

ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) تحت تأثیر مقادیر آبیاری و تراکم بوته

محبوبه عبدالمهی مایوان¹، سرور خرم دل^{2*}، علیرضا کوچکی³ و رضا قربانی³

تاریخ دریافت: 1392/12/10

تاریخ پذیرش: 1393/04/13

عبدالمهی مایوان، م.، خرم دل، س.، کوچکی، ع.، و قربانی، ر. 1397. ارزیابی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) تحت تأثیر مقادیر آبیاری و تراکم بوته. بوم‌شناسی کشاورزی، 10(2): 327-339.

چکیده

به منظور بررسی اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیک، گل و بذر گیاه دارویی گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) تحت تأثیر مقادیر آبیاری و تراکم بوته، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی 92-1391 اجرا شد. سه مقدار آبیاری (I₁) 1000، (I₂) 2000 و (I₃) 3000 مترمکعب در هکتار) به عنوان عامل اصلی و چهار تراکم بوته (D₁) 16، (D₂) 20، (D₃) 26/67 و (D₄) 40)) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که اثرات ساده و متقابل مقادیر آبیاری و تراکم بوته بر روی عملکرد گل، بذر، بیولوژیک، تعداد گل، شاخه جانبی و تعداد دانه گیاه دارویی گاوزبان اروپایی معنی‌دار بود. اثر ساده مقدار آبیاری بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین عملکرد گل به ترتیب در تیمارهای D₃I₃ و D₁I₁ با مقادیر 0/81 و 0/14 گرم در مترمربع به دست آمد. با افزایش آبیاری به دلیل بهبود خصوصیات رشدی، به تبع آن عملکرد افزایش یافت، اما افزایش تراکم تا 40 بوته در مترمربع به دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای برای جذب آب و مواد غذایی کاهش رشد و عملکرد را موجب گردید.

واژه‌های کلیدی: رقابت، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد گل، گیاه دارویی

مقدمه

اروپا، آفریقای شمالی و آسیای صغیر است. این گیاه در سراسر دنیا و از جمله ایران کشت می‌شود و حاوی مواد موسیلاژی، تانن و ترکیبات فنولی و نیز مقدار کمی آلکالوئید است به طوری که به عنوان یکی از منابع اصلی اسیدهای چرب به شمار می‌رود و از آن به عنوان غنی‌ترین منبع شناخته شده برای گامالینولئیک اسید یاد می‌شود. گامالینولئیک-اسید یکی از اسیدهای چرب نادر در گیاهان است که عموماً به عنوان مکمل‌های غذایی و دارویی برای درمان بیماری‌های قلبی، دیابت و ورم مفاصل و بسیاری از بیماری‌های دیگر استفاده می‌شود (Naghdi Badi et al, 2007) و گل و برگ آن به عنوان یک ماده معرق، آرام-کننده و تصفیه‌کننده خون استفاده می‌شود (Wettasinghe & Shahidi, 2005; Zargari, 1982).

گیاهان دارویی از گیاهان مهم اقتصادی هستند که به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن مورد استفاده و بهره‌برداری قرار می‌گیرند (Mollafilabi, 2000). تولید گیاهان دارویی و معطر و تقاضا برای محصولات طبیعی در جهان رو به افزایش می‌باشد (Carrubba et al., 2002). به گونه‌ای که قرن بیستم را قرن بازگشت به طبیعت و استفاده از داروهای گیاهی نام نهاده‌اند (Golshadi et al., 2002). گاوزبان اروپایی با نام علمی *Borago officinalis* L. گیاهی از خانواده بوراژیناسه، علفی، یک‌ساله و بومی

آب یکی از مهمترین عوامل محیطی در تولید محصولات مختلف می‌باشد. به طوری که کمبود آب در جریان تولید گیاهان می‌تواند

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد آگروآولوژی، دانشیار و استاد، گروه آگروآولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول):
(Email: khorramdel@um.ac.ir

در تمام گیاهان مورد مطالعه کاهش یافت. رضوان بیدختی و همکاران (Rezvan Bidokhti et al., 2012) با بررسی اثر تیمارهای کم-آبیاری (آبیاری تا مرحله‌های غنچه‌دهی، گلدهی، شروع تشکیل دانه و رسیدگی کامل دانه (شاهد)) در سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) اظهار داشتند که ارتفاع بوته، تعداد و وزن کپسول، تعداد دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر آبیاری قرار گرفتند و بیشترین عملکرد و اجزای آن برای تیمار آبیاری کامل (شاهد) و کمترین مقدار در تیمار قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی به‌دست آمد.

جهت استفاده مناسب‌تر از عوامل محیطی نظیر نور، آب و مواد غذایی و نیز جلوگیری از بروز رقابت، تعداد بوته در واحد سطح می‌بایست در حد مطلوب باشد. تراکم مطلوب بوته، تراکمی است که در نتیجه آن کلیه عوامل محیطی به‌طور کامل مورد استفاده گیاه قرار گرفته و در عین حال، رقابت‌های درون بوته‌ای و برون بوته‌ای نیز در حداقل باشند تا حداکثر عملکرد ممکن با کیفیت مطلوب به‌دست آید (Khajepour, 1999). کریشنامورتی و همکاران (Krishnamoorthy et al., 2000) با بررسی اثر سه مقدار بذر (4، 8 و 12 کیلوگرم در هکتار) و پنج فاصله ردیف (30، 45، 60، 75 و 90 سانتی‌متر) بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد زنیان (*Trachyspermum ammi* (Linn.) Sprague) دریافتند که بیشترین تعداد انشعابات اولیه و ثانویه، تولید ماده خشک، تعداد چتر، تعداد دانه و وزن دانه برای مقدار چهار کیلوگرم و فاصله ردیف 90 سانتی‌متر بیشتر مشاهده شد. همچنین بالاترین عملکرد دانه به تیمار هشت کیلوگرم و فاصله ردیف 60 سانتی‌متر اختصاص داشت. نوروزپور و رضوانی‌مقدم (Noroozpoor & Rezvani, 2006) نشان دادند که با افزایش تراکم بوته از 150 به 200 بوته در متر مربع عملکرد سیاهدانه افزایش و با افزایش تراکم از 200 به 350 بوته در مترمربع به دلیل افزایش رقابت، عملکرد دانه کاهش یافت، در حالی که درصد اسانس با افزایش تراکم بیشتر از 150 بوته در مترمربع کاهش پیدا کرد. آن‌ها همچنین بیان کردند که بیشترین عملکرد روغن و اسانس برای تراکم 250 بوته در مترمربع حاصل شد. نتایج مطالعه رضوان بیدختی و همکاران (Rezvan Bidokhti et al., 2012) روی بررسی اثر تراکم‌های مختلف بوته (100، 150، 200 و 250 بوته در مترمربع) بر خصوصیات رشد و عملکرد سیاهدانه نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد و وزن کپسول تعداد

صدمات سنگینی به رشد و نمو و همچنین مواد مؤثره گیاهن‌داری وارد نماید (Omidbeigi, 1996). این موضوع به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک از اهمیت بیشتری برخوردار است (Maman et al., 2004). ایران نیز از جمله کشورهایی است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده است، لذا کمبود آب یکی از بزرگترین چالش‌هایی است که توسعه کشاورزی ایران با آن مواجه خواهد بود (FAO, 2000). بسیاری از فرآیندهایی که در گیاه صورت می‌پذیرد به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به وجود آب بستگی دارد، برخی مطالعات نشان داده است که تنش ناشی از کمبود آب سبب کاهش رشد اندام‌های مختلف گیاه اعم از ریشه و اندام‌های هوایی (De Bruyn et al., 1995; Carrubba et al., 2002; Jangir & Singh, 1996; Patel Hassani & Omidbaygi, 2002)، کاهش سطح برگ، ارتفاع، وزن خشک (et al., 1996) و بسته شدن روزنه‌های هوایی (Hassani & Omidbaygi, 2002; Surendra et al., 1994)، کاهش فتوسنتز (Jangir & Singh, 1996; Hassani & Omidbaygi, 2002) و ترقق (Jangir & Singh, 1996; Simon et al., 1992) می‌شود. نتایج تحقیق دست‌برهان و همکاران (Dastborhan et al., 2013) نشان داد که تنش آبی اثر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه، قطر ساقه، وزن خشک ساقه، تعداد برگ، وزن خشک برگ، تعداد شاخه گل‌دهنده، وزن خشک بذر، وزن خشک شاخه گل‌دهنده و زیست‌توده گیاه داشت؛ به‌طوری‌که با افزایش شدت تنش خشکی مقدار صفات مورد نظر کاهش یافت. کافی و کشمیری (Kafi & Keshmiri, 2011) گزارش کردند که تنش خشکی اثر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک توده بومی و رقم هندی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) داشت؛ به طوری‌که در بین تیمارهای آبیاری (یک نوبت در زمان کاشت، دو نوبت در زمان کاشت و گلدهی و سه نوبت در زمان کاشت، گلدهی و پر شدن دانه و چهار نوبت در طول فصل رشد)، بیشترین عملکرد در تیمار سه نوبت آبیاری به دست آمد. لباسچی و شریفی عاشورآبادی (Lebaschi & Sharifi Ashourabadi, 2004) ضمن بررسی سطوح مختلف تنش خشکی (100، 75، 50 و 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای) بر تعدادی از گیاهان دارویی شامل اسفرزه (*Plantago psyllium* L.)، بومادران (*Achillea millefolium* L.)، مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.)، همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) و بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) گزارش کردند که با تشدید تنش خشکی، وزن اندام‌های هوایی و ارتفاع بوته

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف ارزیابی عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد گل، تعداد شاخه جانبی و وزن هزاردانه گیاه دارویی گاو زبان اروپایی تحت تأثیر حجم‌های آبیاری و تراکم‌های بوته، به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد و ارتفاع 985 متر از سطح دریا، در سال زراعی 92-1391 انجام شد. سه حجم آبیاری شامل 1000 (I₁), 2000 (I₂) و 3000 (I₃) مترمکعب در هکتار و چهار تراکم 16 (D₁), 20 (D₂), 26/67 (D₃) و 40 (D₄) بوته در مترمربع به ترتیب به عنوان فاکتور اصلی و فرعی مدنظر قرار گرفتند. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه برداری از عمق 0-30 سانتی متر قبل از کاشت انجام شد که نتایج آن در جدول 1 ارائه شده است.

دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به طور معنی داری تحت تأثیر تراکم قرار گرفت؛ به طوری که بالاترین و پایین ترین عملکرد و اجزای آن به ترتیب در تراکم 200 و 250 بوته در مترمربع حاصل گردید. دلالوز و همکاران (Delaluz et al., 2002) نیز گزارش کردند که تراکم، عملکرد نعنای فلفلی (*Mentha piperita L.*) را به طور معنی داری تحت تأثیر قرار داد، به طوری که بالاترین عملکرد زیست توده برای تراکم 45×30 سانتی متر به دست آمد.

بنابراین، با توجه به موقعیت ایران از نظر اقلیمی، وجود بحران آب و همچنین اهمیت گیاهان دارویی، انجام مطالعه در این زمینه ضروری به نظر می رسد. به همین منظور، این آزمایش با هدف بررسی اثر حجم‌های آبیاری و تراکم‌های مختلف بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گاو زبان اروپایی در شرایط آب و هوایی مشهد طراحی و اجرا شد.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (0-30 سانتی متر)
Table 1- Physical and chemical properties of soil (0 -30 cm)

بافت Texture	پتاسیم قابل دسترس Available K	فسفر قابل دسترس Available P	نیترژن کل Total N	کربن آلی (%) Organic C (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹)
لومی-سیلت Silt-loam	300.12	5.78	452	0.21	7.45	1.91

شدند. وجین دستی علف‌های هرز بنا به ضرورت در دو مرحله قبل از بسته شدن کانوپی و همزمان با آن انجام شد. عملیات برداشت بوته‌ها در زمان زرد شدن گیاه و با حذف اثرات حاشیه‌ای به منظور تعیین عملکرد بذر و گل همزمان در نیمه دوم مرداد ماه انجام شد. در هنگام برداشت، تعداد شاخه جانبی پنج بوته اندازه‌گیری و ثبت شد. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTAT-C تجزیه و تحلیل شدند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

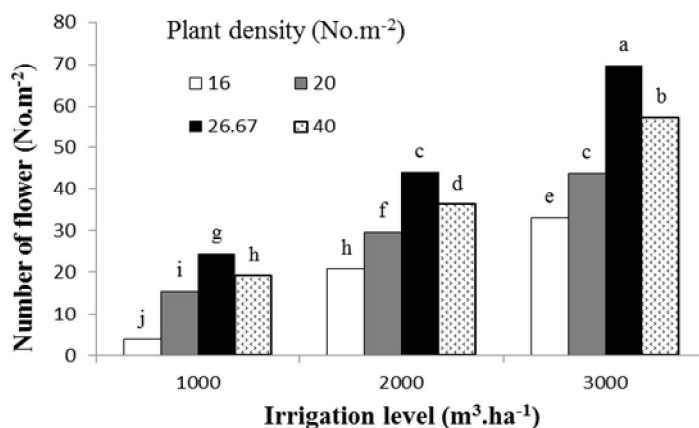
نتایج تجزیه واریانس اثر مقدار آبیاری و تراکم بوته بر خصوصیات رشدی و عملکرد گل و بذر گیاه گاو زبان اروپایی در جدول 2 نشان داده شده است.

عملیات آماده سازی بستر کاشت شامل شخم و دیسک در اسفند ماه قبل از شروع آزمایش انجام شد. در اردیبهشت ماه پس از تسطیح زمین و ایجاد فاروهای با فاصله 25 سانتی متر، عملیات کاشت دستی بذر گاو زبان روی شش ردیف دو متر انجام شد. فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها به ترتیب به صورت یک ردیف نکاشت و یک متر در نظر گرفته شد. جهت یکنواختی در سبز شدن گیاهچه‌ها، اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی از یک ماه پس از اطمینان از سبز شدن کامل بوته‌ها، با توجه به مقدار آبیاری تا پایان فصل رشد (با فاصله آبیاری هر هفت روز یکبار) با استفاده از کنتور انجام شد. قابل ذکر است میزان آب مورد نیاز برای آبیاری گاو زبان در شرایط آب و هوایی مشهد توسط نرم افزار AGWAT (Alizadeh & Kamali, 2007) برابر با 2000 مترمکعب در هکتار محاسبه شد. در مرحله 4-6 برگی بوته‌ها برای رسیدن به تراکم مورد نظر تنک

جدول 2- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گاوزبان تحت تأثیر مقادیر مختلف آبیاری و تراکم بوته
 Table 2- Analysis of variance (mean of squares) for yield and yield components of borage as a medicinal plant under different irrigation levels and plant densities

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد گل No. flower	عملکرد گل Flower yield	عملکرد بیولوژیک Biologic yield	عملکرد بذر Seed yield	تعداد دانه No. seed	وزن هزار دانه 1000-seed weight	تعداد شاخه جانبی No. branch
تکرار Replication	2	35.382**	0.011 ^{ns}	22.9777 ^{ns}	13.06**	2817.553 ^{ns}	0.975 ^{ns}	0.312**
مقدار آبیاری (A) Irrigation level	2	3710.22**	0.338**	147893.049**	288.36**	432031.537**	11.671**	60.378**
خطای اصلی Main error (B)	4	1.135	0.003	3.779	0.018	2584.026	0.309	0.001
تراکم بوته (B) Plant density (B)	3	1178.462**	0.172**	88782.170**	404.661**	764090.562**	0.307 ^{ns}	45.329**
A × B خطای فرعی Sub error	6	53.849**	0.012**	3269.765**	26.291**	21848.638*	0.368 ^{ns}	6.113**
کل Total	18	1.150	0.002	4.456	0.393	6442.620	0.522	0.004
35	-	-	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (%) C.V (%)		3.24	13.08	0.65	5.43	13.21	7.10	0.84

ns و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد.
 ns and **: are non-significant and significant at $\alpha=1\%$ probability levels, respectively.



شکل 1- اثر متقابل مقدار آبیاری و تراکم بوته بر تعداد گل گاوزبان اروپایی

میانگین های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می باشند.

Fig. 1- Interaction effects of irrigation levels and plant densities on flower number of borage

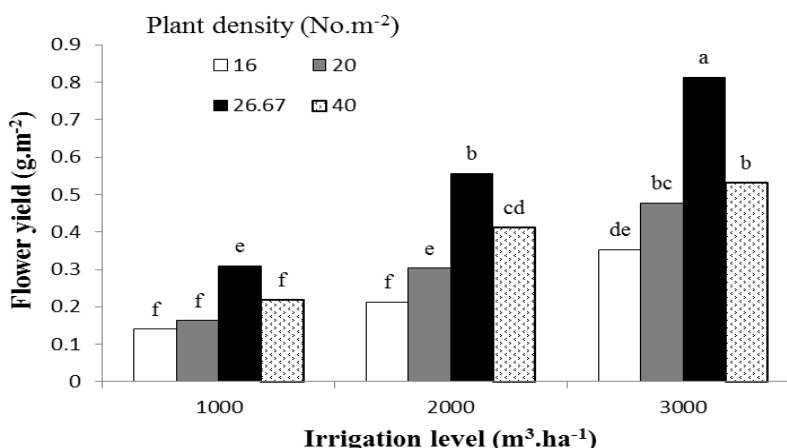
Means followed by similar letters have not significantly different at $\alpha=5\%$ probability level, Duncan's Multiple Range Test.

تراکم بوته بر روی تعداد گل گیاه گاوزبان اروپایی معنی دار بود (جدول

تعداد گل و عملکرد: اثرات ساده و متقابل مقادیر آبیاری و

در هکتار عملکرد گل در تراکم مطلوب (D_3) بیش از 60 درصد کاهش یافت (شکل 2). به نظر می‌رسد که کاهش مواد فتوسنتزی به علت کاهش سطح برگ و انتقال مواد آسمیلاتی به سمت گل‌ها (Hopkins, 1995) و نیز کاهش تعداد گل‌ها سبب کاهش عملکرد شده است. با افزایش تراکم تا 26/67 بوته در مترمربع عملکرد گل افزایش یافت، چنین به نظر می‌رسد که تراکم مناسب با تأثیر بر تولید شاخه جانبی می‌تواند تأثیر مطلوبی بر گلدهی و در نتیجه تولید بذر داشته باشد، اما تراکم بالاتر سبب می‌شود که گیاه فضا و عناصر غذایی کمتری در اختیار داشته باشد که در نتیجه به دلیل عدم تناسب بین رشد رویشی و زایشی و همچنین افزایش رقابت استفاده از منابع موجود کاهش تعداد و عملکرد گل و بذر را به دنبال دارد که با نتایج تحقیق (Martin & Deo, 2000) در گیاه دارویی همیشه بهار مطابقت داشت.

2). بیشترین و کمترین تعداد گل به ترتیب در تیمارهای D_3I_3 و D_1I_1 با مقادیر 69/60 و 3/89 گل در مترمربع به دست آمد (شکل 1). شوپرا و همکاران (Shubhra et al., 2004) نیز در بررسی روی همیشه بهار دریافتند که تعداد گل تحت شرایط خشکی به شدت کاهش یافت. افزایش مقدار آبیاری از 1000 به 3000 متر مکعب در هکتار موجب افزایش تعداد گل در تراکم مطلوب (D_3) گردید (شکل 1). اثرات ساده و متقابل مقادیر آبیاری و تراکم بوته بر روی عملکرد گل گیاه گاوزبان اروپایی معنی دار بود (جدول 2). بیشترین و کمترین عملکرد گل به ترتیب در تیمارهای D_3I_3 و D_1I_1 با مقادیر 0/813 و 0/14 گرم در مترمربع به دست آمد. با افزایش آبیاری به دلیل بهبود خصوصیات رشدی، به تبع آن عملکرد گل افزایش یافت که با نتایج پیرزاد و همکاران (Pirzad et al., 2006) در گیاه بابونه آلمانی مطابقت داشت. با کاهش مقدار آبیاری از 3000 به 1000 مترمکعب



شکل 2- اثر متقابل مقدار آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد گل گاوزبان اروپایی

میانگین های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

Fig. 2- Interaction effects of irrigation levels and plant densities on flower yield of borage

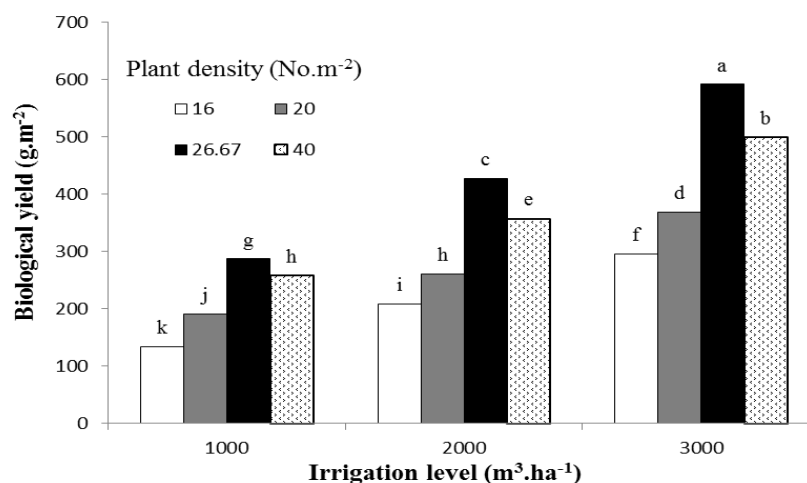
Means followed by similar letters have not significantly different at $\alpha=5\%$ probability level, Duncan's Multiple Range Test.

آسمیلات‌ها طی فتوسنتز، منجر به کاهش میزان تجمع ماده خشک گردید (Ferrerers et al., 1998; Bannayan et al., 2008). نجفی و رضوانی مقدم (Nadjafi & Rezvani Moghaddam, 2002) نیز کاهش عملکرد بیولوژیک اسفزه را با افزایش فواصل آبیاری گزارش کردند. علاوه بر این، به نظر می‌رسد با افزایش تراکم تا حد مطلوب به دلیل جذب مؤثرتر نور و افزایش فتوسنتز، زیست‌توده بیشتری تولید

عملکرد بیولوژیک: عملکرد بیولوژیک گیاه گاوزبان اروپایی به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات ساده و متقابل آبیاری و تراکم قرار گرفت (جدول 2). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در تیمارهای D_3I_3 و D_1I_1 با مقادیر 592/07 و 134/42 گرم در مترمربع به دست آمد (شکل 3). بروز محدودیت آبی در مراحل مختلف رشدی از طریق کاهش سطح برگ، جذب نور و تولید مواد پرورده و

افزایش تراکم تا حد مطلوب به دلیل استفاده بهتر از منابع، مقدار تجمع ماده خشک ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تأثیر افزایش فتوسنتز و تولید آسمیلاتها افزایش یافت.

گردیده است، اما افزایش تراکم بیش از حد مطلوب به دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای برای جذب منابع به‌ویژه نور و در نتیجه سایه-اندازی بوته‌ها، در نهایت، موجب کاهش عملکرد بیولوژیک گردید. بیولک و همکاران (Bullock et al., 2002) نیز گزارش نمودند که با



شکل 3 - اثر مقدار آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک گاوزبان اروپایی

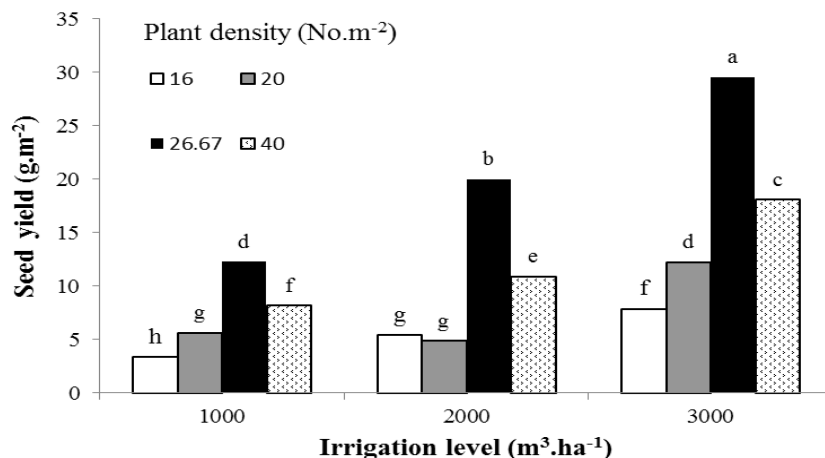
میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

Fig. 3- Interaction effects of irrigation levels and plant densities on biological yield of borage

Means followed by similar letters have not significantly different at $\alpha = 5\%$ probability level, Duncan's Multiple Range Test.

عملکرد دانه: اثرات ساده و متقابل مقادیر آبیاری و تراکم بوته به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه گیاه دارویی گاوزبان اروپایی را تحت تأثیر قرار داد (جدول 2). بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب در تیمارهای D_1I_1 و D_3I_3 با مقادیر $29/57$ و $3/36$ گرم در مترمربع به‌دست آمد (شکل 4). به‌نظر می‌رسد که افزایش مقدار آبیاری منجر به بهبود رشد رویشی شده و از طریق تحریک رشد اندام‌های رویشی، در نتیجه افزایش تولید مواد فتوسنتزی و به‌تبع آن افزایش عملکرد دانه را موجب شد. افزایش تراکم بوته تا سطح مطلوب ($26/67$ بوته در مترمربع) باعث استفاده منابع گردیده که در نتیجه افزایش عملکرد دانه را موجب شده است؛ در صورتی که در تراکم بالاتر از حد مطلوب، به‌دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌ها برای جذب منابع و فضا، عملکرد کاهش یافت. نجفی و رضوانی مقدم (Nadjafi & Rezvani Moghaddam, 2002) نیز کاهش عملکرد دانه اسفرزه را تحت تأثیر افزایش فواصل آبیاری گزارش کردند. برنگور و فاسی (Berenguer & Faci, 2001) گزارش کردند که در شرایط خشکی، افزایش تراکم به بالاتر از حد مطلوب سبب کاهش شدیدتر عملکرد شد. آن‌ها دلیل این امر را به تخلیه سریع‌تر رطوبت موجود در خاک تحت تأثیر افزایش تراکم نسبت دادند که در نتیجه باعث شده است گیاهان زودتر تنش خشکی را درک کنند.

تعداد دانه و وزن هزار دانه: اثر ساده و متقابل آبیاری و تراکم بر روی تعداد دانه گیاه گاوزبان اروپایی معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین و کمترین تعداد دانه در مترمربع به ترتیب در تیمارهای D_1I_1 و D_3I_3 با $1239/5$ و $173/4$ دانه در مترمربع به‌دست آمد (شکل 5). در بسیاری از گیاهان، وقوع تنش آبی در زمان گلدهی موجب کاهش تعداد گل‌های بارور و به‌دنبال آن کاهش تعداد دانه می‌گردد که در نتیجه کاهش بسیار زیاد عملکرد را به دنبال دارد (Koocheki, 1998). چنین به‌نظر می‌رسد که با افزایش تراکم بیش از تراکم مطلوب به‌دلیل افزایش رقابت بین گونه‌ای بین بوته‌های مجاور برای جذب آب و مواد غذایی تعداد دانه در مترمربع کاهش یافته است.

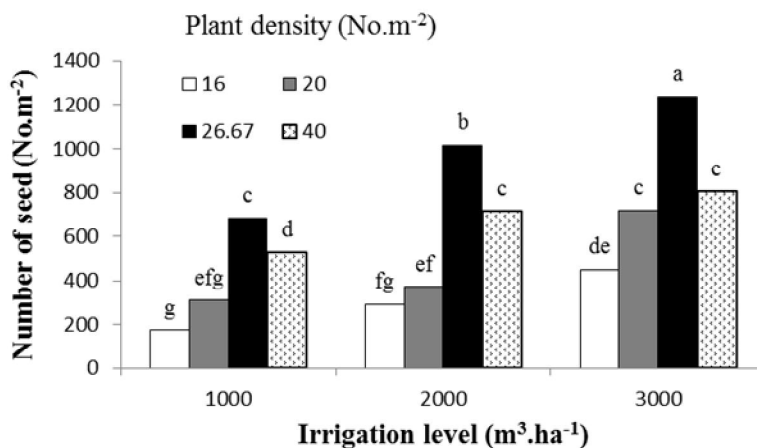


شکل 4- اثر متقابل مقدار آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد دانه گاوزبان اروپایی

میانگین های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می باشند.

Fig. 4 - Interaction effects of irrigation levels and plant densities on seed yield of borage

Means followed by similar letters have not significantly different at $\alpha=5\%$ probability level, Duncan's Multiple Range Test.



شکل 5- اثر مقدار آبیاری و تراکم بوته بر تعداد دانه گاوزبان اروپایی

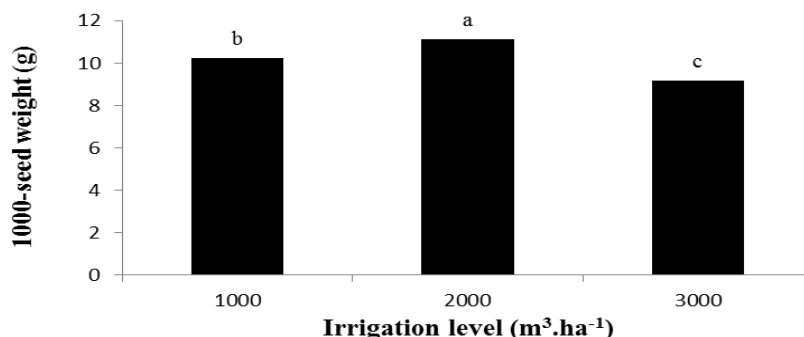
میانگین های دارای حروف مشترک، فاقد اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می باشند.

Fig. 5- Interaction effects of irrigation levels and plant densities on branch number of borage

Means followed by similar letters have not significantly different at $\alpha=5\%$ probability level, Duncan's Multiple Range Test.

3000 مترمکعب در هکتار با مقادیر 11/12 و 9/15 گرم به دست آمد. با افزایش مقدار آبیاری از 1000 به 3000 متر مکعب، وزن هزار دانه حدود 11 درصد کاهش یافت (شکل 6).

اثر ساده مقادیر آبیاری بر وزن هزار دانه گیاه دارویی گاوزبان اروپایی معنی دار شد (جدول 2). البته اثر ساده تراکم و همچنین اثر متقابل تراکم و آبیاری بر وزن هزار دانه معنی دار نبود (جدول 2). بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب در مقادیر آبیاری 2000 و



شکل 6- اثر مقدار آبیاری بر وزن هزاردانه گاوزبان اروپایی

میانگین های دارای حروف مشترک، فاقد اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می باشند.

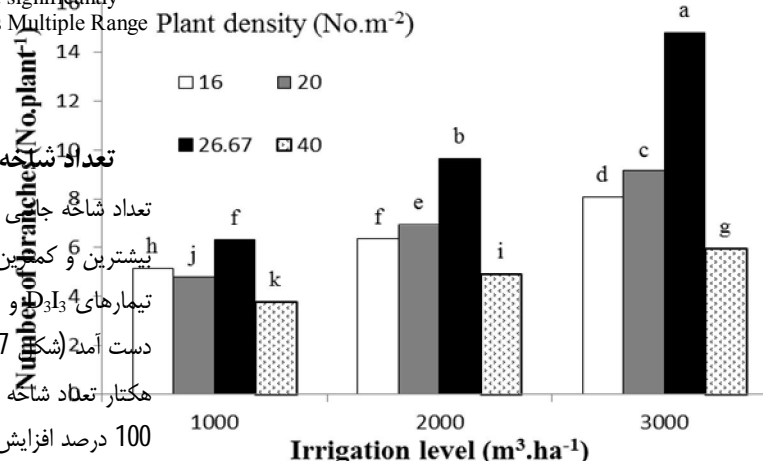
Fig. 6- Effect of irrigation levels on 1000-seed weight of borage

Means followed by similar letters have not significantly different at $\alpha=5\%$ probability level, Duncan's Multiple Range Test.

افزایش رشد سبزینه ای و رویشی گیاه در شرایط اعمال آبیاری کامل، منجر به تشکیل دانه های کوچک تر، ولی بیشتر شده است (Amiri Deh Ahmadi et al., 2012). تحقیقات نشان دهنده وجود رابطه جبرانی بین اجزای عملکرد می باشد، به طوری که افزایش یک جزء، کاهش جزء دیگر را به دنبال دارد (Gardner, 1985). جانگیر و سینگ (Jangir & Singh, 1996) کاهش وزن هزار دانه را در دفعات آبیاری بیشتر در گیاه زیره سبز گزارش کردند. همچنین اگر چه در تراکم های مختلف بوته تفاوت معنی داری از نظر آماری روی وزن

هزار دانه مشاهده نشد، اما با افزایش تراکم وزن هزاردانه کاهش یافت. بهدانی و راشد (Behdani & Rashed, 1999) نیز گزارش کردند که تراکم های مختلف تأثیر چندانی بر وزن هزار دانه کنجد (*Sesamum indicum* L.) نداشت، اما در بین تراکم های اعمال شده تراکم 2000 بوته در هکتار (پایین ترین تراکم) بالاترین وزن هزار دانه را دارا بود. به نظر می رسد که افزایش وزن هزار دانه در تراکم های پایین، مکانیسمی در جهت جلوگیری از کاهش عملکرد ناشی از تراکم تر بوته باشد.

Means followed by similar letters have not significantly different at $\alpha=5\%$ probability level, Duncan's Multiple Range Test.



شکل 7- اثر مقدار آبیاری و تراکم بوته بر تعداد شاخه جانبی گاوزبان اروپایی

میانگین های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می باشند.

Fig. 7- Interaction effects of irrigation levels and plant densities on branch number of borage

تعداد شاخه جانبی: اثر ساده و متقابل آبیاری و تراکم بر روی تعداد شاخه جانبی گیاه گاوزبان اروپایی معنی دار بود (جدول 2). بیشترین و کمترین تعداد شاخه جانبی در مترمربع به ترتیب در تیمارهای D_3I_1 و D_4I_3 با $14/80$ و $3/78$ شاخه جانبی در مترمربع به دست آمد (شکل 7). با افزایش آبیاری از 1000 به 3000 مترمربع در هکتار تعداد شاخه جانبی در مترمربع در تراکم مطلوب (D_3) بیش از 100 درصد افزایش یافت. با کاهش مقدار رطوبت و افزایش شدت بروز تنش خشکی از رشد رویشی گیاه کاسته شد و از آنجا که در شرایط بروز تنش راهکار گیاه این است که با حداقل رشد رویشی وارد مرحله رشد زایشی شود و دوره رشد خود را به سرعت به اتمام برساند، بنابراین، تعداد شاخه جانبی روندی کاهش نشان داد. کوچکی و

قرار داد. با کاهش مقدار آبیاری خصوصیات رشدی و عملکرد به دلیل بروز تنش رطوبتی کاهش یافت. افزایش تراکم تا 40 بوته در مترمربع از طریق افزایش رقابت درون گونه‌ای نیز کاهش رشد و عملکرد را موجب گردید. به‌طور کلی، بالاترین مقادیر عملکرد گل، دانه و بیولوژیک تعدادگل، بذر و شاخه‌های جانبی برای تیمار 3000 متر-مکعب در هکتار و تراکم بوته 27 بوته در مترمربع به‌دست آمد. بنابراین، برای دستیابی به رشد و عملکرد مطلوب جهت بهره‌برداری از منابع بایستی تأمین مطلوب میزان آب و تراکم مطلوب را جهت دستیابی به عملکرد مناسب مدنظر قرار داد.

همکاران (Koocheki et al., 2006) گزارش کردند که با افزایش فواصل آبیاری تعداد شاخه‌های جانبی در رازیانه روند کاهشی داشت. همچنین با افزایش تراکم بیش از سطح بهینه تعداد شاخه جانبی کاهش پیدا کرد که شاید به دلیل محدود شدن فضا برای رشد هر بوته و افزایش رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌ها برای جذب منابع مربوط باشد که در نتیجه رشد رویشی و زایشی را کاهش داده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که مقادیر آبیاری و تراکم بوته به‌طور معنی‌داری رشد و عملکرد گیاه دارویی گاو زبان اروپایی را تحت تأثیر

منابع

- Alizadeh, A., and Kamali, G.A. 2007. Crops Water Requirements. Imam Reza University Press, Mashhad, Iran. 223 pp. (In Persian)
- Amiri Deh Ahmadi, S.R., Rezvani Moghaddam, P., and Ehyae, H.R. 2012. The effects of drought stress on morphological traits and yield of three medicinal plants (*Coriandrum sativum*, *Foeniculum vulgare* and *Anethum graveolens*) in greenhouse conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 10(1): 116-124. (In Persian with English Summary)
- Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L., and Rastgoo, M. 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovate* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. Indian Journal of Crops Production 27: 11-16.
- Behdani, M.A., and Rashed, M.H. 1999. Effect of variety and plant density on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of Agricultural Science and Technology 12: 57-64. (In Persian with English Summary)
- Berenguer, M., and Faci, J. 2001. Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. European Journal of Agronomy 15: 43-55.
- Bullock, D.G., Nielson, R.I., and Nyquist, W.E. 2000. A growth analysis comparison of sweet basil growth in conventional and equidistant plant spacing. Crop Science 29: 256-258.
- Carrubba, A., Torre, R.L.A., and Matranga, A. 2002. Cultivation trials of some aromatic and medicinal plants in a semi-arid mediterranean environment. Proceeding of an International Conference on MAP. Acta Horticulture (ISHS) 576: 207-213.
- Dastborhan, S., Ghassemi-Golezani, K., and Zehtab-Salmasi, S. 2013. Changes in morphology and grain weight of borage (*Borago officinalis* L.) in response to seed priming and water limitation. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 5(3): 313-317.
- De Bruyn, J., Pretorius, P., and Human, J.J. 1995. Water sensitive periods during the reproductive growth phase of *Glycine max* L. II Establishing water stress sensitivity. Crop Science 174: 197-203.
- Delaluz, L.A., Fiallot, V.F., Ferradat, C.R., and Borregot, G.M. 2002. Investigación agrícolas an especies de uso frecuente enia medicina tradicional 111. Toronjl de menthe (*Mentha piperita* L.) Revista cubana de Plantas Medicinales 7(2): 1-4.
- Fereres, E., Orgaz, F., and Villalobos, F.L. 1998. Crop productivity in water-limited environments. In: Proceedings of the Fifth ESA Congress, Nitra, the Slovak Republic p. 317-318.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2000. FAO Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture. Special Alert, No. 308. Near East and South Asia.
- Gardner, F.P., Pearce, R.B., and Mitchell, R.L. 1985. Physiology of Crop Plants. The Iowa State University Press. 327 pp.
- Golshadi, A., Ansari, R., Agari, S., Sarrafzadegan, F., and Bashtam, M. 2002. An investigation of knowledge,

beliefs and practice to herbal medicines in population of Isfahan city. *Journal of Medicinal Plants* 2: 21-28. (In Persian with English Summary)

Hassani, A., and Omidbaygi, R. 2002. Effects of water stress on some morphological, physiological and metabolic characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural Sciences* 12(3): 47-59. (In Persian with English Summary)

Hopkins, W.G. 1995. *Introduction to Plant Physiology*. John Wiley and Sons, INC. New York, USA.

Jangir, R.P., and Singh, R. 1996. Effect of irrigation and nitrogen on seed yield of cumin (*Cuminum cyminum*). *Indian Journal of Agronomy* 41: 140-143.

Kafi, M., and Keshmiri, E. 2011. Study of yield and yield components of Iranian land race and Indian RZ₁₉ cumin (*Cuminum cyminum*) under drought and salinity stress. *Journal of Horticulture Science* 25(3): 327-334. (In Persian with English Summary)

Khajepour, M.R. 1999. *Principals of Agronomy*. Jihad Daneshgahi Publications Center, Industrial University of Isfahan Branch, Isfahan, Iran. (In Persian)

Koochehi, A. 1998. *Production and Improvement of Crops for Dryland*. Mashhad University Publications, Mashhad, Iran. (In Persian)

Koochehi, A., Nassiri Mahallati, M., and Azizi, G. 2006. The effect of different irrigation intervals and plant densities on yield and yield components of two fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) landraces. *Iranian Journal of Field Crops Research* 4(1): 131-140. (In Persian with English Summary)

Krishnamoorthy, V., Madalageri, M.B., and Basavaraj, N. 2000. Response of ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) to seed rate and spacing. *International Journal of Tropical Agriculture* 18: 379-383.

Lebaschi, M.H., and Sharifi Ashourabadi, E. 2004. Growth indices of some medicinal plants under different water stresses. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 20(3): 249-261. (In Persian with English Summary)

Maman, N., Mason, S.C., Lyon, D.J., and Dhungana, P. 2004. Yield Components of pearl millet and grain sorghum across environments in the Central Great Plains. *Crop Science* 44: 2138-2145.

Martin, R.J., and Deo, B. 2000. Effect of plant population on calendula (*Calendula officinalis* L.) flower production. *New Zealand Journal of Crops and Horticultural Sciences* 28: 37-44.

Mollafilabi, A. 2000. *Technology of seed production and mass proliferation of medicinal herbs*. Iranian Organization for Scientific and Industrial Researches, Khorasan Center, Iran. (In Persian)

Nadjafi, F., and Rezvani Moghaddam, P. 2002. Effects of irrigation regimes and plant densities on yield and agronomic characteristics of isabgol (*Plantago ovata*). *Journal of Agricultural Sciences and Technology* 16(2): 59-65. (In Persian with English Summary)

Naghdi Badi, H., Sorooshzadeh, A., Rezazadeh, S., Sharifi, M., Ghalavand, A., and Omidi, H. 2007. Review on Borage (Valuable medicinal plant and the plant source of gamma linolenic acid). *Journal of Medicinal Plants* 24: 1-13. (In Persian)

Noroozpoor, G., and Rezvani Moghaddam, P. 2006. Effect of different irrigation intervals and plant density on oil yield and essences percentage of black cumin (*Nigella sativa*). *Pajouhesh and Sazandegi* 77: 133-138. (In Persian with English Summary)

Omid Beigi, R. 1996. *Producing and Processing of Medicinal Plant*. Tarahan Nashr Publication. Mashhad, Iran. 424 pp. (In Persian)

Patel, B.S., Sadaria, S.G., and Patel, J.C. 1996. Influence of irrigation, nitrogen and phosphorus on yield, nutrient uptake and water use efficiency of blond psyllium (*Plantago ovata*). *Indian Journal of Agronomy* 41: 136-139.

Pirzad, A., Alyari, H., Shakiba, M.R., Zehtab-Salmasi, S., and Mohammadi, A. 2006. Essential oil content and composition of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) at different irrigation regimes. *Agronomy Journal* 5(3): 451-455. (In Persian)

Rezvan Bidokhti, S., Sanjani, S., Dashtban, A.R., and Hesam Arefi, I. 2012. Evaluation of yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.) in different plant densities under deficit irrigation. *Iranian Journal of Field Crops Research* 10(2): 382-391. (In Persian with English Summary)

Shubhra, K., Dayal, J., Goswami, C.L., and Munjal, R. 2004. Effects of water-deficit on oil of *Calendula* aerial parts. *Biologia Plantarum* 48(3): 445-448.

Simon, J.E., Bubenheim, R.D., Joly, R.J., and Charles, D.J. 1992. Water stress induced alterations in essential content and composition on of sweet basil. *Journal of Essential Oil Research* 4: 71-75.

Surendra, S.R., Tomar, K.P., Gupta, K.P., Mohd, A., and Nigam, K.B. 1994. Effect of irrigation and fertility levels on growth and yield of coriander (*Coriandrum sativum*). Indian Journal of Agronomy 30: 442-447.

Wettasinghe, M., and Shahidi, F. 2005. Fe (III) chelation activity of extract of Borago and evening primrose meals. Food Research International 35: 65-71.

Zargari, A. 1982. Medicinal Plants. Tehran University Press, Tehran, Iran. (In Persian)



Evaluation of Yield and Yield Component of Borage (*Borago officinalis* L.) Affected as Irrigation Level and Plant Density

M. Abdollahi Mayvan¹, S. Khorramdel^{2*}, A. Koocheki³ and R. Ghorbani³

Submitted: 01-03-2014

Accepted: 04-07-2014

Abdollahi Mayvan, M., Khorramdel, S., Koocheki, A., and Ghorbani, R. 2018. Evaluation of yield and yield component of borage (*Borago officinalis* L.) affected as irrigation level and plant density. Journal of Agroecology. 10(2): 327-339.

Introduction

Medicinal plants are in use by a large portion of population for their medicinal therapeutic effects. Borage (*Borago officinalis* L.) is an annual herbaceous, and hairy medicinal plant which height changes within 70 to 100 cm. Stems are straight, often branched, hollow, and covered by tough fibers. Its leaves are alternate and simple and are covered with tough fibers. The flowers are blue and rarely appear white or rose colored. This plant belongs to the family of Boraginaceae. The plant is also commercially cultivated for borage seed oil extracted from its seeds. Water is one of the important factors affecting growth and yield of medicinal plant. Increasing plant production per unit of water is one of the greatest challenges facing the researchers especially in arid and semi-arid regions. Plant density is an important agronomic factor that manipulate micro environment of the field and impacts growth, development and yield of plants. Within certain limits, increase of plant population density decreases the growth and yield per plant but the reverse occurs for yield per unit area. The optimum plant density to attain highest yield may vary with the plant and geographical location. Present study aims to investigate the possibility of improving the yield and yield components of borage affected as irrigation levels and plant densities.

Materials and Methods

A field experiment was conducted as split plot experiment based on a complete randomized block design (CRBD) with three replications at Agricultural Research Station, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during growing season of 2012-2013. Three irrigation levels (1000 (I1), 2000 (I2) and 3000 (I3) m³.ha⁻¹) and four plant densities (16 (D1), 20 (D2), 26.67 (D3), 40 (D4) plants.m⁻²) allocated to the main plot and sub plot, respectively. Water requirement for the medicinal plant under Mashhad climatic conditions was determined by using AGWAT equal to 2000 m³.ha⁻¹. When the plants were yellow harvesting operation was performed. At first, five plants per plot were randomly selected for measurement of yield components. After removal of margins, to determine the seed yield, the remaining area was harvested. The studied criteria were number of flowers, flower yield, biological yield, seed yield, number of seed, 1000-seed weight and number of branches per plant of borage. To analyze the variance of the experimental data and drawing of diagrams, MSTAT-C 8 and Excel software was used. Means were compared according to Duncan multiple test at the 5% probability level.

Results and Discussion

Results showed that simple and interaction effects of irrigation level and plant density were significant on flower yield, seed yield, biological yield, flower number, branch number and seed number of borage. One thousand-seed yield affected significantly by different irrigation levels. These morphological changes in growth can be considered as a morphological adaptation of the medicinal plant to water and environmental stresses to decrease transpiration and to induce a lower consumption of water. The growth is the most important process that is affected by water stress and the decrease in the growth of cells leads to decrease the plant height and number of branches. The highest and the lowest flower yield were observed in I3D3 and I1D1 with 0.81 and 0.14 g.m⁻², respectively. The maximum and the minimum flower number, biological yield and seed yield were

1, 2 and 3- MSc student in Agroecology, Associate Professor and Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(*- Corresponding author Email: khorramdel@um.ac.ir)

DOI: 10.22067/jag.v10i2.34695

recorded in D3I3 (with 69.60 flows.m⁻², 592.07 g.m⁻² and 29.57 g.m⁻²) and D1I1 (with 3.89 flows.m⁻², 134.42 g.m⁻² and 3.36 g.m⁻²) respectively.

Conclusion

According to the results obtained in the present study, the effects of irrigation levels and plant densities had significant effects on yield and yield components of borage. By increasing in irrigation level improved growth characteristics and yield, but by increasing in plat density up to 40 plants.m⁻² declined its growth and yield due to inter species competition for water and nutrient absorption.

Acknowledgement

This research was funded by Vice Chancellor for Research of Ferdowsi University of Mashhad, which is hereby acknowledged.

Keywords: Biological yield, Competition, Flower yield, Medicinal plant, Seed yield