Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 10، شماره 2، تابستان 1397، ص. 339-327

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.2, Summer 2018, p. 327-339

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

محبوبه عبدالهی مایوان[1]، سرور خرم دل[2*]، علیرضا کوچکی[3] و رضا قربانی[3]

تاریخ دریافت: 1392/12/10
تاریخ پذیرش: 1393/04/13

عبدالهی مایوان، م.، خرم‌دل، 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): 339-327.

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 به‌صورت 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 (1000 (I_1)، 2000 (I_2) و 3000 (I_3) مترمکعب در هکتار) به عنوان عامل اصلی و چهار تراکم بوته (16 (D_1)، 20 (D_2)، 26/67 (D_3) و 40 (D_4)) 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 D_3I_3 و D_1I_1 با مقادیر 0/81 و 0/14 گرم در مترمربع به دست آمد. با افزایش آبیاری به‌دلیل بهبود خصوصیات رشدی، به‌تبع آن عملکرد افزایش یافت، اما افزایش تراکم تا 40 بوته در مترمربع به‌دلیل 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

گیاهان دارویی از گیاهان مهم اقتصادی هستند که به‌صورت 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)، به‌گونه‌ای 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 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 به‌طوری‌که به‌عنوان یکی از منابع اصلی اسیدهای چرب به‌شمار می‌رود و از آن به‌عنوان غنی‌ترین منبع شناخته شده برای گامالینولئیک‌اسید یاد می‌شود. گامالینولئیک-اسید یکی از اسیدهای چرب نادر در گیاهان است که عموماً به‌عنوان 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).

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

1، 2 و 3- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواولوژی، دانشیار و استاد، گروه اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: khorramdel@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jag.v10i2.34695

www.SID.ir

Archive of SID

صدمات سنگینی به رشد و نمو و همچنین مواد مؤثره گیاهن دارویی 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 et al., 1996)، کاهش سطح برگ، ارتفاع، وزن خشک (Hassani & Omidbaygi, 2002)، بسته شدن روزنه‌های هوایی (Hassani & Omidbaygi, 2002; Surendra et al., 1994)، کاهش فتوسنتز (Jangir & Singh, 1996; Hassani & Omidbaygi, 2002) و تعرق (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 در تمام گیاهان مورد مطالعه کاهش یافت. رضوان بیدختی و همکاران (Rezvan Bidokhti et al., 2012) با بررسی اثر تیمارهای کم‌آبیاری (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 غذائی 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 (Khajehpour, 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 (*Trachyyspermum 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 Moghaddam, 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 حالی‌که 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

www.SID.ir

Archive of SID

دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم قرار گرفت؛ به‌طوری‌که بالاترین و پایین‌ترین عملکرد و اجزای آن به‌ترتیب در تراکم 200 و 250 بوته در مترمربع حاصل گردید. دلالوز و همکاران (Delaluz et al., 2002) نیز گزارش کردند که تراکم، عملکرد نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد، به‌طوری‌که بالاترین عملکرد زیست‌توده برای تراکم 30×45 سانتی‌متر به‌دست 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 می‌رسد. به همین منظور، این آزمایش با هدف بررسی اثر حجم‌های آبیاری و تراکم‌های مختلف بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گاوزبان اروپایی در شرایط آب و هوایی مشهد طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف ارزیابی عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد گل، تعداد شاخه جانبی و وزن هزاردانه گیاه دارویی گاوزبان اروپایی تحت تأثیر حجم‌های آبیاری و تراکم‌های بوته، به‌صورت 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 (I_1)، 2000 (I_2) و 3000 (I_3) مترمکعب در هکتار و چهار تراکم 16 (D_1)، 20 (D_2)، 26/67 (D_3) و 40 (D_4) بوته در مترمربع به‌ترتیب به‌عنوان فاکتور اصلی و فرعی مدنظر قرار گرفتند. به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک نمونه‌برداری از عمق 30-0 سانتی‌متر قبل از کاشت انجام شد که نتایج آن در جدول 1 ارائه شده است.

جدول 1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک (30-0 سانتی‌متر)

Table 1- Physical and chemical properties of soil (0 -30 cm)

بافت Texture	پتاسیم قابل دسترس Available K	فسفر قابل دسترس Available P	نیتروژن کل Total N	کربن آلی (%) Organic C (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
	(میلی‌گرم بر کیلوگرم) ($mg.kg^{-1}$)					
لومی-سیلت Silt-loam	300.12	5.78	452	0.21	7.45	1.91

عملیات آماده‌سازی بستر کاشت شامل شخم و دیسک در اسفند ماه قبل از شروع آزمایش انجام شد. در اردیبهشت‌ماه پس از تسطیح زمین و ایجاد فاروهایی با فاصله 25 سانتی‌متر، عملیات کاشت دستی بذر گاوزبان روی شش ردیف دو متر انجام شد. فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها به‌ترتیب به‌صورت 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 گاوزبان در شرایط آب و هوایی مشهد توسط نرم‌افزار AGWAT (Alizadeh & Kamali, 2007) برابر با 2000 مترمکعب در هکتار محاسبه شد.

در مرحله 6-4 برگی بوته‌ها برای رسیدن به تراکم مورد نظر تنک 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 به‌منظور 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 نرم‌افزار 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 گاوزبان اروپایی در جدول 2 نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

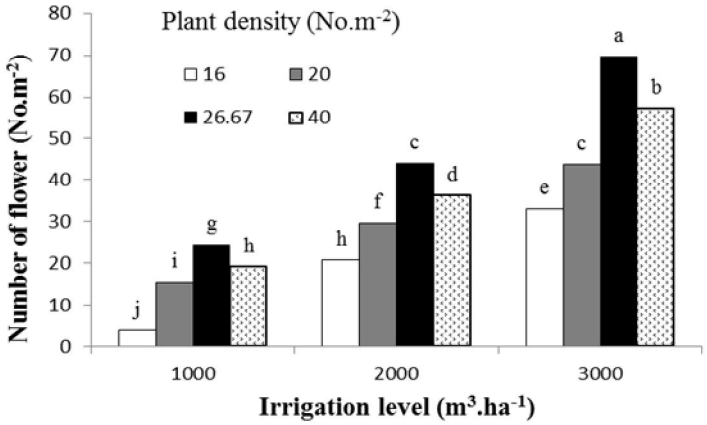
جدول 2- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گاوزبان تحت تأثیر مقادیر مختلف آبیاری و تراکم بوته

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	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	6	53.849**	0.012**	3269.765**	26.291**	21848.638*	0.368^{ns}	6.113**
خطای فرعی Sub error	18	1.150	0.002	4.456	0.393	6442.620	0.522	0.004
کل Total	35	-	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (%) C.V (%)		3.24	13.08	0.65	5.43	13.21	7.10	0.84

ns و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

ns and **: are non-significant and significant at α= 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 معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

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 α= 5% probability level, Duncan's Multiple Range Test.

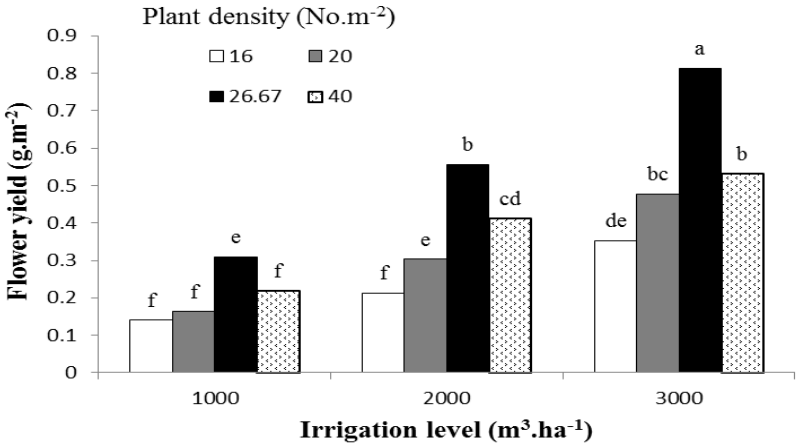
تعداد گل و عملکرد: اثرات ساده و متقابل مقادیر آبیاری و تراکم بوته بر روی تعداد گل گیاه گاوزبان اروپایی معنی‌دار بود (جدول

www.SID.ir

Archive of SID

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 به‌دست آمد (شکل 1). شوبرا و همکاران (Shubhra et al., 2004) نیز در بررسی روی همیشه‌بهار دریافتند که تعداد گل تحت شرایط خشکی به‌شدت 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 معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین و کمترین عملکرد گل به‌ترتیب در تیمارهای D_3I_3 و D_1I_1 با مقادیر 0/813 و 0/14 گرم در مترمربع به‌دست آمد. با افزایش آبیاری به‌دلیل بهبود خصوصیات رشدی، به‌تبع 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 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 آسیمیلاتی 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 به‌نظر 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 به‌دلیل 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.



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

میانگین های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌داری 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

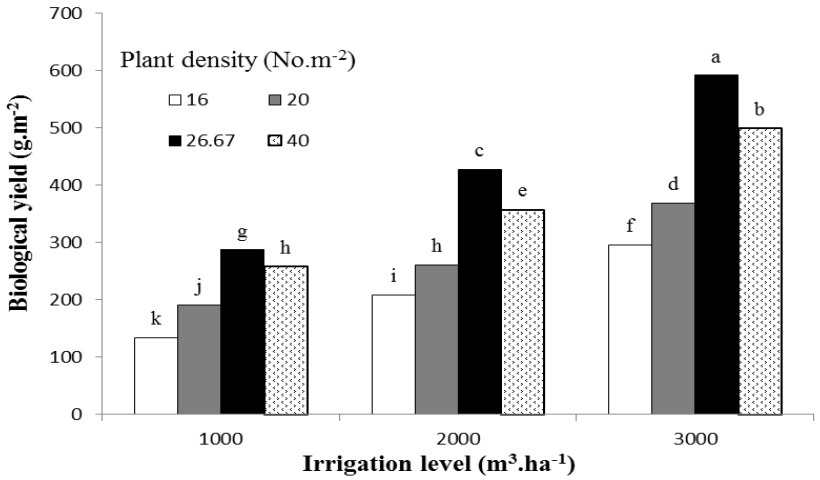
Means followed by similar letters have not significantly different at α= 5% probability level, Duncan's Multiple Range Test.

عملکرد بیولوژیک: عملکرد بیولوژیک گیاه گاوزبان اروپایی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات ساده و متقابل آبیاری و تراکم قرار گرفت (جدول 2). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب 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 آسیمیلات‌ها طی فتوسنتز، منجر به کاهش میزان تجمع ماده خشک گردید (Fererers et al., 1998; Bannayan et al., 2008). نجفی و رضوانی مقدم (Nadjafi & Rezvani Moghaddam, 2002) نیز کاهش عملکرد بیولوژیک اسفرزه را با افزایش فواصل آبیاری گزارش کردند. علاوه بر این، به نظر می‌رسد با افزایش تراکم تا حد مطلوب به‌دلیل جذب مؤثرتر نور و افزایش فتوسنتز، زیست‌توده بیشتری تولید

www.SID.ir

Archive of SID

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



شکل3 - اثر مقدار آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک گاوزبان اروپایی

میانگین های 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 α= 5% probability level, Duncan's Multiple Range Test.

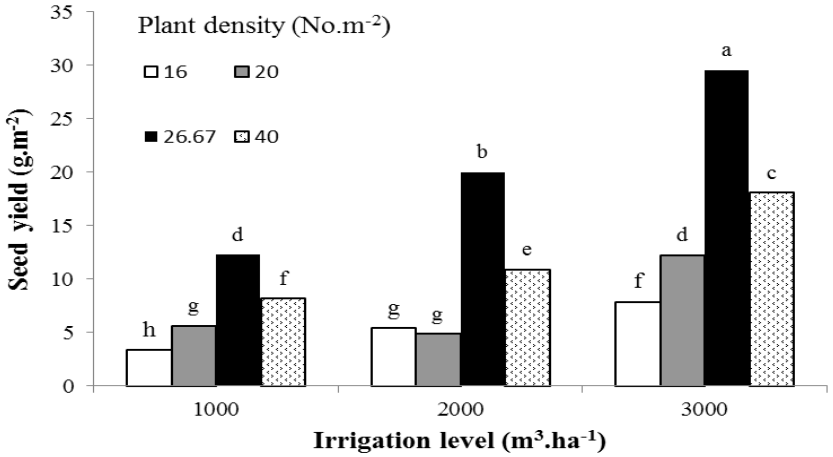
عملکرد دانه: اثرات ساده و متقابل مقادیر آبیاری و تراکم بوته به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه گیاه دارویی گاوزبان اروپایی را تحت تأثیر قرار داد (جدول 2). بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب در تیمارهای D_3I_3 و D_1I_1 با مقادیر 29/57 و 3/36 گرم در مترمربع به‌دست آمد (شکل 4). به‌نظر می‌رسد که افزایش مقدار 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 صورتی‌که 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_3I_3 و D_1I_1 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.

www.SID.ir

Archive of SID

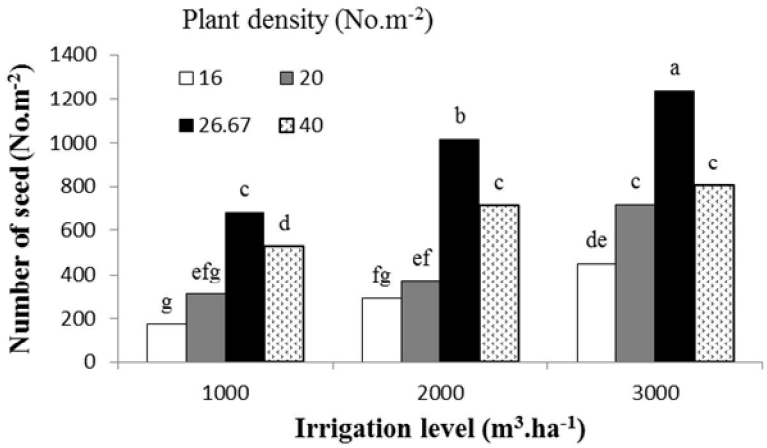


شکل 4- اثر متقابل مقدار آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد دانه گاوزبان اروپایی

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

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 α= 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 معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

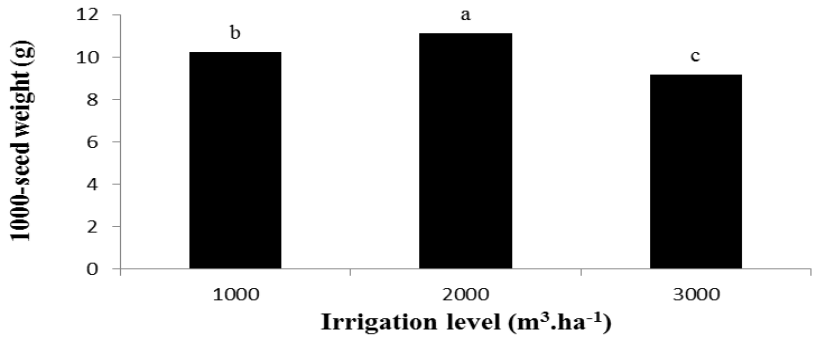
Fig. 5- Interaction effects of irrigation levels and plant densities on branch number of borage

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

اثر ساده مقادیر آبیاری بر وزن هزار دانه گیاه دارویی گاوزبان اروپایی معنی‌دار شد (جدول 2). البته اثر ساده تراکم و همچنین اثر متقابل تراکم و آبیاری بر وزن هزاردانه معنی‌دار نبود (جدول 2). بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به‌ترتیب در مقادیر آبیاری 2000 و 3000 مترمکعب در هکتار با مقادیر 11/12 و 9/15 گرم به‌دست آمد. با افزایش مقدار آبیاری از 1000 به 3000 متر مکعب، وزن هزار دانه حدود 11 درصد کاهش یافت (شکل 6).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 6- اثر مقدار آبیاری بر وزن هزاردانه گاوزبان اروپایی

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

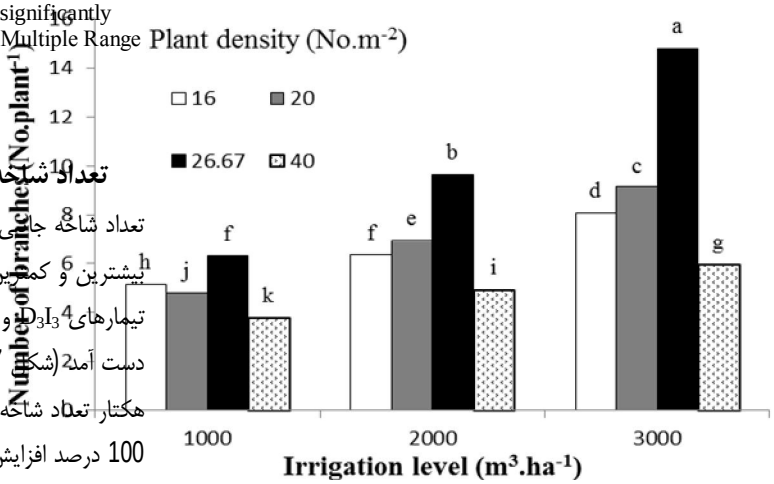
Fig. 6- Effect of irrigation levels on 1000-seed weight of borage

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

افزایش رشد سبزینه‌ای و رویشی گیاه در شرایط اعمال آبیاری کامل، منجر به تشکیل دانه‌های کوچک‌تر، ولی بیشتر شده است (Amiri Deh Ahmadi et al., 2012). تحقیقات نشان‌دهنده وجود رابطه جبرانی بین اجزای عملکرد می‌باشد، به طوری‌که 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 تراکم‌های مختلف بوته تفاوت معنی‌داری 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 تراکم‌های مختلف تأثیر چندانی بر وزن هزار دانه کنجد (*Sesamum indicum* L.) نداشت، اما در بین تراکم‌های اعمال شده تراکم 2000 بوته در هکتار (پایین‌ترین تراکم) بالاترین وزن هزار دانه را دارا بود. به‌نظر می‌رسد که افزایش وزن هزار دانه در تراکم‌های پایین، مکانیسمی در جهت جلوگیری از کاهش عملکرد ناشی از تراکم کم‌تر بوته باشد.

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

تعداد شاخه جانبی: اثر ساده و متقابل آبیاری و تراکم بر روی تعداد شاخه جانبی گیاه گاوزبان اروپایی معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین و کمترین تعداد شاخه جانبی در مترمربع به‌ترتیب در تیمارهای D_3I_3 و D_4I_1 با 14/80 و 3/78 شاخه جانبی در مترمربع به‌دست آمد (شکل 7). با افزایش آبیاری از 1000 به 3000 مترمکعب 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 به‌سرعت به اتمام برساند، بنابراین، تعداد شاخه جانبی روندی کاهشی نشان داد. کوچکی و



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

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

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

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران (Koocheki et al., 2006) گزارش کردند کـه بـا افـزایش فواصل آبیاری تعداد شاخه‌های جانبی در رازیانه روند کاهشی داشت. همچنین با افزایش تراکم بیش از سطح بهینـه تعـداد شـاخه جـانبی کاهش پیدا کرد که شاید به‌دلیل محدود شدن فضا برای رشد هر بوته و افزایش رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌ها برای جذب منـابع مربـوط 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 گاوزبان اروپایی را تحت تأثیر 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 رشـد و عملکـرد را موجب گردید. به‌طور کلـی، بـالاترین مقـادیر عملکـرد گـل، دانـه و بیولوژیک تعدادگل، بذر و شاخه‌های جانبی برای تیمـار 3000 متـر-مکعب در هکتار و تراکم بوته 27 بوتـه در متـرمربـع بـه‌دسـت آمـد. بنابراین، برای دستیابی به رشد و عملکرد مطلوب جهت بهره‌برداری از منابع بایستی تأمین مطلـوب میـزان آب و تـراکم مطلـوب را جهـت دستیابی به عملکرد مناسب مدنظر قرار داد.

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 Ehyaee, 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 equidi 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 *Glysine 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. Investigation agricolas 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,

www.SID.ir

Archive of SID

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 morpgological, 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 RZ_{19} cumin (*Cuminum cyminum*) under drought and salinity stress. Journal of Horticulture Science 25(3): 327-334. (In Persian with English Summary)

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

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

Koocheki, 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 pysllium (*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.

www.SID.ir

Archive of SID

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)

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.2, Summer 2018, p. 327-339

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 10، شماره 2، تابستان 1397، ص. 339-327

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

M. Abdollahi Mayvan[1], S. Khorramdel[2*], A. Koocheki[3] and R. Ghorbani[3]

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) $m^3.ha^{-1}$) 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 $m^3.ha^{-1}$. 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

www.SID.ir

Archive of SID

recorded in D3I3 (with 69.60 flowrs.m^{-2}, 592.07 g.m^{-2} and 29.57 g.m^{-2}) and D1I1 (with 3.89 flowrs.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

www.SID.ir