کل (٪)	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	آهن	روی	منگنز	مس
شنی- لومی	۷/۸۵	۷	۰/۶	۰/۰۳	۱۳/۷	۲۴۱	۲/۲	۲	۳/۸	۰/۹

بیشترین ارتفاع بوته (۷۵/۹۳ سانتی‌متر) در رقم اصلاح شده F_1 وجود داشت که با توده‌های اهواز و مشهد اختلاف نداشت. کمترین ارتفاع بوته (۶۰/۶۶ سانتی‌متر) در توده اصفهان مشاهده شد و با توده‌های مازندران، قزوین و اندیمشک اختلاف نداشت. بین توده اندیمشک و رقم اصلاح شده F_2 اختلاف وجود نداشت (جدول ۴). بیشترین تعداد انشعابات ساقه (۴/۵۳) در رقم اصلاح شده F_1 مشاهده شد که با توده‌های اهواز، مشهد، اندیمشک و رقم اصلاح شده F_2 اختلاف نداشت. کمترین تعداد انشعابات ساقه (۰/۳۳) در توده اصفهان وجود داشت. توده‌های مازندران و قزوین در یک گروه قرار گرفتند و با توده‌های اندیمشک، مشهد، اهواز و رقم اصلاح شده F_2 در گروه حدواسط اختلاف نداشتند (جدول ۴).

سطح احتمال ۱٪ وجود داشت (جدول ۳). بیشترین طول برگ (۹/۰۶ سانتی‌متر) در رقم اصلاح شده F_1 مشاهده شد که با توده‌های اهواز، مشهد، اندیمشک، قزوین و رقم اصلاح شده F_2 اختلاف نداشت. کمترین طول برگ (۷/۰۴ سانتی‌متر) در توده اصفهان مشاهده شد. توده مازندران نسبت به سایر توده‌ها و ارقام بجز توده اصفهان کمترین طول برگ را داشت (جدول ۴). بیشترین (۹۱/۸) و کمترین (۲۷/۱۶) تعداد برگ به ترتیب در رقم اصلاح شده F_1 و توده اصفهان مشاهده شدند. بین توده‌های اهواز، مشهد، اندیمشک، قزوین، مازندران و رقم اصلاح شده F_2 اختلاف وجود نداشت و پس از رقم اصلاح شده F_1 بیشترین تعداد برگ را داشتند (جدول ۴). بیشترین سطح برگ (۱۶۰۰/۶۳ سانتی‌متر مربع) در رقم اصلاح شده F_1 وجود داشت. کمترین سطح برگ (۶۴۵/۷ سانتی‌متر مربع) در توده اصفهان مشاهده شد که با توده مازندران اختلاف نداشت. پس از رقم اصلاح شده F_1 بیشترین سطح برگ در توده

طول، تعداد و سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین توده‌ها و ارقام گل‌گاوزبان اروپایی در طول، تعداد و سطح برگ اختلاف در

رقم اصلاح شده F_1 مشاهده شد که با توده‌های اهواز و مشهد اختلاف نداشت. کمترین عملکرد بذر (۱۶/۶۷ گرم در مترمربع) در توده اصفهان وجود داشت که با توده مازندران تفاوت توده‌ای نداشت. بین توده‌های اندیمشک، قزوین، مازندران و رقم اصلاح شده F_2 اختلافی مشاهده نشد و پس از توده مشهد بیشترین میزان عملکرد بذر را داشتند (جدول ۴).

عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین توده‌ها و ارقام گل‌گاوزبان اروپایی در عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت اختلاف در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت (جدول ۳). بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۱۸۲/۳۳ گرم در مترمربع) در رقم اصلاح شده F_1 و کمترین (۳۳۰ گرم در مترمربع) در توده اصفهان وجود داشت. بین توده‌های اهواز، مشهد، اندیمشک، قزوین و رقم اصلاح شده F_2 اختلاف مشاهده نشد. بیشترین شاخص برداشت (۲۱/۳۶) در توده مازندران مشاهده شد که با رقم اصلاح شده F_2 اختلاف نداشت. کمترین شاخص برداشت در توده اصفهان (۵/۳۱) مشاهده شد. توده قزوین پس از رقم اصلاح شده F_2 نسبت به سایر توده‌ها و ارقام شاخص برداشت بیشتری داشت. بین رقم اصلاح شده F_1 و توده‌های اهواز، مشهد، اندیمشک و قزوین اختلاف وجود نداشت (جدول ۴).

درصد روغن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین توده‌ها و ارقام گل‌گاوزبان اروپایی از نظر درصد روغن اختلاف در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت (جدول ۳). بیشترین مقدار روغن بذر (۴۳/۴٪) در رقم اصلاح شده F_1 و کمترین مقدار (۲۷/۳۳٪) در توده اصفهان مشاهده شد. توده اهواز پس از رقم اصلاح شده F_1 ، بیشترین مقدار روغن را داشت. بین توده مشهد، اندیمشک و رقم اصلاح شده F_2 اختلاف مشاهده نشد. بین توده‌های قزوین و مازندران نیز اختلاف وجود نداشت و نسبت به سایر توده‌ها و ارقام بجز توده اصفهان کمترین مقدار روغن را داشتند (جدول ۴).

اهواز مشاهده شد. توده‌های مشهد، اندیمشک، قزوین و رقم اصلاح شده F_2 با هم اختلاف نداشتند (جدول ۴).

وزن تر و خشک بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین توده‌ها و ارقام گل‌گاوزبان اروپایی از نظر وزن تر و خشک بوته اختلاف در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت (جدول ۳). بیشترین وزن تر بوته (۸۶۷/۳۳ گرم) در رقم اصلاح شده F_1 و کمترین وزن تر بوته (۱۷۱/۳۳ گرم) در توده اصفهان وجود داشت. بین توده‌های اهواز و مشهد از نظر وزن تر بوته اختلاف وجود نداشت و پس از رقم اصلاح شده F_1 بیشترین وزن تر بوته را داشتند. بین رقم اصلاح شده F_2 و توده اندیمشک اختلافی مشاهده نشد. توده مازندران نسبت به سایر توده‌ها و ارقام بجز توده اصفهان کمترین وزن تر بوته را داشت (جدول ۳). بیشترین وزن خشک بوته (۸۹/۷۵ گرم) در رقم اصلاح شده F_1 و کمترین وزن خشک بوته در توده اصفهان (۱۵/۴۶ گرم) مشاهده شد. توده اهواز پس از رقم اصلاح شده F_1 بیشترین وزن خشک بوته را داشت که با توده‌های مشهد و رقم اصلاح شده F_2 اختلاف نداشت. توده‌های مازندران، اندیمشک و قزوین نسبت به سایر توده‌ها و ارقام بجز توده اصفهان کمترین وزن خشک بوته را داشتند (جدول ۴).

وزن هزاردانه و عملکرد بذر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین توده‌ها و ارقام گل‌گاوزبان اروپایی از نظر وزن هزاردانه و عملکرد بذر اختلاف در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت (جدول ۳). بیشترین وزن هزاردانه (۱۸/۵۶ گرم) در رقم اصلاح شده F_1 مشاهده شد که با توده اهواز اختلاف نداشت. کمترین وزن هزاردانه (۱۰/۳۶ گرم) در توده اصفهان وجود داشت که با توده مازندران اختلاف نداشت. توده مشهد پس از توده اهواز بیشترین وزن هزاردانه را داشت. بین توده‌های اندیمشک، قزوین و رقم اصلاح شده F_2 اختلاف مشاهده نشد. بیشترین عملکرد بذر (۱۰۵/۶۷ گرم در مترمربع) در

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مرفولوژیکی توده‌ها و ارقام گل‌گاوزبان اروپایی

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد انشعابات ساقه	طول برگ	تعداد برگ	سطح برگ	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	وزن هزاردانه	عملکرد بذر	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد روغن
بلوک	۲	۲/۱۲ ns	۱/۷۷ *	۰/۱۵ ns	۲۴/۵۴ ns	۳۰/۴۹ ns	۳۲/۱۶ ns	۲/۷۶ ns	۲/۰۳ ns	۱۵/۱۶ ns	۳۱۰/۱۶ ns	۰/۴۴ ns	۲/۱۵ ns
تیمار	۷	۶۷/۱۲ **	۴/۴۹ **	۱/۱۵ **	۶۵۷/۶۲ **	۲۷۲۷/۶۵ **	۱۳۰۷۹۷/۵ **	۱۴۹۱/۵ **	۲۶/۵۹ **	۲۳۸۵/۳ **	۱۷۸۵۳۰ **	۸۵/۲۲ **	۸۶/۶۹ **
خطا	۱۴	۱۱/۶۳	۰/۶۳	۰/۴۸	۹۱/۸۷	۵۴/۵	۹۴/۶۴	۲۲/۱	۰/۸	۴۶۷/۷۳	۴۴۵۳/۲	۱۹/۷۲	۲/۰۲
ضریب تغییرات (%)	۶/۲۵	۲۵/۵۲	۸/۷۲	۲۵/۴۶	۸/۴۳	۲/۵۷	۱۲/۵۱	۶/۱۹	۳۱/۵۳	۱۰/۶۱	۳۵/۰۸	۴/۰۹	

ns, *, **: به ترتیب غیرتوده‌ها و توده‌ها در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین صفات مرفولوژیکی و میزان روغن توده‌ها و ارقام گل‌گاوزبان اروپایی

توده‌ها و ارقام	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد انشعابات ساقه	طول برگ (سانتی‌متر)	تعداد برگ	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	وزن تر بوته (گرم)	وزن خشک بوته (گرم)	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد بذر (گرم در مترمربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت (%)	میزان روغن (%)
F1	۷۵/۹۳ a	۴/۵۳ a	۹/۰۶ a	۹۱/۸ a	۱۶۰۰/۶۳ a	۸۶۷/۳۳ a	۸۹/۷۵ a	۱۸/۵۶ a	۱۰۵/۶۷ a	۱۱۸۲/۳۳ a	۹/۸۱ cd	۴۳/۴ a
F2	۶۵/۷۱ bc	۳/۳۳ ab	۸/۰۶ abc	۴۰/۹ b	۸۲۲/۲۱ c	۳۳۵/۳۳ c	۳۴/۸۴ bc	۱۳/۸۳ c	۶۵ bc	۵۸۹/۶۷ bc	۱۹/۴۱ ab	۳۳/۶۶ d
اهواز	۷۵/۴۶ a	۳/۸ ab	۸/۳۱ ab	۴۶/۸۳ b	۹۳۲/۳۱ b	۳۸۰/۶۷ b	۳۹/۴ b	۱۸/۰۳ a	۹۴/۶۷ ab	۶۶۰/۶۷ b	۱۱/۱۷ cd	۴۰/۶ b
مشهد	۷۲/۶ ab	۳/۵۸ ab	۸/۲ abc	۴۱/۸ b	۸۲۴/۹۴ c	۳۷۰ b	۳۵/۳۱ bc	۱۶/۱۳ b	۹۰ abc	۶۰۹/۶۷ bc	۱۱/۵۲ cd	۳۶/۵۳ c
اندیمشک	۶۵/۰۶ bcd	۳/۲ ab	۷/۹۲ abc	۴۰/۶ b	۷۷۰/۹۲ cd	۳۲۶/۶۷ c	۳۰/۳۶ cd	۱۳/۹۶ c	۶۴ bc	۵۶۳/۳۳ bc	۹/۳ cd	۳۵/۰۶ cd
قزوین	۶۳/۶ cd	۳/۱۳ b	۷/۹ abc	۳۹/۲ b	۷۴۹/۳۲ cd	۳۰۴/۶۷ d	۲۸/۸۷ cd	۱۳/۴۹ c	۵۹/۶۷ bc	۵۵۵ bc	۱۳/۳۶ bc	۳۱/۱۳ e
مازندران	۶۳ cd	۳/۰۶ b	۷/۳ bc	۳۸/۳ b	۷۰۶/۳۲ de	۲۶۷/۳۳ e	۲۶/۴۲ d	۱۱/۱ d	۵۳ cd	۵۳۸ c	۲۱/۳۶ a	۳۰/۲ e
اصفهان	۶۰/۶۶ d	۰/۳۳ c	۷/۰۴ c	۲۷/۱۶ c	۶۴۵/۷ e	۱۷۱/۳۳ f	۱۵/۴۶ e	۱۰/۳۶ d	۱۶/۶۷ d	۳۳۰ d	۵/۳۱ d	۲۷/۳۳ f

در هر ستون کلیه میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری اختلاف در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

ترکیب اسیدهای چرب

آنالیز روغن‌های استخراج شده از بذر گیاه گل‌گاوزبان نشان داد که ترکیب اسیدهای چرب توده‌ها و ارقام مورد بررسی با هم تفاوت نداشتند. اسیدهای چرب شناسایی شده در بذرها شامل لینولئیک، اولئیک، گاما-لینولئیک، پالمیتیک، آلفا-لینولئیک، استئاریک، آراشیدونیک و اروسیک اسید بودند. از نظر میزان ترکیب‌ها، اسیدهای چرب توده‌ها و ارقام با هم اختلاف داشتند. بیشترین مقدار پالمیتیک اسید (۱۳/۹۱٪) در توده اصفهان و کمترین مقدار آن (۶/۵۹٪) در توده مشهد مشاهده شد. مقدار پالمیتیک اسید در سایر توده‌ها و ارقام در دامنه ۱۰/۷۶٪ تا ۱۳/۷۳٪ بود. دومین اسید چرب اشباع موجود در روغن بذر گل‌گاوزبان، استئاریک اسید بود که بیشترین مقدار (۶/۷۹٪) در توده مازندران و کمترین مقدار (۲/۲۸٪) در توده مشهد مشاهده شد. بیشترین مقدار اسید چرب غیراشباع (۶۰/۵۴٪) در توده‌ها و ارقام گل‌گاوزبان اروپایی از نوع اولئیک اسید بود که در توده مشهد مشاهده شد و کمترین مقدار آن (۱۸/۴۹٪) در توده اندیمشک وجود داشت. سایر توده‌ها و ارقام از نظر مقدار اولئیک اسید تفاوت چشمگیری با توده مشهد داشتند و دامنه تغییرات آن بین ۲۲/۴۱٪ در رقم اصلاح شده F_1 تا ۳۲/۰۹٪ در توده مازندران بود. بیشترین مقدار لینولئیک اسید (۴۳/۴۱٪) در توده اندیمشک و کمترین مقدار آن (۱۷/۲۱٪) در توده مشهد مشاهده شد. مقدار لینولئیک اسید در سایر توده‌ها و ارقام در دامنه ۲۴/۰۹٪ تا ۳۳/۳۳٪ بود. بیشترین مقدار گاما-لینولئیک اسید (۱۵/۲۵٪) در رقم اصلاح شده F_1 و کمترین مقدار آن (۷/۹۶٪) در توده مشهد مشاهده شد که تفاوت زیادی با توده مازندران (۸/۷۳٪) نداشت. مقدار گاما-لینولئیک اسید در سایر توده‌ها و ارقام تفاوت زیادی با رقم اصلاح شده F_1 نداشتند. روغن گل‌گاوزبان از نظر امگا-۳ غنی نبود و بیشترین مقدار آلفا-لینولئیک اسید (۸/۶۵٪) در توده مازندران و کمترین مقدار آن (۰/۹۶٪) در توده مشهد وجود داشت. پس از توده

مازندران، بیشترین مقدار آلفا-لینولئیک اسید به ترتیب در توده‌های قزوین، اندیمشک و ارقام اصلاح شده F_1 و F_2 مشاهده شد. مقدار آراشیدونیک اسید در توده‌ها و ارقام زیر ۳٪ بود. بیشترین (۲/۶۴٪) و کمترین (۱/۲۸٪) مقدار آن به ترتیب در توده‌های اصفهان و مشهد مشاهده شد. بیشترین درصد اروسیک اسید (۱/۴۱٪) در توده اصفهان و کمترین مقدار آن (۰/۶۷٪) در توده مشهد وجود داشت (جدول ۵).

بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که رقم اصلاح شده F_1 نسبت به سایر توده‌ها و ارقام از نظر بسیاری از صفات رشدی برتری داشت. از آنجایی که تمامی توده‌ها و ارقام در یک منطقه کشت و عملیات به‌زراعی مشابهی داشتند، به نظر می‌رسد که رقم مذکور توانسته است مراحل رشدی روزت، ساقه‌دهی، گلدهی و بذردهی را به خوبی با شرایط آب و هوایی اهواز تطبیق داده و فرصت کافی برای استفاده بهینه از نیازهای نوری و حرارتی را داشته و به‌طبع از ارتفاع بیشتری برخوردار شده است. افزایش ارتفاع و سایر صفات مورفولوژیکی باعث افزایش تشکیل گل و بذر، و در نهایت بیشترین عملکرد بذر و درصد روغن در این رقم شده است. صفات رویشی از جمله صفاتی است که تحت کنترل عوامل محیطی و ژنتیکی می‌باشند. برگ‌ها از این نظر حائز اهمیت هستند و تعیین‌کننده سطح کل کانوپی گیاه برای جذب دی‌اکسید کربن و تشعشع، و محل رهاسازی بخار آب، انرژی و اکسیژن به اتمسفر محسوب می‌شوند (Jaffuel & Dauzat, 2005). تعداد برگ معیاری از ساختمان رویشی گیاه محسوب می‌شود و همراه با ارتفاع گیاه می‌تواند توصیفی کمی و کیفی از چگالی کانوپی گیاه نیز فراهم سازد. بسیاری از اختلافات در محاسبه تولید خالص اولیه گیاهان به علت تفاوت در محاسبه تعداد برگ گیاهان است. تفاوت در تعداد برگ‌ها می‌تواند منجر به تفاوت در تولید ماده خشک و در نتیجه اختلاف عملکرد یک گیاه در داخل یک مزرعه گردد (Lizaso et al., 2003).

جدول ۵- ترکیب و میزان اسیدهای چرب (درصد) موجود در توده‌ها و ارقام گل گاوزبان اروپایی

ردیف	توده‌ها و ارقام	میزان روغن (%)	پالمیتیک اسید	استئاریک اسید	اولئیک اسید	لینولئیک اسید	گاما-لینولئیک اسید	آلفا-لینولئیک اسید	آراشیدونیک اسید	اروسیک اسید	مجموع اسیدهای چرب اشباع	مجموع اسیدهای چرب اشباع	جمع کل
۱	F ₁	۴۳/۴	۱۲/۴۵	۴/۷۲	۲۲/۴۱	۳۳/۳۳	۱۵/۲۵	۳/۳۴	۲/۴۵	۱/۲۴	۷۸/۰۲	۱۷/۱۷	۹۵/۱۹
۲	F ₂	۳۳/۶۶	۱۳/۰۳	۴/۸۹	۲۴/۲۹	۳۱/۶۵	۱۳/۵۴	۳/۵۸	۲/۴۸	۱/۲۸	۷۶/۸۲	۱۷/۹۲	۹۴/۷۴
۳	اهواز	۴۰/۶	۱۳/۷۳	۵/۱۴	۲۴/۷۶	۳۱/۳۶	۱۳/۸۴	۲/۰۴	۲/۴۲	۱/۱۶	۷۵/۵۸	۱۸/۸۷	۹۴/۴۵
۴	مشهد	۳۶/۵۳	۶/۵۹	۲/۲۸	۶۰/۵۴	۱۷/۲۱	۷/۹۶	۰/۹۶	۱/۲۸	۰/۶۷	۸۸/۶۲	۸/۸۷	۹۷/۴۹
۵	اندیمشک	۳۵/۰۶	۱۰/۷۶	۳/۸۲	۱۸/۴۹	۴۳/۴۱	۱۲/۲۸	۴/۱۳	۲/۰۵	۱/۰۸	۸۱/۴۴	۱۴/۵۸	۹۶/۰۲
۶	قزوین	۳۱/۱۳	۱۲/۳۸	۴/۶۶	۲۳/۰۲	۳۱/۴۵	۱۳/۹۹	۵/۹۹	۲/۴۰	۱/۲۷	۷۸/۱۲	۱۷/۰۴	۹۵/۱۶
۷	مازندران	۳۰/۲	۱۲/۱	۶/۷۹	۳۲/۰۹	۲۴/۰۹	۸/۷۳	۸/۶۵	۱/۹۶	۱/۰۵	۷۶/۵۷	۱۸/۸۹	۹۵/۴۶
۸	اصفهان	۲۷/۳۳	۱۳/۹۱	۴/۴۸	۲۴/۱۲	۳۲/۳۷	۱۴/۲۱	۱/۹۹	۲/۶۴	۱/۴۱	۷۶/۷۴	۱۸/۳۹	۹۵/۱۳

البته هرچه تعداد برگ و همچنین ابعاد برگ یک گیاه بیشتر باشد، به طبع سطح برگ نیز بیشتر خواهد بود. با توجه به اینکه رقم اصلاح شده F_1 بیشترین تعداد برگ را نسبت به سایر توده‌ها و ارقام داشت، از سطح برگ بیشتری نیز برخوردار بود. توده و ارقامی که تعداد برگ بالایی دارند به دلیل افزایش ظرفیت فتوسنتزی، ماده خشک بیشتری تولید می‌کنند که در افزایش عملکرد مؤثر خواهد بود (Akbari et al., 2007). در این پژوهش، رقم اصلاح شده F_1 به دلیل داشتن سطح برگ و دوام سطح برگ بیشتر، به نظر می‌رسد که فتوسنتز و تولید ماده خشک بیشتری نسبت به سایر توده‌ها و رقم F_2 داشت (Balejain & Shekari, 2012). پایین بودن سطح برگ در توده اصفهان باعث کاهش سطح اندام فتوسنتزکننده و سایر صفات مرفولوژیکی گیاه شد. از طرفی، تعداد شاخه‌های فرعی می‌تواند نقش مهمی در میزان عملکرد بذر داشته باشد (Angadi et al., 2003). افزایش مواد فتوسنتزی تولیدی در رقم اصلاح شده F_1 به علت افزایش سطح برگ باعث افزایش تعداد سرشاخه گلدار و عملکرد بذر شد. شاخص برداشت رابطه مستقیمی با عملکرد بذر دارد و هرچه میزان عملکرد بذر بالاتر باشد، شاخص برداشت نیز بالاتر است، ولی در آزمایش اخیر با وجود این که رقم اصلاح شده F_1 عملکرد بذر خوبی از خود نشان داد ولی شاخص برداشت بالایی نداشت. علت کاهش شاخص برداشت در این رقم عملکرد بیولوژیکی بالای این رقم بود. هر چند بالا بودن نسبی شاخص برداشت شرط لازم برای تولید عملکرد بالاست، ولی شرط کافی نیست. شاخص برداشت به توانایی گیاه در تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و توزیع کلی مواد فتوسنتزی در کل گیاه بستگی دارد (Akbari et al., 2007). طبق بررسی منابع انجام شده، تاکنون در ایران تحقیق جامعی در زمینه بررسی سازگاری توده و ارقام گل‌گاوزبان اروپایی انجام نشده‌است و گزارش‌های موجود روی سایر گیاهان دارویی نیز با هدف مطالعه تنوع ژنتیکی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در برنامه‌های اصلاحی بوده‌است. در این زمینه پژوهش‌هایی روی ژنوتیپ‌های آویشن دناپی (Zare et al., 2013)؛

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان روغن توده‌ها و ارقام گل‌گاوزبان اروپایی بین ۲۷-۴۴ درصد متغیر بود و با نتایج مطالعات انجام شده روی گل‌گاوزبان اروپایی و ایرانی مطابقت داشت (Mohamdi et al., 2009). در بررسی انجام شده در اسپانیا، میزان گاما-لینولینیک اسید گل‌گاوزبان اروپایی بین ۲۸/۶-۸/۷ درصد، اولئیک اسید ۲۷/۶-۱۵/۵ درصد و لینولینیک اسید ۳۲/۷-۳۸/۸ درصد متغیر بودند (Del haro et al., 2002). در تحقیق انجام شده بر روی گل‌گاوزبان اروپایی در ایران، بیشترین میزان لینولینیک اسید در توده‌های کرج (۳۲٪) و اردبیل (۳۱٪) گزارش شد (Ojani et al., 2013). آلفا-لینولینیک اسید، گاما-لینولینیک اسید، لینولینیک اسید و اولئیک اسید عمده‌ترین اسیدهای چرب هشت توده گل‌گاوزبان ایرانی کشت شده در شمال ایران بودند (Daneshfar et al., 2013). در پژوهش دیگری، اختلاف جزئی بین دو اکوتیپ نکا و کرمانشاه از نظر الگوی اسید چرب مشاهده شد (Hosseinpour Azad et al., 2012).

منابع اصلی تجاری گاما-لینولینیک اسید، گل مغربی (*Oenothera biennis* L.) و گاوزبان هستند. ۹۰٪ از فروش گاما-لینولینیک اسید از منبع روغن گل مغربی تأمین

علاوه بر آن، عوامل اقلیمی مخصوصاً دما و شرایط ادا فیکایی نیز ممکن است در مقدار اسیدهای چرب گیاه نقش داشته باشند. در برخی پژوهش‌های انجام شده مقدار گاما-لینولنیک را بیش از ۲۰٪ گزارش کرده‌اند، ولی تمام توده‌ها و ارقام مورد مطالعه مقدار کمتری را از این اسید چرب مهم داشتند که ممکن است شرایط اقلیمی منطقه (افزایش دمای محیط در مرحله تشکیل و بلوغ بذر) علت کاهش مقدار گاما-لینولنیک در تمام توده‌ها و ارقام باشد (EL Hafid et al., 2002). نتایج پژوهش انجام شده در کانادا نشان داد که زمان کشت تأثیری روی عملکرد بذر و روغن این گیاه دارد. به طوری که تأخیر در کاشت موجب کاهش عملکرد بذر و افزایش گاما-لینولنیک شد (EL Hafid et al., 2002). نتیجه مشابهی در آزمایش انجام شده در جنوب شیلی گزارش شده است (Berti et al., 2006). در هر دو تحقیق یادشده، علت افزایش گاما-لینولنیک، کاهش دمای محیط در طول دوره پرشدن دانه گیاه عنوان شده است. بذرهاى بالغ نسبت به بذرهاى نابالغ میزان گاما-لینولنیک بیشتری دارند (Stahler et al., 2011). نتایج تحقیق دیگری در آمریکا نشان داد که میزان اسیدهای چرب دانه گل‌گاوزبان با درجه روزهای رشد گیاه همبستگی دارد. میزان اولئیک اسید در ۲۲۵ درجه روز رشد شروع به کاهش کرد. در حالی که گاما-لینولنیک از ۱۵۰ گرم در کیلوگرم در ۹۰ درجه روز رشد به ۲۱۰ گرم در کیلوگرم در ۳۴۰ درجه روز رشد افزایش یافت (Gilbertson et al., 2014).

به عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که مقایسه صفات بین توده‌ها و ارقام گل‌گاوزبان اروپایی در شرایط آب و هوایی اهواز نشان داد که بین توده‌ها و ارقام، رقم اصلاح شده F_1 بیشترین مقدار را در برخی صفات مورفولوژیکی، درصد روغن و گاما-لینولنیک اسید (۱۵/۲۵٪) داشت. در مقایسه با تمام پژوهش‌های انجام شده در خانواده گاوزبان، گیاه گاوزبان اروپایی از معدود گیاهانی است که حاوی بیشترین مقدار گاما-لینولنیک اسید و لینولنیک اسید است و این در صورتی است که در حال

می‌گردد ولی گل‌گاوزبان منبع بهتری است، زیرا بذر گاوزبان دارای ۳۰ تا ۴۰ درصد روغن است که ۲۰ تا ۳۰ درصد آن گاما-لینولنیک اسید می‌باشد که تقریباً دو برابر گل مغربی است. همچنین روغن گاوزبان پایدارتر و فرایند آن ساده‌تر از روغن گل مغربی است (EL Hafid et al., 2002). علاوه بر آن، گل‌گاوزبان به دلیل یک‌ساله بودن و بذرهاى درشت‌تر بر گل مغربی برتری دارد (Gilbertson et al., 2014).

تفاوت‌های مشاهده شده در بین توده‌ها و ارقام مورد مطالعه از نظر ترکیب اسیدهای چرب را می‌توان به میزان فعالیت آنزیم‌های دخیل در پیشبرد مسیر بیوشیمیایی به سمت اسیدهای چرب غیراشباع مرتبط با ژنوتیپ گیاه نسبت داد (Galle et al., 1993). در ابتدا پیوند یگانه در استئاریک اسید تحت تأثیر آنزیم غیراشباع‌ساز دلتا ۹ به دوگانه تبدیل می‌شود و اولئیک اسید را بوجود می‌آورد. سپس اولئیک اسید نیز تحت تأثیر آنزیم غیراشباع‌ساز دلتا ۱۲ به لینولنیک اسید تبدیل می‌شود. لینولنیک اسید تحت تأثیر آنزیم‌های غیراشباع‌ساز دلتا ۶ و دلتا ۱۵ به ترتیب به گاما-لینولنیک اسید و آلفا-لینولنیک اسید تبدیل می‌شود (Hosseinpour et al., 2012). در این تحقیق، توده مشهد حاوی کمترین مقدار گاما-لینولنیک و بیشترین مقدار اولئیک اسید بود. بنابراین به نظر می‌رسد که میزان فعالیت آنزیم‌های غیراشباع‌ساز دلتا ۱۲ و دلتا ۶ در این توده نسبت به سایر توده‌ها کمتر باشد. میزان اسیدهای چرب اولئیک، لینولنیک و گاما-لینولنیک در توده‌های قزوین، اهواز و اصفهان و همچنین رقم اصلاح شده F_2 نسبتاً یکسان بود. احتمالاً میزان فعالیت آنزیم‌های دخیل در پیشبرد مسیر بیوشیمیایی اسیدهای چرب مذکور در این توده‌ها و رقم مشابه باشد. در بین توده‌ها و ارقام مورد مطالعه، رقم اصلاح شده F_1 دارای بیشترین مقدار گاما-لینولنیک اسید بود و علت آن تبدیل مقدار بیشتری از اولئیک اسید به لینولنیک اسید و بعد گاما-لینولنیک و در عوض تبدیل کمتر لینولنیک به آلفا-لینولنیک اسید می‌باشد. بنابراین ژنوتیپ گیاه در میزان اسیدهای چرب بذر گیاه نقش تعیین‌کننده‌ای دارد.

- semiarid Mediterranean environment. *Acta Horticulture*, 576: 207-216.
- Daneshfar, E., Alirezalu, K., Ahmadi Hoseini, M. Naghavi, M.R. and Omidbaigi, R., 2013. Evaluation of oil content, fatty acid composition and physicochemical characteristics of some of *Echium amoenum* Fisch. accessions. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 28(4): 699-708.
 - Del haro, A., Domingues, V. and Del Rio, M., 2002. Variability in the content of gamma-linolenic acid and other fatty acids of the seed oil of germplasm of wild and cultivated borage (*Borago officinalis* L.). *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 9(4): 297-302.
 - Ehsanipour, A., Razmjoo, K. and Zeinali, H., 2013. Effect of nitrogen rates on yield, yield components and essential oil content of several fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populatinos. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 28(4): 579-593.
 - EL Hafid, R.E, Blade, S.F. and Hoyano, Y., 2002. Seeding date and nitrogen fertilization effects on the performance of borage (*Borago officinalis* L.). *Industrial Crops and Products*, 16: 193-199.
 - Galle, A.M., Joseph, M., Demandre, C., Guerche, P., Dubacq, J.P., Oursel, A., Mazliak, P., Pelletier, G. and Kader, J.C., 1993. Biosynthesis of -linolenic acid in developing seeds of borage (*Borago officinalis* L.). *Biochimica Biophysica Acta*, 1158(1): 52-58.
 - Gilbertson, P.K., Berti, M.T. and Johnson, B.L., 2014. Borage cardinal germination temperatures and seed development. *Industrial Crops and Products*, 59: 202-209.
 - Hosseinpour Azad, N., Nematzadeh, Gh.A., Azadbakht, M., Kazemitabar, S.K. and Shokri, E., 2012. Investigation on fatty acids profile in two ecotypes of Iranian *Echium amoenum* Fisch & Mey. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(4): 587-595.
 - Izadpanah, M., Salehi Shanjani, P. and Jafari, A.A., 2013. Assessment of genetic diversity among wild populations of *Achillea bieberstenii* Afan. using agro-morphological and germination traits. *Journal of Medicinal Plants and By-products*, 2: 185-195.
 - Jaffuel, S. and Dauzat, J., 2005. Synchronism of leaf and tiller emergence relative to position and to main stem development stage in a rice cultivar. *Annals of Botany*, 95(3): 401-412.
 - Lizaso, J.I., Batchelor, W.D. and Westgae, M.E., 2003. A leaf area model to simulate cultivar specific expansion and senescence of maize leaves. *Field Crops Research*, 80: 1-7.

حاضر کشور ما به‌عنوان واردکننده مکمل‌ها و داروهای حاوی اسیدهای چرب ضروری گاما-لینولنیک اسید (امگا-۶) و آلفا-لینولنیک (امگا-۳) برای بیماران دارای مشکلات عصبی همانند ام‌اس می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق برای تأمین بخشی از نیاز کشور، تحقیقات تکمیلی در زمینه توسعه کشت رقم اصلاح شده F₁ در شرایط آب و هوایی اهواز و همچنین مناطق شمالی استان توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه شهید چمران اهواز به‌دلیل حمایت مالی از این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- Aflakian, S., Zeinali, H., Maddah Arefy, H., Enteshary, Sh. and Kaveh, Sh., 2012. Study of yield and yield components in 11 ecotype of *Thymus daenensis* Celak. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 28(2): 187-197.
- Akbari, Gh., Salehi Zarkhoni, R.A., Yosefi Rad, M., Nasiri, M., Mottaghi, S. and Lotfi Far, A., 2007. Evaluation of some morphological characteristics affecting the yield and yield components in ten Rice genotypes. *Journal of Research in Agricultural Science*, 3(2): 130-137.
- Angadi, S.V., Cutforth, H.W., McConkey, B.G. and Gan, Y., 2003. Yield adjustment by canola grown at different plant population under semi-arid conditions. *Crop Science*, 43(4): 1358-1366.
- Balejain, R. and Shekari, F., 2012. Effects of priming by salicylic acid on yield and growth indices of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) plants under end season drought stress. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 22(1): 87-107.
- Barre, D.E., 2001. Potential of evening primrose, borage, black currant, and fungal oils in human health. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 45(2): 47-57.
- Berti, M.T., Wilckens, R., Fischer, S., Hevia, F., Tramon, C. and Pertierra, R., 2006. Specialty Oil Seeds: Alternatives for Southern Chile. *Fundacion Para la Innovacion Agraria, Chile*, 216p.
- Carruba, A., La Torre, R. and Matranga, A., 2002. Cultivation trials of aromatic and medicinal plants in

- fertilizers application. *Journal of Medicinal Plants*, 2(42): 145-156.
- Ojani, S., Eyvazi, A. and Akbari, K., 2013. Genetic diversity of different species of Borage (*Borago officinalis* L.). First National Conference on Medicinal Plants and Sustainable Agriculture, Iran, 10 October: 259-260.
 - Omidbaigi, R., 2005. Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. 1). Behnashr Publication, Mashhad, 347p.
 - Riazi, A., Majnoun, N., Naghdi Badi, H., Naghavi, M.R., Rezazadeh, S.h. and Ajani, Y., 2011. The study of morphological characteristics of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) populations in Iran's natural habitats. *Journal of Medicinal Plants*, 10(39): 49-64.
 - Stahler, K., Quek, S. and Miller, M.R., 2011. Investigation of γ -linolenic acid and stearidonic acid biosynthesis during a life cycle of *Borago officinalis* L. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88: 1715-1725.
 - Zare, M., Ganj Khanloo, H., Sharifi Ashorabadi, E. and Maddah Arefi, M., 2013. Evaluation of genetic variation, compatibility, selection and introduction of suitable germplasm within *Thymus daenensis* Celak. accessions in Centric province. *Eco-phytochemical Journal of Medical Plants*, 1(1): 15-24.
 - Maghsudi Kelardashti, H., Rahimmalek, M., Sabzalian, M. R. and Talebi, M., 2014. An assessment of morphological genetic variations and heritability of Iranian fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) accessions. *Taxonomy and Biosystematics*, 6(18): 77-86.
 - Metcalf, L.C., Schmirz, A.A. and Pelka, J.R., 1966. Rapid preparation of methyl esters from lipid for gas chromatography. *Analytical Chemistry*, 38: 514-515.
 - Mohamdi, B., Wannas, W.A., Bourgo, S. and Marzouk, B., 2009. Biochemical characterization of borage (*Borago officinalis* L.) seeds. *Journal Food Biochemistry*, 33(3): 331-341.
 - Naghdi badi, H., Soroushzadeh, A., Rezazade, Sh., Sharifi, M., Ghalavand, A. and Rezae, A., 2008. Phytochemical investigation and potential of production of borage (*Borago officinalis* L.) during the growing period. *Journal of Medicinal Plants*, 7(4): 35-47.
 - Naghdi badi, H., Soroushzadeh, A., Reza zade, Sh., Sharifi, M., Ghalavand, A. and Omid, H., 2007. Borage (*Borago officinalis* L.): A review. *Journal of Medicinal Plants*, 6(4): 1-13.
 - Naghdi badi, H., Zeinali Mobarake, Z., Omid, H. and Rezazade, Sh., 2012. Morphological, agronomical and phytochemical changes in borage (*Borago officinalis* L.) under biological and chemical

Evaluation of growth, seed yield and oil quantity and quality of some borage (*Borago officinalis* L.) populations and cultivars under Ahvaz weather condition

M. Mahmoodi Sourestani^{1*}, M. Derikvandi², M. Chehrazi³ and A.A. Jafari⁴

1*- Corresponding author, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, E-mail: F_mahmoodi2000@yahoo.com

2- MSc. Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

3- Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

4- Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

April: April 2015

Revised: August 2015

Accepted: August 2015

Abstract

In order to evaluate the compatibility of some borage (*Borago officinalis* L.) populations and cultivars to Ahvaz weather condition, an experiment was carried out based on a randomized complete block design with eight treatments and three replications. The treatments were six populations (Ahvaz, Mashad, Andimeshk, Ghazvin, Esfahan and Mazandaran) and two cultivars (F₁ and F₂). Plant height, number of branches, leaf number, leaf area, fresh and dry weight of plants were measured at the full flowering stage. The one-thousand seed weight, seed and biological yields were measured at the end of the growing period. The seed oil was extracted by Soxhelt system and analyzed by gas chromatography (GC). Results showed that there was a significant difference between populations and cultivars for all morphological traits (p 0.01). The highest and lowest amounts of leaf number, leaf area, fresh and dry weight of plant, biological yield, and oil content were obtained in F₁ and Esfahan population, respectively. Palmitic, stearic, oleic, linoleic, -linolenic, -linolenic, arachidonic and erucicacids were detected in all populations and cultivars. The highest (43.41%) and lowest (17.21%) amounts of linoleic acid were observed in Andimeshk and Mashad, respectively. Mashad population had the maximum amount (60.54%) of oleic acid. The lowest amount of oleic acid (18.49%) was recorded in Andimeshk. The highest (15.25%) and lowest (7.96%) amounts of -linolenic acid were observed in F₁ and Mashad, respectively. Mazandaran and Mashad populations had the maximum and minimum amounts of -linolenic acid. The highest amount of palmitic and stearic acids was observed in Esfahan and Mazandaran populations, respectively. Mashad had the lowest amount of palmitic and stearic acids. According to the obtained results, further researches are recommended to increase the F₁ cultivation inside Khuzestan province.

Keywords: Plant height, oleic acid, leaf area, linoleic acid, linolenic acid, borage (*Borago officinalis* L.).