نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و پنجم، شماره یکم، ۱۳۹۷
http://jopp.gau.ac.ir

اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد گل و برخی صفات مهم زراعی گل‌گاوزبان اروپایی

*حدیث حسنوند[۱]، سید عطاءاله سیادت[۲]، عبدالمهدی بخشنده[۳]، محمدرضا مرادی‌تلاوت[۴] و عادل پشت‌دار[۵]

[۱]دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان،
[۲،۳]استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان،
[۴]دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان،
[۵]کارشناس گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۷

چکیده

سابقه و هدف: گل‌گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) گیاهی یکساله و متعلق به خانواده بوراژیناسه است که دارای خواص درمانی می‌باشد. افزایش گرایش مردم به طرف گیاهان دارویی برای مداوای بیماری‌ها، کشت انواع گیاهان دارویی را در سطح جهان و ایران ضروری ساخته است. تولید گیاهان دارویی همانند دیگر گیاهان تحت تأثیر عوامل زراعی نظیر تاریخ کاشت و تراکم بوته در متر مربع قرار می‌گیرد. برای هر محصول تاریخ کاشت مطلوبی وجود داشته که به تأخیر افتادن آن معمولا موجب کاهش عملکرد می‌شود. تراکم مطلوب بوته‌های سالم در سطح مزرعه پایه و اساس یک سیستم زراعی محسوب می‌شود (۱). بدین ترتیب، این آزمایش به‌منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد گل و برخی صفات مهم زراعی گل‌گاوزبان اروپایی انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل پنج تاریخ کاشت به عنوان عامل اصلی (۱۵ مهر، ۵ و ۲۵ آبان، ۱۵ آذر و ۵ دی) و چهار تراکم (۶، ۱۰، ۱۴ و ۱۸ بوته در مترمربع) به‌عنوان عامل فرعی بودند. صفات مورد مطالعه در این تحقیق شامل عملکرد گل خشک، تعداد شاخه گل‌دهنده در بوته، تعداد گل در مترمربع، ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ و ساقه و درصد روغن بودند. تجزیه واریانس تمام صفات آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار SAS، انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح آماری پنج درصد انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاریخ کاشت و تراکم بوته بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه گلدهنده در بوته، تعداد گل در مترمربع، عملکرد گل خشک و وزن خشک ساقه گل‌گاوزبان اروپایی معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش تاریخ کاشت و تراکم بوته بر تعداد برگ در بوته، شاخص سطح برگ و وزن خشک برگ معنی‌دار بود. تأخیر در

*مسئول مکاتبه: h1167.hasanvand@gmail.com

تاریخ کاشت سبب کاهش اکثر صفات مورد مطالعه شد. تاریخ کاشت ۱۵ مهر با عملکرد گل خشک ۷۲/۰۸ گرم در مترمربع، بهترین تاریخ کاشت بود. با افزایش تراکم، درصد روغن کاهش و ارتفاع بوته، وزن خشک ساقه و عملکرد گل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طوری که بیشترین عملکرد گل خشک با میانگین ۵۸/۶۳ گرم در مترمربع در تراکم ۱٤ بوته در مترمربع به‌دست آمد. همچنین تاریخ کاشت ۱۵ مهر در تراکم ۱۸ بوته در مترمربع، بیشترین شاخص سطح برگ و وزن خشک برگ و تاریخ کاشت ۱۵ مهر در تراکم ٦ بوته در مترمربع، بیشترین تعداد برگ را به خود اختصاص داد.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این آزمایش تاریخ کاشت ۱۵ مهر و تراکم ۱٤ بوته در مترمربع، به‌دلیل افزایش عملکرد گل خشک برای کشت گل‌گاوزبان اروپایی در منطقه مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، درصد روغن، شاخص سطح برگ و گل‌گاوزبان

مقدمه

انسان در طول تاریخ وابسته به گیاهان دارویی بوده و در عصر حاضر نیز علی‌رغم پیشرفت‌های وسیع و فراگیر علمی و صنعتی تمایل انسان برای استفاده از این گیاهان نه تنها کاهش نیافته، بلکه در مواردی نیز افزایش نشان می‌دهد. داروهای شیمیایی به بدن انسان صدماتی وارد کرده و آثار نامطلوبی به بار می‌آورند. همین امر باعث شده که مردم به تدریج از آن‌ها روی گردان شده و به داروهای گیاهی علاقه نشان دهند (۲٦). این روند رو به افزایش مصرف گیاهان دارویی، نیاز به توسعه روش‌های مناسب کاشت و مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح دارد (۷).

گل‌گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) گیاهی یکساله، دولپه و متعلق به خانواده بوراژیناسه (*Boraginaceae*) است. منشأ گل‌گاوزبان اروپایی منطقه مدیترانه بوده و در حال حاضر به‌صورت وحشی در کشورهای منطقه مدیترانه، اروپا و آمریکای شمالی رشد و نمو می‌کند (۲۵). گل‌گاوزبان دارای خواص دارویی فراوانی است. این گیاه آرام‌بخش است، در کاهش استرس تأثیری فوق‌العاده دارد و غنی از مواد معدنی و سرشار از پتاسیم است. جوشاننده آن کاهش دهنده تب و نرم‌کننده سینه و دم کرده آن در افزایش شیر مادر مؤثر است (۳٤). تانن‌های موجود در گیاه خاصیت قابض کننده دارند، و موسیلاژ آن عامل کمپلکس و ضد سرفه می‌باشد. از این گیاه در تسکین درد، برطرف نمودن اختلالات کلیه و مثانه، تصفیه و دهیدروژنه کردن خون، درمان التهاب روده، رماتیسم و عوارض ناشی از یائسگی و برونشیت استفاده می‌کنند (۸). میزان روغن بذر گل‌گاوزبان اروپایی بین ۳۷-۲۷ درصد متغیر است و روغن آن حاوی مقداری زیادی اسید چرب سیر نشده امگا ٦ است که دارای خواص دارویی فراوانی است و به‌عنوان مکمل‌های غذایی حاوی امگا-٦ و دارویی تجویزی برای درمان بیماری‌های قلبی، اگزمای طبیعی، دیابت‌ها، ورم مفاصل و بیماری اماس استفاده می‌شود (۱۱).

رشد و نمو گیاهان دارویی مانند سایر گیاهان زراعی متأثر از عوامل ژنتیکی و محیطی می‌باشد و حداکثر عملکرد زمانی حاصل می‌شود که ترکیب مناسبی از عوامل محیطی برای رشد گیاه فراهم باشد (۹). تاریخ کاشت از طریق انطباق مراحل رشد و نمو گیاه با وضعیت دمای خاک و هوا، طول روز، بارندگی و سایر عوامل محیطی بر استقرار، رشد رویشی و زایشی و در نتیجه کمیت و کیفیت عملکرد محصول

تأثیر می‌گذارد و یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر خصوصیات ریخت‌شناسی، فیزیولوژیک و زراعی گیاهان می‌باشد (۲۲). در این راستا، نتایج مطالعات فراوانی نشان داده است که تاریخ کاشت عملکرد گیاهان دارویی نظیر همیشه‌بهار، بابونه، رازیانه، کاسنی و انیسون را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۸، ٤، ۳۵ و ۳۱). بررسی تأثیر تاریخ کاشت‌های مختلف در گل‌گاوزبان اروپایی نشان داده است که با به تأخیر افتادن تاریخ کاشت، عملکرد به شدت کاهش یافته که علت آن را کاهش طول دوره رشد گزارش کردند (۱۰). همچنین بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد گل و صفات رشدی بابونه آلمانی در شرایط آب و هوایی گرگان نشان داد که بیشترین عملکرد گل خشک، تعداد شاخه گل‌دهنده در بوته، وزن خشک برگ و ارتفاع بوته در تاریخ کاشت ۲۰ اسفند به‌دست آمد (۱۲).

علاوه‌بر تاریخ کاشت، تراکم گیاهی نیز یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده تولید محسوب می‌شود. هم‌زمان با افزایش تراکم گیاهی، بیشتر اجزای عملکرد در گیاهان کاهش می‌یابد. اگر فاصله کاشت زیاد باشد، رقابت ناچیزی بین گیاهان در مراحل اول رشد رخ می‌دهد و تعداد زیادی مریستم اولیه در اوایل رشد گیاه شروع به تشکیل می‌نمایند. در توده‌هایی با تراکم متوسط، رقابت بین گیاهان ممکن است در زمان گل‌آغازی به قدری تشدید شود که از تعداد بیشتر گل‌ها کاسته شود. در توده‌های خیلی متراکم، هم رقابت درون گونه‌ای و هم رقابت برون گونه‌ای به قدر کافی تشدید شده و کلیه اجزای عملکرد را کاهش می‌دهد. گیاهان رشد نامحدود اساسا از طریق تغییر در تعداد قسمت‌های تشکیل شده به تراکم واکنش نشان می‌دهند (۱۸). تراکم‌های مختلف کاشت در گیاه گل‌گاوزبان اروپایی در شهرستان مهریز تفاوت معنی‌داری روی عملکرد گل خشک، تعداد گل در بوته و ارتفاع بوته نشان داد، به‌نحوی که در تراکم‌های بالاتر، عملکرد گل با میانگین (۷۷/۸٤ گرم در مترمربع) و ارتفاع بوته بیشتری را نسبت به تراکم پایین نشان داد (۳۰). تعداد برگ معیاری از ساختمان رویشی گیاه محسوب می‌شود و همراه با ارتفاع گیاه می‌تواند توصیف کمی و کیفی از چگالی تاج‌پوشش گیاه نیز فراهم سازد. بسیاری از اختلافات در محاسبه تولید خالص اولیه گیاهان به‌علت تفاوت در محاسبه تعداد برگ گیاهان است. تفاوت در تعداد برگ‌ها در تاریخ کاشت و تراکم‌های مختلف بوته می‌تواند منجر به تفاوت در تولید ماده خشک و در نتیجه اختلاف عملکرد یک گیاه در داخل یک مزرعه شود (۱۹). تراکم بوته همچنین اثر معنی‌داری را بر تعداد برگ و شاخص سطح برگ در گیاه ریحان (۳۸)، وزن خشک برگ در گیاه بابونه (۱۲) و درصد روغن در گل‌گاوزبان اروپایی (۳۲) نشان داد. اگرچه تراکم روی خصوصیات رشدی و عملکرد این گیاه تا حدودی بررسی شده است، ولی نتایج مطالعات محققین دیگر اثبات نمود که شرایط محیطی نیز تأثیر به‌سزایی بر رشد گیاهان داشته است. به‌این ترتیب، چنین به‌نظر می‌رسد که به‌منظور دستیابی به عملکرد مطلوب، بررسی خصوصیات این گیاه در شرایط آب و هوایی، مهم می‌باشد (٦). همچنین از آنجا که اطلاعات علمی قابل توجه‌ای در رابطه با عوامل محیطی اثرگذار بر خصوصیات رشدی و عملکرد گیاه دارویی گل‌گاوزبان اروپایی در اهواز موجود نبود، این تحقیق به‌منظور تعیین تراکم مطلوب بوته و تاریخ کاشت مناسب، با هدف بهینه‌سازی شرایط برای بهبود تولید گل‌گاوزبان اروپایی و صفات رشدی و عملکردی مناسب این گیاه به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و طول ٤٨ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۲۲ متر از سطح دریا اجرا گردید که از مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌آید و متوسط بارندگی منطقه ۱٦۹ میلی‌متر است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه موردنظر در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری).

Table 1. Physical and chemical properties of soil at the experimental field (0-30 cm. soil depth).

بافت Texture	پتاسیم قابل جذب Avaiable K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب Avaiable P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن N (درصد)	کربن آلی Organic carbon (درصد)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
Silty clay	214	7.2	0.05	0.76	7.4	3.6

آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج تاریخ کاشت (۱۵ مهر، ۵ و ۲۵ آبان، ۱۵ آذر و ۵ دی ماه) و چهار تراکم ٦، ۱۰، ١٤ و ۱۸ بوته در مترمربع (۱۷ و ۳) به‌ترتیب به‌عنوان عامل اصلی و فرعی در نظر گرفته شدند. هر کرت، به طول ۳ متر و عرض ٤ متر در نظر گرفته شد که شامل ۸ ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر بودند. با توجه به آزمون خاک، کود فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل (۷۵ کیلوگرم در هکتار) به‌صورت پایه و ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره که یک دوم آن به‌صورت پایه و بقیه آن به‌صورت سرک در مرحله ٦-٤ برگی به خاک افزوده شد. بذور در تاریخ‌های موردنظر با تراکم بالا در شیارهای ایجاد شده به عمق ۳-۲ سانتی‌متری کشت گردیدند. در مرحله ۵-٤ برگی جهت دستیابی به تراکم‌های موردنظر بوته‌های سبز شده بر روی ردیف به فاصله ۳۳ سانتی‌متر (تراکم ٦ بوته در مترمربع)، ۲۰ سانتی‌متر (تراکم ۱۰ بوته در مترمربع)، فاصله ١٤ سانتی‌متر (تراکم ١٤ بوته در مترمربع) و فاصله ۱۲ سانتی‌متر (تراکم ۱۸ بوته در مترمربع) تنک شدند. اولین آبیاری کرتی بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یکبار تا پایان فصل رشد برای هر پنج تاریخ کاشت، ادامه یافت. وجین در طول دوره رشد تا بسته شدن کامل تاج‌پوشش به‌صورت دستی انجام شد.

صفات اندازه‌گیری شده در مرحله گلدهی شامل عملکرد گل خشک، تعداد شاخه گل‌دهنده در بوته، تعداد گل در مترمربع، ارتفاع بوته، تعداد برگ، شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ و ساقه و درصد روغن بود. قبل از برداشت تعداد پنج بوته به‌صورت تصادفی از ردیف‌های وسط هر کرت برداشت گردید. بوته‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤٨ ساعت و گل‌ها در هوای آزاد در سایه خشک شدند، سپس با ترازوی دقیق، وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد گل خشک در واحد سطح، پس از حذف اثر حاشیه‌ای، یک مترمربع از هر کرت انتخاب و عملکرد گل خشک در تراکم و تاریخ‌های مختلف بر حسب گرم در مترمربع به‌دست آمد. جهت اندازه‌گیری شاخص سطح برگ در مرحله ۵۰ درصد گلدهی، برگ‌های ۳ بوته جدا گردید و سطح هر کدام از برگ‌ها به وسیله

دستگاه سطح‌سنج برگی دیجیتالی محاسبه گردید. پس از آن با تقسیم سطح برگ‌های موردنظر بر سطح زمین نمونه‌برداری شده، شاخص سطح برگ در آن مرحله برای هر کرت آزمایشی محاسبه شد. برای تعیین درصد روغن دانه از دستگاه سوکسله به‌مدت ۳ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. با توزین روغن به‌دست آمده از ۵ گرم دانه گل‌گاوزبان، درصد روغن استخراجی تعیین شد (۳۳).

تجزیه واریانس تمام صفات آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱)، انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح آماری پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای تاریخ کاشت و تراکم بوته اثر معنی‌داری روی ارتفاع بوته داشتند، اما برهمکنش آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تاریخ کاشت اول با میانگین (۱۰۰/۵۰ سانتی‌متر) بیشترین و تاریخ کاشت پنجم با میانگین (٦٧/٦٦ سانتی‌متر) کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در تحقیقات دیگر، نیز گزارش شده است که گیاهان کشت شده در تاریخ‌های کاشت زودتر، دارای ارتفاع بوته بیشتری بودند و تأخیر در زمان کاشت با کاهش ارتفاع بوته گیاهان همراه بود و بوته‌های کشت شده در مهر ماه، نسبت به بوته‌های کاشته شده در تاریخ‌های دیگر، دارای ارتفاع بیشتری بودند (۱۰). در این گیاه، افزایش ارتفاع بوته در تاریخ کاشت اول به‌دلیل طولانی بودن فصل رشد، رشد رویشی بهتر و در نتیجه فرصت کافی جهت افزایش طول میانگره است. همچنین بیشترین ارتفاع بوته، به‌ترتیب در تراکم‌های سوم (۹۳/۸۷ سانتی‌متر) و چهارم (۹۱/۱۳ سانتی‌متر) و دوم (۸۹/۲۳ سانتی‌متر) بود که اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد و کمترین مقدار ارتفاع بوته (۷۹/۲۷ سانتی‌متر) تحت تأثیر تراکم اول به‌دست آمد (جدول ٤). یکی از دلایل افزایش ارتفاع بوته به موازات افزایش تراکم بوته در واحد سطح می‌تواند ناشی از رقابت بوته‌های گل‌گاوزبان برای استفاده از تشعشع خورشیدی باشد. در تراکم‌های بالا نفوذ نور به داخل سایه‌انداز گیاهی کاهش و رقابت بین بوته‌ها برای بهره‌مندی از نور خورشید افزایش می‌یابد و گیاه برای فرار از سایه مجبور به افزایش فاصله میانگره شده است. همچنین، در شرایط سایه و کمبود نور در داخل سایه‌انداز گیاهی، تولید برخی هورمون‌های رشد نظیر اکسین و در نتیجه غالبیت انتهایی افزایش یافته و این امر منجربه افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (۳۲). نتایج به‌دست آمده با یافته‌های تحقیقاتی طباطبایی و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه بر روی گیاه گل‌گاوزبان اروپایی مطابقت داشت (۳۰).

جدول ۲- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در گل‌گاوزبان اروپایی تحت تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته.

Table 2. Analysis of variance (MS) of measured characteristics in borage as affected by sowing date and plant density.

		میانگین مربعات (MS)								
منبع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه گلدهنده در بوته Number of flowering branche per plant	تعداد گل در مترمربع Number of flowers per m^2	عملکرد گل خشک Dried flower	تعداد برگ Number of leaf	شاخص سطح برگ LAI	وزن خشک برگ Dry weight of leaves	وزن خشک ساقه Dry weight of stem	روغن دانه Seed oil
تکرار Replication	2	231.80^{ns}	1.05^{ns}	1354910.34^{ns}	54.131^{ns}	103.46^{ns}	0.09^{ns}	138.11^{ns}	5792.15^{ns}	92.36**
تاریخ کاشت Sowing date	4	2104.77**	23.98**	19554244.42**	2995.89**	2596.93**	4.64**	98448.08**	295882.37**	13.68^{ns}
خطای اصلی Error a	8	138.36	1.76	2605807.42	100.71	33.07	0.05	302.66	3558.02	5.09
تراکم بوته Plant density	3	615.17**	45.71**	32424643.38**	2787.22**	1149.66**	0.62*	27783.62**	119051.08**	58.78**
تاریخ کاشت × تراکم Sowing date × Plant density	12	110.19^{ns}	1.07^{ns}	2228286.63^{ns}	74.93^{ns}	167.19**	0.48**	9166.95**	10898.87^{ns}	12.91^{ns}
خطای فرعی Error b	30	112.38	0.95	990468.29	80.19	35.48	0.15	2331.81	6420.91	80.19
ضریب تغییرات (درصد)(%) CV	-	11.97	15.47	18.31	19.23	15.66	13.90	25.81	26.91	12.28

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج و یک درصد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن.

ns, * and **: Non-significant, significant at 5 and 1 % levels of probability, using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی صفات مورد بررسی در گل‌گاوزبان اروپایی تحت اثر تاریخ کاشت.

Table 3. Mean comparison of some studied characteristics in borage as effected by Sowing date.

تاریخ کاشت Sowing date	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد شاخه گل‌دهنده در بوته Number of flowering branche per plant	تعداد گل در مترمربع Number of flowers per m^2	عملکرد گل خشک Dried flower yield (gr/m^2)	وزن خشک ساقه Dry weight of stem (kg/ha)
۱۵ مهر 15 October	100.50^{a}	8.58^{a}	7637.31^{a}	72.08^{a}	504.75^{a}
۵ آبان 5 November	99.42^{ab}	6.42^{b}	5462.20^{b}	48.62^{b}	410.00^{b}
۲۵ آبان 25 November	88.75^{bc}	5.91^{bc}	4741.10^{b}	43.92^{bc}	255.83^{c}
۱۵ آذر 15 December	86.42^{c}	5.83^{bc}	4673.00^{b}	37.42^{cd}	197.58^{d}
۵ دی 5 January	67.66^{d}	4.75^{c}	4657.00^{b}	30.65^{d}	120.58^{e}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means with the same letters in each column have not significantly different.

جدول٤- مقایسه میانگین اثر ساده تراکم بوته بر برخی صفات مورد بررسی در گل‌گاوزبان اروپایی.

Table 4. Mean comparison for the simple effect of plant density on some quantity criteria of borage.

تراکم بوته Plant density	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد شاخه گلدهنده در بوته Number of flowering branches per plant	تعداد گل در مترمربع Number of flowers per m^2	عملکرد گل خشک Dried flower yield (gr/m^2)	وزن خشک ساقه Dry weight of stem (kg/ha)	روغن دانه Seed oil (درصد)
٦ بوته در مترمربع 6 Plant/m^2	79.27^{b}	8.80^{a}	3928.61^{b}	29.16^{c}	201.93^{c}	30.86^{a}
۱۰ بوته در مترمربع 10 Plant/m^2	89.23^{a}	6.07^{b}	4422.70^{b}	42.33^{b}	254.73^{c}	30.55^{a}
١٤ بوته در مترمربع 14 Plant/m^2	93.87^{a}	5.53^{b}	6810.90^{a}	58.63^{a}	327.53^{b}	29.09^{ab}
۱۸ بوته در مترمربع 18 Plant/m^2	91.13^{a}	4.80^{c}	6574.70^{a}	56.07^{a}	406.87^{a}	26.52^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means with the same letters in each column have not significantly different.

بر اساس نتایج این آزمایش تیمار تاریخ کاشت و تراکم بوته بر تعداد شاخه گلدهنده در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). محققان دیگر نشان دادند که تعداد شاخه گلدهنده در بوته تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت (۱ و ۱۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با تأخیر در تاریخ کاشت تعداد شاخه گلدهنده در بوته کاهش یافت. بین تاریخ کاشت‌های سوم و چهارم از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و بیشترین تعداد شاخه گلدهنده در بوته در تاریخ کاشت ۱۵ مهر با میانگین ۸/۵۸ مشاهده شد (جدول ۳). در تاریخ کاشت‌های انتهایی به علت این‌که گیاه در مراحل اولیه رشد با دماهای پایین برخورد نموده لذا دارای رشد بطئی بوده و قبل از وارد شدن به فاز زایشی از بنیه رشد رویشی مناسبی برخوردار نمی‌باشد و در زمان گلدهی نیز اغلب با دمای بالاتری نسبت به تاریخ کاشت اولیه روبه‌رو می‌شود، لذا تعداد شاخه گلدهنده به‌علت بنیه ضعیف اصولا تکامل پیدا نمی‌کنند و در نتیجه تعداد شاخه گلدهنده آن به‌مراتب در قیاس با تاریخ کاشت اولیه کمتر می‌باشد. کاهش تراکم بوته در واحد سطح نیز باعث افزایش معنی‌دار تعداد شاخه گلدهنده در بوته شد. بیشترین میانگین تعداد شاخه گلدهنده در تراکم

٦ بوته در مترمربع (۸/۸۰) و کمترین میانگین در تراکم ۱۸ بوته در مترمربع (٤/۸۰) به‌دست آمد (جدول ٤). این امر می‌تواند به‌دلیل افزایش فضای رشد گیاه و کاهش رقابت بین گیاهان در میزان نور خورشید، آب و مواد معدنی در مرحله رشد رویشی و زایشی در تراکم‌های پایین باشد که با نتایج گزارش شده در مورد گل‌گاوزبان اروپایی کشت شده در منطقه گیلان مطابقت داشت (۳).

مطابق جدول ۲، تاریخ کاشت و تراکم بوته اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد گل در مترمربع نشان دادند. اما اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بر تعداد گل در مترمربع معنی‌دار نبود. تعداد گل در مترمربع با تأخیر در کاشت کاهش نشان داد به‌طوری که در بین تاریخ‌های مختلف کاشت، تاریخ ۱۵ مهر با میانگین ٧٦٣٧/٣١ بیشترین تعداد گل در مترمربع و تاریخ کاشت ۵ دی با میانگین ٤٦٥٧/٠٠ کمترین تعداد گل در مترمربع را به خود اختصاص دادند که با تاریخ کاشت‌های دوم، سوم و چهارم در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۳). تاریخ کاشت مناسب باعث می‌شود گیاه زمان کافی جهت فتوسنتز و غذاسازی و افزایش تولید شاخه گلدهنده داشته باشد و در نتیجه باعث افزایش تعداد گل در مترمربع می‌شود. بیشترین تعداد گل در مترمربع (٦٨١٠/٩٠) مربوط به تراکم ١٤ بوته در مترمربع و کمترین تعداد گل در مترمربع (٣٩٢٨/٦١) در تراکم ٦ بوته در مترمربع بود (جدول ٤). در تراکم‌های پایین، طول دوره رشد گیاهان افزایش می‌یابد و این امر سبب افزایش رشد گیاهان می‌شود. یافته‌های تحقیقاتی دیگر محققین (۳۰) نیز با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که تیمارهای تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد گل اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). بیشترین عملکرد گل مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ مهر (۷۲/۰۸ گرم در مترمربع) بود (جدول ۳). بالا بودن عملکرد گل در تاریخ کاشت‌های زودتر به‌دلیل طولانی‌تر بودن فصل رشد و استفاده از شرایط اقلیمی مناسب اوایل رشد بود. تحقیقات دیگر محققین (۱۳ و ۲۸)، نیز مؤید این امر است که همسو با افزایش دما، عملکرد گل کاهش می‌یابد و البته این نکته حائز اهمیت است که کاهش ارتفاع ساقه و تعداد شاخه گلدهنده در تاریخ کاشت دیرهنگام را می‌توان دلیل کاهش عملکرد گل دانست. افزایش تراکم بوته تا حد معینی در طی این دوره باعث می‌شود که گیاه به‌طور مطلوبی منابع طبیعی را جهت بهبود رشد رویشی در اختیار داشته باشد و سرانجام به افزایش عملکرد گل منجر می‌شود (۲۰). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد گل به میزان تقریبی ۵۸/٦۳ گرم در مترمربع در تراکم ١٤ بوته در مترمربع به‌دست آمد (جدول ٤). از آنجایی که گل‌گاوزبان گیاهی رشد نامحدود است، تعداد گل در واحد سطح از اجزای اصلی عملکرد گیاه محسوب شده و نقش مهمی در تولید و عملکرد گل دارد. ترکیب مناسب تعداد بوته و تعداد شاخه گلدهنده باعث شد که تعداد گل در مترمربع در تراکم ١٤ بوته، بیشینه مقدار گل را در واحد سطح داشته باشد. افزایش تراکم و در نتیجه تعداد بوته بیشتر در واحد سطح عامل اصلی برتری تراکم ١٤ بوته در مترمربع در میزان گل تولیدی در واحد سطح و در نتیجه برتری عملکرد گل نسبت به دیگر تراکم‌ها است (۱۵ و ۳۲). افزایش بیش از حد تراکم به‌دلیل محدود شدن فضا برای رشد تک بوته، تحت تأثیر افزایش رقابت، کاهش عملکرد گل را به دنبال داشت. این نتایج بیانگر تأثیرپذیری تولید گل‌گاوزبان از عوامل محیطی و مدیریت به‌زراعی بود که با نتایج به‌دست آمده روی گل‌گاوزبان اروپایی (۳۲ و ١٦) و گل‌گاوزبان ایرانی (۲ و ۳) مطابقت داشت. اگرچه اثر

متقابل تیمارها بر عملکرد گل معنی‌دار نبود اما نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که گل‌گاوزبان اروپایی در تاریخ کاشت ۱۵ مهر و در تراکم ۱٤ بوته در مترمربع، ٤۸ درصد عملکرد گل بیشتری را نسبت به تاریخ کاشت ۵ دی در تراکم ۱٤ بوته در مترمربع تولید نمود (جدول ٦).

تعداد برگ تحت اثر تیمارهای تاریخ کاشت، تراکم بوته و اثر متقابل آن‌ها تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۲). بر اساس نتایج برش‌دهی، بین هر پنج تاریخ کاشت اختلاف بین چهار تراکم بوته، از نظر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۵). به‌طوری که در تاریخ کاشت ۱۵ مهر و ۵ آبان در تراکم ٦ بوته در متر مربع، بیشترین تعداد برگ در بوته به‌ترتیب با میانگین ۸۰/۳۳ و ٦۷/۰۰ مشاهده شد. در تاریخ کاشت سوم (۲۵ آبان) در تراکم ٦ بوته در مترمربع بیشترین تعداد برگ به‌دست آمد که با تراکم‌های ۱۰ و ۱٤ بوته در مترمربع از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. در تاریخ کاشت ۱۵ آذر نیز مانند دو تاریخ کاشت اول بیشترین تعداد برگ در تراکم ٦ بوته در مترمربع به‌دست آمد که البته تراکم ۱٤ و ۱۸ بوته در مترمربع نیز در یک گروه آماری قرار گرفتند. در تاریخ کاشت ۵ دی نیز مانند دیگر تاریخ کاشت و تراکم‌ها، با افزایش تراکم تعداد برگ کاهش یافت (جدول ٦). به‌نظر می‌رسد که با کاهش تراکم، رقابت بین بوته‌ها کاهش یافته و تعداد برگ در بوته افزایش می‌یابد، اما با نتایج تعدادی از محققان مغایرت داشت (۳۸). همچنین با تأخیر در کاشت و افزایش میانگین دما در فصل رشد باعث کاهش طول مراحل نمو از جمله دوره آغازش برگ می‌شود، لذا تعداد برگ‌ها کاهش می‌یابد (۱٤).

شاخص سطح برگ به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای تاریخ کاشت، تراکم بوته و اثر متقابل تیمارها قرار گرفت (جدول ۲). نتایج برش‌دهی اثر تیمارها بر شاخص سطح برگ نشان داد که بین تاریخ کاشت‌های سوم و چهارم اختلاف بین تراکم‌های کاشت از نظر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته نشان داد که در هر دو تاریخ کاشت سوم و چهارم بیشترین شاخص سطح برگ به‌ترتیب ۳/۷۷ و ۲/۸۲ واحد، در تراکم ۱۸ بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ٦). به‌نظر می‌رسد تاریخ کاشت ۱۵ آذر و ۵ دی در این تحقیق دیرهنگام بوده و علاوه‌بر کوتاه شدن دوره رشد گیاه، سبب کوتاهی عمر برگ‌ها و خشک شدن زودتر آن‌ها به دلیل مواجهه شدن با دمای بالا و در نتیجه منجر به کاهش شاخص سطح برگ نسبت به تاریخ کاشت ۱۵ مهر و ۵ آبان شده است (۲۷). در این آزمایش با افزایش تراکم، اگرچه تعداد برگ‌ها کاهش یافت، اما به‌دلیل این‌که گیاه گل‌گاوزبان اروپایی به‌طور مطلوب‌تری توانست از منابع و شرایط به نفع خود استفاده نماید، لذا شاخص سطح برگ خود را افزایش داده و از این طریق تعداد کم برگ را جبران می‌کند. این نتیجه در مطالعات سایر محققان در گیاه دارویی نعناع گزارش شده است (۳٦).

جدول ۵- برش‌دهی اثر برهمکنش تیمارها در تاریخ کاشت بر تعداد برگ، شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ و عملکرد گل خشک.

Table 5. Slice of interaction treatments in sowing dates on number of leaf, leaf area index, dry weight of leaves and dried flower yield.

تاریخ کاشت Sowing date	درجه آزادی df	تعداد برگ Number of leaf	شاخص سطح برگ LAI	وزن خشک برگ‌ها Dry weight of leaves (kg/ha)	عملکرد گل خشک Dried flower yield (gr/m^2)
۱۵ مهر 15 October	3	897.86^{**}	0.07^{ns}	43044.00^{**}	594.28^{ns}
۵ آبان 5 November	3	566.53^{**}	0.09^{ns}	20342.00^{**}	553.81^{ns}
۲۵ آبان 25 November	3	160.30^{**}	1.45^{**}	811.11^{ns}	488.17^{ns}
۱۵ آذر 15 December	3	112.75^{*}	0.23^{**}	80.75^{ns}	448.99^{ns}
۵ دی 5 January	3	80.97^{**}	0.02^{ns}	173.44^{ns}	489.06^{ns}

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج و یک درصد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن.

ns, * and **: Non-significant, significant at 5 and 1 % levels of probability, using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ٦- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در گل‌گاوزبان اروپایی تحت برهمکنش تراکم و تاریخ کاشت.

Table 6. Mean comparison of studied characteristics in borage as interaction effected density and Sowing date.

تیمارها Treatments		تعداد برگ	شاخص	وزن خشک برگ	عملکرد گل خشک
تاریخ کاشت Sowing date	تراکم (بوته در مترمربع) Density ($Plant/m^2$)	Number of leaf	سطح برگ LAI	Dry weight of leaves (kg/ha)	Dried flower yield (gr/m^2)
۱۵ مهر 15 October	6	80.33^{a}	3.55^{a}	180.00^{c}	44.49^{a}
	10	63.66^{ab}	3.57^{a}	263.33^{bc}	73.49^{a}
	14	45.66^{bc}	3.63^{a}	370.00^{ab}	86.05^{a}
	18	43.33^{c}	4.57^{a}	453.34^{a}	84.26^{a}
۵ آبان 5 November	6	67.00^{a}	2.79^{a}	146.66^{b}	33.08^{a}
	10	51.00^{b}	2.81^{a}	216.69^{ab}	42.44^{a}
	14	39.66^{bc}	3.16^{a}	296.61^{ab}	63.86^{a}
	18	36.63^{c}	3.77^{a}	330.32^{a}	55.21^{a}
۲۵ آبان 25 November	6	33.66^{a}	2.23^{b}	120.00^{a}	28.36^{a}
	10	40.00^{a}	2.48^{b}	130.32^{a}	38.83^{a}
	14	33.00^{a}	2.62^{b}	146.65^{a}	55.09^{a}
	18	24.67^{b}	3.77^{a}	156.66^{a}	53.55^{a}
۱۵ آذر 15 December	6	31.66^{a}	2.23^{b}	112.32^{a}	24.04^{a}
	10	30.63^{ab}	2.46^{b}	120.00^{a}	31.91^{a}
	14	25.64^{b}	2.51^{b}	123.10^{a}	52.39^{a}
	18	19.67^{c}	2.82^{a}	123.33^{a}	41.36^{a}
۵ دی 5 January	6	24.33^{b}	2.12^{a}	104.00^{a}	15.8^{a}
	10	30.37^{a}	2.15^{a}	110.23^{a}	24.97^{a}
	14	21.65^{bc}	2.18^{a}	117.33^{a}	44.50^{a}
	18	18.00^{c}	2.21^{a}	121.37^{a}	37.31^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means with the same letters in each column have not significantly different.

وزن خشک برگ تحت اثر تیمارهای تاریخ کاشت، تراکم بوته و اثر متقابل آن‌ها تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). نتایج برش‌دهی اثر تیمارها (جدول ۵) بر وزن خشک برگ نشان داد که بین تاریخ کاشت‌های اول و دوم، اختلاف بین تراکم‌های کاشت از نظر وزن خشک برگ معنی‌دار بود. در حالی‌که این موضوع در کشت‌های تأخیری مشاهده نگردید. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها

نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ در تاریخ کاشت اول در تراکم‌های ۱۸ بوته در مترمربع با میانگین (٤٥٣/٣٤ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. همچنین بیشترین و کمترین وزن خشک برگ در تاریخ کاشت دوم به‌ترتیب در تراکم ۱۸ بوته در مترمربع با میانگین (٣٣٠/٣٢ و ١٤٦/٦٦ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ٦). در آزمایش انجام شده روی گیاه همیشه‌بهار نیز گزارش شد که با تأخیر در تاریخ کاشت (۲۹) و کاهش تراکم بوته (۲۳) وزن خشک برگ کاهش می‌یابد. گل‌گاوزبان اروپایی به‌دلیل این‌که در تاریخ کاشت ۱۵ مهر در تراکم ۱۸ بوته در مترمربع دارای شاخص سطح برگ بیشتری است در نتیجه به‌دلیل افزایش ظرفیت فتوسنتزی، ماده خشک بیشتری تولید کرده که در افزایش عملکرد مؤثر خواهد بود.

از نظر آماری تیمارهای تاریخ کاشت و تراکم بوته تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه داشتند، اما برهمکنش آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). در بررسی اثر مستقیم تاریخ کاشت بر این صفت، بیشترین و کمترین وزن خشک ساقه در تاریخ کاشت اول با میانگین ٥٠٤/٧٥ کیلوگرم در هکتار و تاریخ کاشت پنجم با میانگین ۱۲۰/۵۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۳) که با نتایج به‌دست آمده روی گیاه کاسنی (۵) همسو بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن خشک ساقه نشان داد که با افزایش تراکم وزن خشک ساقه افزایش می‌یابد به‌طوری که بیشترین وزن خشک (٤٠٦/٨٠ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۱۸ بوته در مترمربع مشاهده گردید (جدول ٤). به‌نظر می‌رسد که تاریخ کاشت مهر ماه به‌دلیل دوره رشد رویشی طولانی‌تر و ذخیره‌سازی بیشتر مواد و استفاده از این ذخایر در مرحله ساقه‌دهی، دارای وزن خشک ساقه بیشتری در مقایسه با تاریخ کاشت‌های دیگر است. به‌علاوه، با افزایش تراکم میانگین وزن خشک ساقه افزایش یافت که این نتیجه با نتایج تعدادی از محققان (۳۷) مطابقت دارد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد روغن دانه گل‌گاوزبان از عوامل زراعی نظیر تراکم کاشت تأثیرپذیر می‌باشد (جدول ۲). بدین ترتیب، برای ارتقاء درصد روغن دانه، تعیین تراکم مناسب بوته در واحد سطح ضروری به‌نظر می‌رسد. تازه و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان دادند که اثر تراکم بوته بر درصد روغن در گل‌گاوزبان اروپایی معنی‌دار بود (۳۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین درصد روغن دانه گل‌گاوزبان اروپایی (۳۰/۸٦ درصد) و (۳۰/۵۵ درصد) به‌ترتیب در تراکم ٦ و ۱۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد که در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ٤). چون دانه گل‌گاوزبان محتوی مقادیر بالایی (۲۷ تا ۳۷ درصد) از روغن است که ارزش دارویی و غذایی بالایی دارد (۲۰ و ۲٤)، بدین ترتیب، تراکم کاشت ٦ و ۱۰ بوته در مترمربع برای افزایش درصد روغن دانه گل‌گاوزبان مطلوب به‌نظر می‌رسند. با افزایش تراکم بوته‌های گل‌گاوزبان در واحد سطح، گیاه با کمبود بیشتری از منابع محیطی رشد نظیر مواد غذایی، تشعشع و آب مواجه می‌شود که این امر منجر به کاهش درصد روغن دانه می‌گردد. با توجه به این‌که دانه در چرخه حیات گیاه نقش بارزی دارد، به‌نظر می‌رسد که گیاه سهم بیشتری از مواد غذایی جذب شده را به وسیله ریشه و مواد پرورده تولید شده از طریق فرایند فتوسنتز را به دانه اختصاص می‌دهد، که این امر بسته به شرایط محیطی، ضمن تکامل چرخه حیات، با افزایش عملکرد بذر در واحد سطح منجر به بهبود درصد روغن دانه گل‌گاوزبان نیز می‌گردد (۳۲).

نتیجه‌گیری

تاریخ کاشت اول (۱۵ مهر)، به‌دلیل افزایش درجه روزهای رشد، بالاترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه گلدهنده در بوته، تعداد گل در مترمربع، شاخص سطح برگ، تعداد برگ، وزن خشک برگ و ساقه را تولید نمود و بدین ترتیب از شرایط محیطی جهت تولید بالا، استفاده بهینه به‌عمل آمد. تأخیر در تاریخ کاشت موجب کاهش صفات مورد مطالعه از جمله عملکرد گل خشک شد که با توجه به کاهش فاصله سبزشدن گیاه تا گلدهی و همچنین گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیکی در کشت دیر، گیاه قبل از رسیدن به شاخص سطح برگ مناسب وارد مرحله زایشی گردیده و کاهش دریافت انرژی نورانی توسط گیاه باعث کاهش عملکرد در تاریخ کاشت دیرتر شد. از طرف دیگر افزایش ارتفاع و سایر صفات زراعی باعث افزایش تشکیل گل و در نهایت سبب افزایش عملکرد گل و درصد روغن شده است. نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت و تراکم بوته مناسب رشد رویشی خوب و در نهایت عملکرد بهتری حاصل می‌شود. به‌طور کلی، با توجه به نتایج به‌دست آمده، تاریخ کاشت ۱۵ مهر (۷۲/۰۸ کیلوگرم در هکتار) با تراکم ۱٤ بوته در مترمربع (٥٦/۰۷ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آب و هوایی اهواز سبب افزایش عملکرد می‌شود.

منابع

1. Asgarnejad, M.R., Zarei, A.R. and Zarezadeh, A. 2015. Effect of planting date and density on yield and yield components of black mustard (*Brassica nigra*) in Abarkuh climate. Crop prod. Publ. 8: 3.183-198. (In Persian)
2. Ashoori-Latmahalleh, D., Noorhosseini-Niyak, S.A. and Safarzadeh-Vishekaei, M.N. 2011. Effects of plant density and planting pattern on yield and yield components of Iran ox-tongue (*Echium amoenum Fisch and Mey*) in north of Iran. J. Med. Plant. Res. 5: 6.932-937.
3. Ashori, D., Hosseini, A.N. and Safarzadeh, M.N. 2014. Effect of plant density and planting arrangement on yield and yield components of (*Echium amoenum Fisch & Mey*) in Guilan province. J. Hortic. Sci. 28: 2.135-143. (In Persian)
4. Azizi, A., Siahmargui, A., Mohamad-Abadi, A. and Soheilly, A. 2015. Effect of sowing date on two fennel (*Foeniculum vulgar* L.) ecotypes in Mashhad climate condition. J. Hortic. Sci. 29: 1.1-10. (In Persian)
5. Balandri, A. and Rezvani-Moghadam, C. 2011. Effect of planting date and plant density on development stages and dry weight of chicory pumilum jacq (*Cichorium pumilum Jacq)*. Iran. J. Agric. Res. 9: 3.438-446. (In Persian)
6. Berimavandi, A.R., Hashemabadi, D., Facouri-Ghaziani, M.V. and Kaviani, B. 2011. Effects of plant density and sowing date on the growth, flowering and quantity of essential oil of (*Calendula officinalis* L.). J. Medic. Plant Res. 5: 2.5110-5115.
7. Carruba, A., La-Torre, R. and Matranga, A. 2002. Cultivation trials of aromatic and medicinal plants in semiarid Mediterranean environment. Acta Hort. 576: 207-216.
8. Chung, S., Kong, S. and Seong, K.Y. 2002. Gamma-linolenic acids in borago officinalis reverse epidermal hyperproliferation in guinea pigs. J. Nutr. 132: 10.3090-3094.
9. Dadkhah, A., Kafi, M. and Rasam, G.H. 2009. The effect of planting date and plant density on growth traits, yield quality and quantity of matricaria (*Matricaria chamomilla*). J. Hortic. Sci. 23: 2.100-107. (In Persian)
10. Ebrahimi, A., Moaveni, P. and Aliabadi-Farahani, H. 2010. Effects of planting dates and compost on mucilage variations in borage (*Borago officinalis* L.) under different chemical fertilization systems. Int. J. Biotechnol. Mol. Biol. Res. 1: 5.58-61.

11. EL-Hafid, R.E., Blade, S.F. and Hoyano, Y. 2002. Seeding date and nitrogen fertilization effect on the performance of borage (*Borago officinalis* L.). Ind. Crop Prod. 16: 193-199.
12. Farhang-Mehr, S., Akbari, S.H. and Rezvan-Bidakhti, S.H. 2014. Effect of planting date and plant density on flower yield and some morphological characteristics of matricaria (*Matricaria chamomilla* L.). Sci. J. Plant Ecophysiol. 16.79-87. (In Persian)
13. Galavi, M., Ramroudi, M. and Mansouri, S. 2007. Effect of sowing dates on yield, yield components and quality of isabgol (*Plantago ovata*) in Sistan region. Pajouhesh Sazandegi. 77.135-140. (In Persian)
14. Imam, Y. and Niknejad, V. 2004. Introduction to the Physiology of Crop Yield. Shiraz University Press, Shiraz, 571p. (Translated in persian)
15. Jamshidi, K.H. 2008. Effect of spacing of planting lines and plant density on quantitative aspects of matricaria (*Matricaria Chamomilla*). Iran. J. Agric. Sci. 31: 203-209. (In Persian)
16. javadzadeh, S.M. and Fallah, S.R. 2013. Effects of planting methods, nitrogen fertilizer and plant density on quality and quantity of borage (*Borago officinalis* L.). Sci. Agri. 3: 1.16-18.
17. Khaninejad, S. and Ghorban-Ali, A. 2013. Feasibility of cultivation of different ecotypes of (*Echium amoenum Fisch & Mey*) in Mashhad climatic condations. Abstract First national Conference on the Commercialization of Medicinal Plants and Natural Produts. (In Persian)
18. Koocheki, A. and Sarmadnia, H. 2012. Plant Physiology. Jahad Daneshgahi of Mashhad Press, Mashhad, 400p. (Translated in persian)
19. 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 Crop Res. 80: 1-7.
20. Mahmoodi-Sourestani, M., Derikvandi, M., Chehrazi, M. and Jafari, A.A. 2016. Evaluation of growth, seed yield and oil quantity and quality of some borage (*Borago officinalis* L.) populations and cultivars under Ahvaz weather condition. Iran. J. Medi. Aro. Plants., 32: 4.598-610. (In Persian)
21. Marisol-Berti, D., Rosemarie-wilckens, E., Felicitas-Hevia, H. and Alejandro-Montecino, Y. 2003. Influence of sowing date and seed origin on the of capitul (*Calendula officinalis* L.) during two growing seasons in Chili. Agric. Technol. 63: 1.3-9.
22. Mohammadi-Mirik, A.A., Saeidi, G. and Rezai, A. 2009. Interaction effects of planting date with seeding rate on agronomic traits of different genotypes of flax. Iran. Crop Res. 7: 1.219-228., (In Persian)
23. Mollafilabi, A., Khorramdel, S., Siahmarguee, A. and Shourideh, H. 2013. Plant density and nitrogen fertilizer effects on yield and qualitative characteristics of marigold (*Calendula officinalis* L.) under Torbat-e-Jam climatic conditions. J. Plant Prod. Res. 20: 4.83-100. (In Persian)
24. Naghdi-Abadi, H. and Sorooshzadeh, A. 2011. Evaluating potential of borage (*Borago officinalis* L.) in bioremediation of saline soil. Afr. J. Biotechnol. 10: 2.146-153.
25. Naghdi-Badi, H., Zainali-Mobarakeh, Z., Omidi, H. and Reza-Zadeh, S. 2012. Morphologic, agronomic and phytochemical changes in borage (*Borago officinalis* L.) as effected by chemical and biofertilizers. J. Med Plant., 9: 145-156. (In Persian)
26. Omidbeige, R. 2009. Production and Processing of Medicinal Plants. Astan Quds Razavi Press, Mashhad, 347p. (In persian)
27. Rahimi, M., Nourmohammadi, Gh. and Aynehband, A. 2009. Effect of planting date and nitrogen on yield, yield components and effective ingredients of lemon herb (*Linum usitatissimum* L.). Ecol Crop., 5: 14.22-13. (In Persian)
28. Sepehri, A., Mehranrad, T. and Karami, A. 2015. Effect of planting date and plant density on yield, harvest index and calendic acid content of two varieties of marigold (*Calend ula officinalis* L.) in Arak. J. Sustainable Agric. Prod Sci. 25: 1.1-12. (In Persian)
29. Tabatabaie, R., Amini-Dehaghi, M., Shahmoradi, M. and Kaviani-Ahangar, F. 2011. Effects of planting date and different amounts of nitrogen fertilizer on the yield and yield components of two marigold varieties (*Calendula Officinalis* L.). J. Crop Sci. 5.103-118. (In Persian)

30. Tabatabaie, S.A., Zare, M., Zarezada, M., Yoosefi, M. and Soltani, M. 2015. Effect of phosphorous and plant density on economic yield of Iranian borage. Agron. J. 106: 178-184. (In Persian)
31. Taheri-Asghari, M.J., Daneshian, J. and Aliabadi-Farahani, H. 2009. Effects of drought stress and plant density on characteristics of chicory (*Chicorium intybus* L.). Asian J. Agric. Sci. 1: 12-14. (In Persian)
32. Tazeh, K., Piri, I. and Mostafavi-Rad, M. 2015. Effects of plant density on flower, essential oil yield and some important agronomic indices of borage (*Borago officinalis* L.). J. Plant Prod. Res. 22: 4.87-100. (In Persian)
33. Uquiche, E., Jerez, M. and Ortiz, J. 2008. Effect of pretreatment with microwaves on mechanical extraction yield and quality of vegetable oil from Chilean hazelnuts. J. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 9: 495-500.
34. Wettasinghe, M. and Shahidi, F. 2005. Fe (III) chelation activity of extract of borago and evening primrose meals. Food Res. Int. 35: 65-71.
35. Zarei, Gh., Shamsi-Mahmoodabadi, H., Tabatabaei, S.A. and Mohtaram, S.A. 2012. Effect of sowing date and plant density on yield of chicory (*Cichorium intybus* L.). Pajouhesh Sazandegi., 144: 135-141. (In Persian)
36. Zehtab-Salmasi, S., Heidari, F. and Alyari, H. 2008. Effect of microelements and plant density on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha piperita* L.). Plant Sci. Res. 1: 1.24-26.
37. Ziaee, S.M., Kafi, M., Khazaee, H.R., Shabahang, J. and Soleimani, M.R. 2008. Effect of planting density and cutting frequency on forageand grain yields of kochia (*Kochia scoparia*) under saline water irrigation. Iran. J. Agric. Res. 6: 2.335-342. (In Persian)
38. Zokaee, A., Seifzadeh, S. and Taheri, M. 2014. Effect of planting densities and patterns on physiological and agronomical traits in basil (*Ocimum basilicum* L.). J. Agric. Res. 6: 2.143-158. (In Persian)