نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 12، شماره 1، بهار 1399، ص 178-161

Journal of Agroecology
Vol. 12, No.1, Spring 2020, p. 161-178

واکنش گیاه دارویی گل‌گاوزبان ایرانی (*Echium amoenmum* Fisch. & C.A.Mey) به کودهای آلی و تراکم بوته

پرویز رضوانی مقدم[1*]، جواد شباهنگ[2]، اعظم لشگری[2] و مهسا اقحوانی شجری[2]

تاریخ دریافت: 1394/08/20
تاریخ پذیرش: 1395/03/18

رضوانی مقدم، پ.، شباهنگ، ج.، لشگری، ا. و اقحوانی شجری، م. 1399. واکنش گیاه دارویی گل‌گاوزبان ایرانی (*Echium amoenmum* Fisch. & C.A.Mey) به کودهای آلی و تراکم بوته. بوم‌شناسی کشاورزی، 12 (1): 178-161.

چکیده

بسیاری از گیاهان موجود در عرصه‌های طبیعی کشور ما ایران، از جمله گیاه دارویی گل‌گاوزبان (*Echium amoenum* Fisch. & C.A.Mey) از دیدگاه دارویی و اقتصادی از پتانسیل بالایی برخوردار هستند. به‌منظور شناخت بهتر پتانسیل‌های زراعی گیاه دارویی گاوزبان ایرانی در عرصه‌های زراعی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سه سال زراعی 1391- 1388 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، اجرا شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از اثر تلفیقی کودهای آلی در چهار سطح شامل: کود گاوی (30 تن در هکتار)، کمپوست (20 تن در هکتار)، ورمی‌کمپوست (پنج تن در هکتار) و شاهد (عدم مصرف کود) و تیمار تراکم بوته در چهار سطح (چهار، شش، هشت و 10 بوته در مترمربع). با توجه به این‌که گیاه گاوزبان ایرانی در سال اول فقط دارای رشد رویشی است، نتایج به‌دست آمده از سال دوم و سوم آزمایش، حاکی از آن بود که تیمارهای مورد مطالعه اثر معنی‌داری بر تمامی صفات آزمایش همچون ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی و فرعی، تعداد گل در بوته، و عملکرد تر و خشک گل داشت. نتایج آزمایش حاکی از آن بود که با افزایش تراکم گیاه گل‌گاوزبان در مترمربع، عملکرد تر و خشک گیاه و تعداد گل در پنج گرم گل افزایش و تعداد شاخه اصلی و تعداد گل در بوته کاهش یافت. کاربرد کودهای آلی عملکرد تر و خشک گیاه، ارتفاع، تعداد شاخه فرعی و تعداد گل در بوته گیاه گل‌گاوزبان ایرانی را افزایش داد. به‌علاوه، بیشترین عملکرد تر و خشک گیاه، تعداد گل در پنج گرم گل، تعداد شاخه اصلی و تعداد گل در بوته در سال اول و بیشترین مقدار ارتفاع و تعداد شاخه فرعی در سال دوم مشاهده گردید. به‌طور کلی، به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای آلی و استفاده از تراکم‌های مناسب جهت تولید گیاه دارویی گل‌گاوزبان ایرانی در عرصه‌های زراعی از فاکتورهای مهم در مدیریت زراعی این گیاه محسوب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: شاخه جانبی، عملکرد گل، کمپوست، کود دامی، ورمی‌کمپوست

مقدمه

گیاهان دارویی علاوه‌بر تأمین مصارف دارویی، یکی از منابع درآمدزای اکثر کشورهای دنیا می‌باشد، ازاین‌رو مطالعه جنبه‌های مختلف به‌زراعی گیاهان دارویی از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. گیاه دارویی گل‌گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch. & C.A.Mey) یکی از گیاهان ارزشمند خانواده Boraginaceae می‌باشد که از دیرباز در طب سنتی ایران به‌عنوان آرامش‌بخش، مدر، کاهش‌دهنده تپش قلب، رفع عوارض زکام و سرماخوردگی مورد استفاده قرار گرفته است (Sayyah et al., 2009). نیاز روزافزون به فرآورده‌های دارویی این گیاه همراه با روند افزایش مصرف داخلی، صادرات و جلوگیری از نابودی این گیاه به‌علت برداشت بی‌رویه و غیراصولی آن از طبیعت، ضرورت کشت انبوه آن را ایجاب کرده است، در این راستا، انجام پژوهش‌های به‌زراعی از جمله اولین و مهم‌ترین

1- استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
2- دکتری بوم‌شناسی زراعی گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email:rezvani@um.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v12i1.51343

اقدامات در زمینه حفظ این گیاه محسوب خواهد شد.

گل‌گاوزبان ایرانی از جمله گیاهان دارویی است که دارای ترکیبات مهمی در گل‌های خود می‌باشد که انجام تحقیقاتی در جهت افزایش کمّیت و کیفیت گل‌های تولیدی آن ضروری است. عموماً عوامل محیطی و عوامل مدیریتی مؤثر بر ساختار کانوپی، تأثیر قابل توجهی بر تولید گل در این گیاهان دارند. بنابراین برای کشت موفق هر گیاه دارویی از جمله گل‌گاوزبان ایرانی فراهم کردن شرایط بهینه محیطی مانند بهترین ترکیب کودی به‌منظور تأمین نیازهای تغذیه‌ای گیاه در اولویت است. افزودن مواد آلی از طریق منابع مختلف به خاک یکی از مرسوم‌ترین عملیات احیاء برای بهبود خصوصیات خاک است. نجف‌پور نوایی (Najafpur Navaei, 2002) با مطالعه تأثیر کودهای فسفر و نیتروژن را بر عملکرد بذر گل‌گاوزبان (*E. amoenum* Fisch. & C.A.Mey) گزارش کرد بیشترین عملکرد دانه (92 کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب در 60 و 20 کیلوگرم فسفر و نیتروژن در هکتار حاصل شد. هم‌چنین بذر این گیاه تا شوری 100 میلی‌مول در لیتر قادر به جوانه‌زنی است، امّا با افزایش غلظت نمک از درصد جوانه‌زنی آن کاسته می‌شود و میزان جوانه‌زنی در 100 میلی‌مول در لیتر شوری تا 50 درصد کاهش می‌یابد (Moazen et al., 2005). نتایج تحقیق اکبری‌نیا و همکاران (Akbarinia et al., 2006) روی تأثیر دورهای مختلف آبیاری بر عملکرد گل گیاه گل‌گاوزبان نشان داد که بیشترین عملکرد گل این گیاه مربوط به تیمار دور آبیاری هفت روز یک‌بار و در سال دوم بود. حسین و همکاران (Hussien et al., 2006) گزارش کردند تیمارهای کمپوست به‌طور معنی‌داری باعث افزایش سطح برگ، ارتفاع، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن تر، وزن خشک و عملکرد روغن گیاه *Dracocephalum moldavica* L. شدند. در بررسی که روی اثر کاربرد کودهای آلی بر گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) انجام گرفت، مشاهده شد که عملکرد آن در کشت ارگانیک حدود 80 درصد عملکرد حاصل از کشت رایج بود (Kalra, 2003).

مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی، مشکلات بی‌شماری از قبیل تغییر ساختمان خاک، کاهش نفوذپذیری آب در خاک، آلودگی آب‌های زیرزمینی، تجمع نیترات، سمیت عناصر سنگین و کاهش حاصلخیزی خاک را در پی دارد (Ghost & Bhat, 1998; Tabrizi et al., 2009). از این‌رو، مواد آلی به‌علت اثرات مفیدی که بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی و حاصلخیزی خاک دارند، یکی از ارکان مهم باروری خاک محسوب می‌شوند، این در حالی است که متأسفانه بیش از 60 درصد خاک‌های ایران دارای کمتر از یک درصد ماده آلی هستند (Ebhin Masto et al., 2006; Karimi Zarchi & Kalbasi, 1999).

بنابراین از آن‌جایی‌که مدیریت تغذیه گیاهی در جهت افزایش، پایداری تولید و حفظ محیط زیست می‌باشد، و از طرفی به‌دلیل این‌که تقریباً هیچ‌گونه اطلاعاتی در خصوص تأثیر کودهای آلی بر گیاه دارویی گل‌گاوزبان ایرانی در منابع داخلی و خارجی وجود ندارد و عمده اطلاعات مربوط به گل‌گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) می‌باشد، لذا تعیین بهترین نوع کود و تراکم کشت در تولید گل در این گیاه اهمیت بسزایی دارد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی واقع در 10 کیلومتری جنوب شرقی مشهد (با عرض جغرافیایی 36 درجه و 15 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 59 درجه و 28 دقیقه شرقی و ارتفاع 985 متری از سطح دریا) در سه سال زراعی1391- 1388 به‌اجرا درآمد. قبل از اجرای آزمایش نمونه‌گیری از خاک مزرعه از عمق صفر تا 30 سانتی‌متری انجام شد و همراه با کودهای آلی مورد تجزیه فیزیکوشیمیایی قرار گرفت که نتایج حاصل از آن در جدول 1 و 2 آمده است.

تیمارهای آزمایشی شامل کود گاوی به‌میزان 30 تن در هکتار، کمپوست 20 تن در هکتار و ورمی‌کمپوست پنج تن در هکتار و شاهد (عدم مصرف کود) که تنها در سال اول اعمال شد و تیمار تراکم (چهار، شش، هشت و 10 بوته در مترمربع) بود.

برای این منظور در هر کرت تعداد شش ردیف کاشت با فواصل 50 سانتی‌متر، با ابعاد 3×4 متر انتخاب شد. فاصله روی ردیف برای تیمارهای با تراکم چهار، شش، هشت و 10 بوته در مترمربع به‌ترتیب 50، 33، 25 و 10 سانتی‌متر بود. در فروردین ماه 1389 آماده‌سازی بستر با انجام شخم و تسطیح زمین صورت گرفت و تیمارهای کودی با خاک مخلوط شد. عملیات کشت با تراکم چهار، شش، هشت و 10 بوته در مترمربع و در هفته اول اردیبهشت ماه 1389 انجام شد.

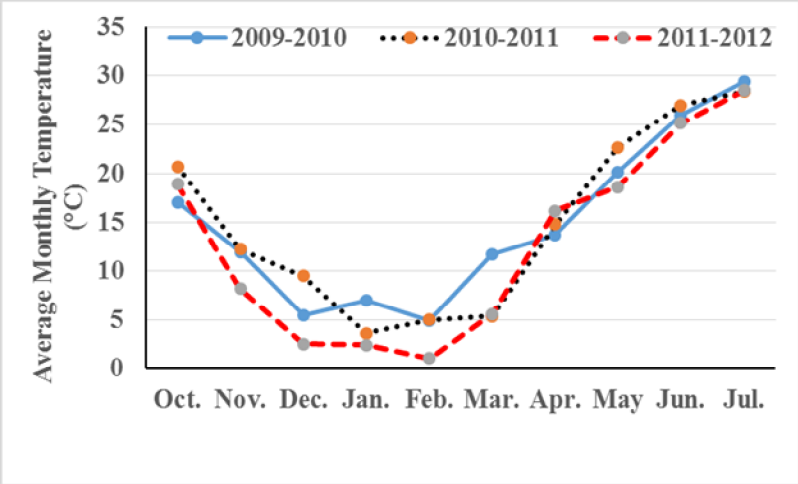
جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش
Table 1- Physical and chemical characteristics of soil

بافت Texture	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم P (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)
لومی Loam	0.59	0.063	13.2	135	7.24	3.21

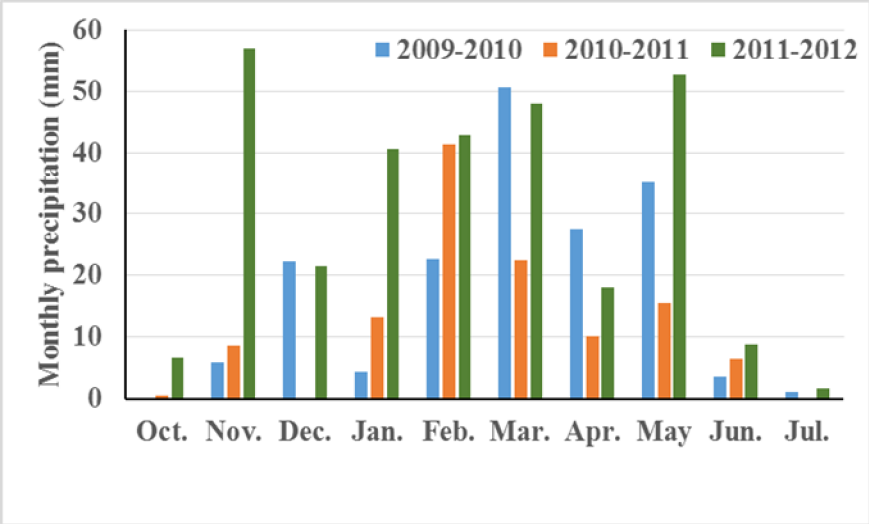
جدول 2- نتایج تجزیه شیمیایی کودهای گاوی، ورمی‌کمپوست و کمپوست
Table 2- Results of chemical analysis of manure, vermicompost and compost fertilizers

نوع کود آلی Type of organic fertilizer	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم P (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)
کود گاوی Cow manure	0.57	0.09	1.1	6.8	6.1
ورمی‌کمپوست Vermicompost	1.3	1.3	1.2	6.9	5
کمپوست Compost	1.3	1.1	1.1	7.5	8.1

عملیات آبیاری هر هفت روز یک‌بار انجام شد. در طول فصل رشد سال 1389، گیاهان تولید ساقه خفیفی کردند و تمام فصل را به‌صورت روزت سپری کردند. در طول فصل رشد وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی در چهار نوبت به فاصله هر چهار هفته صورت گرفت. با فرا رسیدن پاییز و زمستان بخش‌های هوایی گیاه خشک شدند و در اوایل اسفند ماه 1389 با افزایش دمای محیطی مجدداً برگ‌های گیاه از محل طوقه گیاه شروع به ظاهر شدن کردند. گل‌دهی گیاه گل‌گاوزبان ایرانی در سال دوم 12 ماه پس از کشت و در 25 فروردین 1390 آغاز شد و طول دوره گل‌دهی یک ماه به طول انجامید. عملیات برداشت گل‌ها در چهار مرحله به‌فاصله هر هفت روز انجام شد.



شکل 1- میانگین درجه حرارت ماهانه طی فصل رشد گیاه گل‌گاوزبان در سه سال زراعی
Fig. 1- Average of monthly temperature during growing season of *Echium amoenum* for three years



شکل 2- میانگین بارندگی ماهانه طی فصل رشد گیاه گل‌گاوزبان در سه سال زراعی

Fig. 2- Mean of monthly precipitation during growing season of *Echium amoenum* for three years

جدول 3- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد مورد مطالعه گیاه گل‌گاوزبان ایرانی تحت تأثیر تیمارهای مختلف

Table 3- Analysis of variance (mean squares) for fresh and dry flower yields and number of flower of *Echium amoenum* under different treatments

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	عملکرد تر گل Fresh flower yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد خشک گل Dry flower yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد گل در پنج گرم گل Number of flower in 5 g of flower
تکرار Replicate	2	95182604^{**}	2464037^{**}	190.82^{ns}
تیمار (کود × تراکم) Treatment	15	1234033325^{**}	23867105^{**}	414.11^{**}
تکرار × تیمار Replicate × Treatment	30	13845614^{ns}	265355^{ns}	57.93^{ns}
سال برداشت Harvest year	1	111864267^{**}	17051361^{**}	20416^{**}
سال × تیمار Harvest × Fertilizer	15	29160337^{**}	1224643^{**}	154.68^{**}
سال × تکرار Density × Fertilizer	2	12985421^{ns}	109472^{ns}	51.94^{ns}
خطا Error	30	9688274	177503	59.30
ضریب تغییرات CV (%)	-	8	8	2

–**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری.

–**, * and ns: significantly in 1% and 5% levels and not significantly, respectively.

گل‌دهی گیاه در سال سوم در 15 اردیبهشت ماه 1391 شروع شد و عملیات برداشت گل‌ها در پنج مرحله به‌فاصله هر پنج روز صورت گرفت. در هر مرحله برداشت، عملکرد تر گل، عملکرد خشک گل و تعداد گل در پنج گرم گل تعیین شد. بعد از برداشت گل‌ها، تعداد سه بوته به‌طور تصادفی علامت‌گذاری و ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های اصلی و جانبی و تعداد گل در بوته ثبت شد. لازم به ذکر است که تنها عملیات اعمال شده در سال‌های مختلف، تنها وجین علف‌های هرز و آبیاری بود.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 در قالب طرح اسپلیت‌پلات در زمان بر اساس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه شدند.

مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

عملکرد تر و خشک گل

نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی و اثر سال بر عملکرد تر و خشک گیاه گل‌گاوزبان ایرانی بود (جدول 3).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد حداکثر عملکرد تر گیاه به‌ترتیب در تیمارهای 10 بوته در مترمربع× کود ورمی‌کمپوست (60671 کیلوگرم در هکتار) و بعد از آن در تیمار 10 بوته در مترمربع × کود گاوی (59486 کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. هم‌چنین بیشترین مقدار عملکرد خشک این گیاه به‌ترتیب در تیمارهای 10 بوته در مترمربع× کود گاوی (8317 کیلوگرم در هکتار) و 10 بوته در مترمربع× کود ورمی‌کمپوست (8192 کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. با افزایش تراکم بوته در مترمربع عملکرد تر و خشک گیاه افزایش یافت؛ به‌طوری‌که مقدار این صفات در تراکم 10 بوته در مترمربع به‌طور متوسط 63/5 درصد بیشتر از تراکم چهار بوته در مترمربع بود. نتایج نشان داد کاربرد کودهای آلی در تراکم‌های شش و هشت و بوته در مترمربع تا حدود 13 درصد میزان عملکرد خشک و تر گل‌گاوزبان ایرانی را افزایش داد و در تراکم‌های چهار و هشت بوته در مترمربع به‌میزان 16 درصد کاهش داد (جدول 4). از طرفی، بیشترین عملکرد تر و خشک این گیاه دارویی در سال اول برداشت به‌دست آمد؛ به‌طوری‌که عملکرد این صفات در سال اول به‌طور متوسط 11 درصد بیشتر از سال دوم برداشت بود (جدول 5). نتایج اثر متقابل بیانگر حصول حداکثر عملکرد تر و خشک به‌ترتیب در تیمار 10 بوته در مترمربع× ورمی‌کمپوست در سال اول (62672 کیلوگرم در هکتار) و همان تیمار در سال دوم (8381 کیلوگرم در هکتار) بود (جدول 6).

با توجه به این‌که گل‌گاوزبان گیاهی با رشد نامحدود است، تنظیم تراکم مناسب مخصوصاً در طی دوره رشد زایشی از اهمیت زیادی برخوردار است. افزایش تراکم طی این دوره باعث می‌شود گیاه منابع (فضا، آب و مواد غذایی) کمتری جهت افزایش بیش از حد رشد رویشی در اختیار داشته و در نتیجه، توازن مناسب میان رشد رویشی و زایشی برقرار شده و گیاه شاخه‌های گل‌دهنده بیشتری تولید کند و به افزایش عملکرد گل منجر شود. همان‌طور که اشاره شد با افزایش تراکم تا 10 بوته در مترمربع عملکرد گل افزایش یافت. عامری و نصیری (Ameri & Nassiri Mahallati, 2009) نیز نتایج مشابهی را در مورد گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) گزارش کردند. در آزمایش دیگری روی گیاه همیشه بهار، گزارش شد که کاهش تراکم، عملکرد گل را کاهش داد (Martin & Deo, 2000). این موضوع نشان‌دهنده این مطلب است که با وجود این‌که گاوزبان گیاهی با رشد نامحدود است و توان بالایی در شاخه‌دهی دارد، امّا در تراکم‌های پایین، تولید شاخه بیشتر قادر به جبران کم بودن تعداد بوته در واحد سطح نیست. البته در مواردی گزارش شده است که تراکم زیاد باعث تأخیر شروع مرحله گل‌دهی گیاه و کاهش اندازه گل‌ها در گیاهی مانند همیشه‌بهار می‌شود (Zhukova et al., 1996). در پژوهش دیگری نیز روی گیاه همیشه بهار دریافتند که افزایش تراکم گیاه باعث کاهش عملکرد تر و خشک گیاه گردید (Rahmani et al., 2009).

تعداد گل در پنج گرم گل

با توجه به نتایج، کاربرد تیمارهای مختلف در سال‌های مختلف برداشت اثر معنی‌داری بر صفت تعداد گل در پنج گرم گل داشت (جدول 3). با توجه به نتایج مشاهده شد که بیشترین تعداد گل در پنج گرم گل به‌ترتیب در تیمارهای شش بوته در مترمربع× ورمی‌کمپوست (397)، هشت بوته در مترمربع × گاوی (396) و شش بوته در مترمربع× شاهد (396) و کمترین آن در تیمار چهار بوته در مترمربع× ورمی‌کمپوست (374) به‌دست آمد. نتایج حاکی از آن بود که تعداد گل در پنج گرم گل به تراکم‌های بالا، پاسخ مثبتی نشان داد (جدول 4)؛ که این نتایج مطابق با نتایج پژوهشی بر روی گیاه همیشه‌بهار بود؛ به‌طوری‌که با افزایش تراکم گیاهی، اندازه گیاه کاهش و تعداد گل در واحد سطح افزایش یافت (Ameri & Nassir, 2009).

جدول 4- مقایسه میانگین‌های برخی شاخص‌های گیاه دارویی گل‌گاوزبان ایرانی تحت تأثیر تیمارهای مختلف

Table 4- Results of mean comparisons for some indices of *Echium amoenum* under different plant treatments

تیمار Treatments	عملکرد تر گل Fresh flower yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد خشک گل Dry flower yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد گل در پنج گرم گل Number of flower in 5 g of flower
چهار بوته در مترمربع × شاهد Four plants.m^{-2} × Control	19784^{h*}	2934^{h}	390^{ab}
چهار بوته در مترمربع × گاوی Four plants.m^{-2} × Cow manure	14755^{i}	2329^{i}	376^{cd}
چهار بوته در مترمربع × کمپوست Four plant.m^{-2} × compost	27957^{f}	4184^{g}	379^{cd}
چهار بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Four plant.m^{-2} × Vermicompost	15506^{i}	2094^{i}	374^{d}
شش بوته در مترمربع × شاهد Six plants.m^{-2} × Control	29202f	4764^{f}	396a
شش بوته در مترمربع × گاوی Six plants.m^{-2} × Cow manure	25823^{fg}	3963^{g}	392^{ab}
شش بوته در مترمربع × کمپوست Six plants.m^{-2} × compost	41394^{d}	5735^{e}	379^{dc}
شش بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Six plants.m^{-2} × Vermicompost	33808^{e}	5212^{f}	397^{a}
هشت بوته در مترمربع × شاهد Eight plants.m^{-2} × Control	46354^{bc}	6927^{c}	378^{cd}
هشت بوته در مترمربع × گاوی Eight plants.m^{-2} × Cow manure	29339^{f}	4051^{g}	396^{a}
هشت بوته در مترمربع × کمپوست Eight plants.m^{-2} × compost	24616^{g}	3656^{g}	386^{bc}
هشت بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Eight plants.m^{-2} × Vermicompost	43514^{cd}	6395^{d}	375^{d}
10 بوته در مترمربع × شاهد Ten plants.m^{-2} × Control	48112^{b}	6536^{cd}	377^{cd}
10 بوته در مترمربع × گاوی Ten plants.m^{-2} × Cow manure	59486^{a}	8317^{a}	378^{cd}
10 بوته در مترمربع × کمپوست Ten plants.m^{-2} × compost	44135^{cd}	7448^{b}	390^{ab}
10 بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Ten plants.m^{-2} × Vermicompost	60671^{a}	8192^{a}	383^{cd}

* در هرستون و برای هر سال میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level.

جدول 5- مقایسه میانگین‌های برخی شاخص‌های گیاه دارویی گل‌گاوزبان ایرانی تحت تأثیر سال‌های مختلف

Table 5- Results of mean comparisons for some indices of *Echium amoenum* under different years

تیمار Treatments	عملکرد تر گل Fresh flower yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد خشک گل Dry flower yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد گل در پنج گرم گل Number of flower in 5 g of flower
سال اول First year	36357^{a*}	5593^{a}	399^{a}
سال دوم Second year	34199^{b}	4750^{b}	370^{b}

* در هرستون و برای هر سال میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level.

جدول 6- اثرات متقابل تیمارها در سال‌های مختلف بر برخی شاخص‌های گیاه دارویی گل‌گاوزبان

Table 6- Results of interaction effects of treatments in different years on some of indices of *Echium amoenum*

	تیمار Treatments	عملکرد تر گل Fresh flower yield (kg.ha^{-1})	عملکرد خشک گل Dry flower yield (kg.ha^{-1})	تعداد گل در پنج گرم گل Number of flower in 5 g flower
سال اول First year	چهار بوته در مترمربع × شاهد Four plant.m^{-2}× Control	19819^{jkl*}	3025^{lmn}	411^{abc}
	چهار بوته در مترمربع × گاوی Four plant.m^{-2}× Cow manure	14068^{l}	2636^{m-p}	387^{e-i}
	چهار بوته در مترمربع × کمپوست Four plant.m^{-2}× compost	2920^{1hi}	4864^{hi}	399^{b-e}
	چهار بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Four plant.m^{-2} × Vermicompost	13902^{l}	1861^{p}	381^{g-l}
	شش بوته در مترمربع × شاهد Six plant.m^{-2}× Control	29285^{hi}	5609^{gh}	416^{a}
	شش بوته در مترمربع × گاوی Six plant.m^{-2}× Cow manure	31049^{gh}	5119^{hi}	412^{ab}
	شش بوته در مترمربع × کمپوست Six plant.m^{-2}× compost	45675^{bcd}	6468^{def}	385^{e-i}
	شش بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Six plant.m^{-2}× Vermicompost	35650^{fg}	5959^{fg}	409^{abc}
	هشت بوته در مترمربع × شاهد Eight plant.m^{-2}× Control	50717^{b}	7485^{bc}	385^{f-j}
	هشت بوته در مترمربع × گاوی Eight plant.m^{-2}× Cow manure	26889hi	4573ij	410abc
	هشت بوته در مترمربع × کمپوست Eight plant.m^{-2}× compost	23714^{ij}	3875^{jk}	402^{a-d}
	هشت بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Eight plant.m^{-2}× Vermicompost	46199^{bcd}	7191^{cd}	393^{d-g}
	10 بوته در مترمربع × شاهد Ten plant.m^{-2} × Control	48216^{bc}	6220^{efg}	391^{d-h}
	10 بوته در مترمربع × گاوی Ten plant.m^{-2} × Cow manure	60384^{a}	8287^{ab}	397^{c-f}
	10 بوته در مترمربع × کمپوست Ten plant.m^{-2}× compost	44287^{cd}	8307^{ab}	405^{a-d}
	10 بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Ten plant.m^{-2} × Vermicompost	62672^{a}	8003^{ab}	399^{b-e}
سال دوم Second year	چهار بوته در مترمربع × شاهد Four plant.m^{-2} × Control	19749^{jkl}	2843^{l-o}	369^{k-p}
	چهار بوته در مترمربع × گاوی Four plant.m^{-2}× Cow manure	15443^{kl}	2023^{op}	366^{l-p}
	چهار بوته در مترمربع × کمپوست Four plant.m^{-2}× compost	26713^{hi}	3504^{kl}	358^{op}
	چهار بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Four plant.m^{-2} × Vermicompost	17110^{kl}	2328^{nop}	367^{l-p}
	شش بوته در مترمربع × شاهد Six plant.m^{-2}× Control	29119^{hi}	3918^{jk}	377^{h-m}
	شش بوته در مترمربع × گاوی Six plant.m^{-2}× Cow manure	20597^{jk}	2808^{l-o}	373^{i-n}

شش بوته در مترمربع × کمپوست Six plant.m^{-2}× compost	37112^{efg}	5001^{hi}	373^{i-n}
شش بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Six plant.m^{-2}× Vermicompost	31966^{gh}	4465^{ij}	385^{f-j}
هشت بوته در مترمربع × شاهد Eight plant.m^{-2}× Control	41991^{cde}	6369^{d-g}	372^{i-o}
هشت بوته در مترمربع × گاوی Eight plant.m^{-2} × Cow manure	31789^{gh}	3530^{kl}	383^{f-k}
هشت بوته در مترمربع × کمپوست Eight plant.m^{-2} × compost	25518^{hij}	3438^{klm}	370^{j-p}
هشت بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Eight plant.m^{-2} × Vermicompost	40829^{def}	5600^{gh}	357^{p}
10 بوته در مترمربع × شاهد Ten plant.m^{-2} × Control	48009^{bc}	6853^{cde}	363^{m-p}
10 بوته در مترمربع × گاوی Ten plant.m^{-2} × Cow manure	58587^{a}	8346^{a}	359^{nop}
10 بوته در مترمربع × کمپوست Ten plant.m^{-2} × compost	43982^{cd}	6589^{def}	376^{i-m}
10 بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Ten plant.m^{-2} × Vermicompost	58670^{a}	8381^{a}	368^{l-p}

* در هرستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level.

به‌طور کلی، مصرف کودهای آلی تاثیری در افزایش تعداد گل در پنج گرم گل نشان نداد و تفاوت قابل ملاحظه‌ای با تیمارهای شاهد مشاهده نشد (جدول 4). با توجه به این‌که تعداد شاخه اصلی در سال اول بیشتر است، لذا منجر به تعداد گل بیشتر در سال اول (399) در مقایسه با سال دوم شد؛ به‌طوری‌که مقدار آن هشت درصد در مقایسه با سال دوم بیشتر بود (جدول 5). نتایج اثرات متقابل حاکی از آن بود که بیشترین میزان این صفت در سال اول در تیمار شش بوته در مترمربع × شاهد (416) و کمترین آن در تیمار هشت بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست در سال دوم (357) مشاهده گردید (جدول 6).

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی‌دار تمامی تیمارهای مورد آزمایش در گیاه دارویی گل‌گاوزبان ایرانی در سال‌های مورد مطالعه بود (جدول 7).

نتایج بیانگر برتری تیمار شش بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست (95/6 سانتی‌متر) از نظر صفت ارتفاع گیاه گل‌گاوزبان ایرانی در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی بود و کمترین آن در تیمار هشت بوته در مترمربع × شاهد (66/8 سانتی‌متر) به‌دست آمد. تراکم شش بوته در مترمربع باعث افزایش هشت درصدی ارتفاع این گیاه دارویی در مقایسه با سایر تراکم‌ها گردید. کاربرد کودهای آلی حاکی از اثر مثبت آن بر ارتفاع گیاه مورد نظر در تراکم‌های شش و هشت بوته در مترمربع (به‌طور متوسط هفت درصد) در مقایسه با شاهد بود، درحالی‌که کاربرد کودهای آلی در تراکم‌های چهار و 10 بوته در مترمربع به‌طور متوسط باعث کاهش دو درصدی ارتفاع بوته گردید (جدول 8). رشد گیاه در سال دوم موجب بیشترین ارتفاع گیاه نسبت به سال اول شد؛ به‌طوری‌که اختلاف بین این دو سال 10 درصد بود (جدول 9). با توجه به نتایج اثرات متقابل حداکثر این صفت در سال دوم در تیمار شش بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست (109 سانتی‌متر) و حداقل آن در سال اول در تیمار شش بوته در مترمربع × گاوی (61/1 سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول 10).

جدول 7- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی شاخص‌های مورد مطالعه گیاه گل‌گاوزبان ایرانی تحت تأثیر تیمارهای مختلف
Table 7- Analysis of variance (mean squares) of some indices of *Echium amoenum* under different treatments

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	ارتفاع Height	تعداد شاخه اصلی No. main branch	تعداد شاخه فرعی No. Lateral branch	تعداد گل در بوته No. flower per plant
تکرار Replicate	2	2.37^{ns}	0.96^{ns}	19722^{**}	757743^{ns}
تیمار (کود × تراکم) Treatment	15	264^{**}	1213^{**}	868^{**}	119767245^{**}
تیمار×تکرار Replicate× Treatment	30	34.17^{ns}	73.82^{ns}	41.77^{ns}	12738646^{ns}
سال برداشت Harvest year	1	1504^{**}	724^{**}	19722^{**}	14995725305^{**}
سال × تیمار Harvest× Fertilizer	15	194^{**}	1003^{**}	920.57^{**}	111259972^{**}
سال × تکرار Density× Fertilizer	2	40.54^{ns}	36.21^{ns}	135^{ns}	1601141^{ns}
خطا Error	30	31.56	79.14	47.54	12716811
ضریب تغییرات CV (%)	-	7	19	18	23

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری
**, * and ns: significantly in 1% and 5% levels and not significantly, respectively.

برخی از پژوهش‌ها حاکی از افزایش ارتفاع بوته در گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) و اسفرزه (*Plantago ovata* Forskal) در اثر مصرف کود گاوی بود (Khandan et al., 2006; Rezvani Moghaddam et al., 2010)؛ با این وجود، نتایج مطالعات یزدانی بیوکی و همکاران (Yazdani Biuki et al., 2010) حاکی از آن بود که مصرف منابع کودهای آلی، شیمیایی و بیولوژیک بر ارتفاع بوته گیاه ماریتیغال (Silybum marianum L.) تفاوت معنی‌داری را ایجاد نکرد. هم‌چنین استفاده از کودهای دامی بر ارتفاع بوته گیاه دارویی اسفرزه اثر معنی‌داری نداشت (Koocheki et al., 2004). رحمانی و همکاران (Rahmani et al., 2009) بیان کردند که افزایش تراکم بیش از حد مطلوب، رشد طولی گیاه را افزایش داده و درنتیجه، ایجاد رقابت بین گیاهان به‌منظور دریافت نور، رشد طولی آن‌ها افزایش می‌یابد. در پژوهش دیگری روی گیاه کنجد، مشاهده شد که با افزایش تراکم بوته، ارتفاع بوته کنجد کاهش یافت (Rezvani Moghaddam et al., 2010).

تعداد شاخه اصلی و فرعی

نتایج بیانگر اثر معنی‌دار تمامی تیمارهای مورد مطالعه در هر دو سال برداشت بر تعداد شاخه اصلی گیاه گل‌گاوزبان ایرانی بود (جدول 7). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن بود که بیشترین تعداد شاخه اصلی در تیمار چهار بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست (70/3) و کمترین آن در تیمار شش بوته در مترمربع × گاوی (27/3) مشاهده گردید. کاربرد تیمارهای تغذیه‌ای باعث بهبود تعداد شاخه اصلی در مقایسه با شاهد در بین تمامی تیمارهای آزمایشی گردید؛ که در این بین تیمار کود آلی ورمی‌کمپوست اثر به‌مراتب بهتری نسبت به سایر تیمارهای تغذیه‌ای داشت. نتایج نشان داد که افزایش تراکم از چهار بوته به 10 بوته در مترمربع، تعداد شاخه اصلی در گیاه گاوزبان را کاهش داد (جدول 8).

جدول 8- مقایسه میانگین‌های برخی شاخص‌های گیاه دارویی گل‌گاوزبان تحت تأثیر تیمارهای مختلف

Table 8- Results of mean comparisons of some indices of *Echium amoenum* under different treatments

منابع تغییرات S.O.V.	ارتفاع Height (cm)	تعداد شاخه اصلی No. main branch	تعداد شاخه فرعی No. lateral branch	تعداد گل در بوته No. flower per plant
چهار بوته در مترمربع × شاهد Four plant.m^{-2}× Control	76.3^{bcde}*	30.33^{fgh}	24.5^{ij}	11540^{d}
چهار بوته در مترمربع × گاوی Four plant.m^{-2}× Cow manure	75.1^{cd}e	29.0^{gh}	31.8^{f-i}	11433^{d}
چهار بوته در مترمربع × کمپوست Four plant.m^{-2}× compost	81b^{c}	64.6^{a}	66.3^{a}	23909^{a}
چهار بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Four plant.m^{-2}× Vermicompost	70.5^{def}	70.3^{a}	29.8^{g-j}	20857^{ab}
شش بوته در مترمربع × شاهد Six plant.m^{-2}× Control	74.6^{cde}	44.3^{cde}	44.6^{cd}	15038^{cd}
شش بوته در مترمربع × گاوی Six plant.m^{-2}× Cow manure	76^{b-e}	27.3^{h}	27.6^{hij}	12081^{d}
شش بوته در مترمربع × کمپوست Six plant.m^{-2}× compost	75^{b-e}	67.1^{a}	41.0^{cde}	24316^{a}
شش بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Six plant.m^{-2}× Vermicompost	95.6^{a}	59.6^{ab}	36.8^{d-g}	10763^{d}
هشت بوته در مترمربع × شاهد Eight plant.m^{-2}× Control	66.8^{f}	31.6^{fgh}	40.0^{def}	11877^{d}
هشت بوته در مترمربع × گاوی Eight plant.m^{-2}× Cow manure	71.6^{def}	41.5^{c-f}	40.6^{c-f}	11752^{d}
هشت بوته در مترمربع × کمپوست Eight plant.m^{-2}× compost	73.5^{c-f}	36.5^{d-h}	34.6^{e-h}	11140^{d}
هشت بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Eight plant.m^{-2}× Vermicompost	75^{b-e}	52^{bc}	55.8^{b}	17074^{bc}
10 بوته در مترمربع × شاهد Ten plant.m^{-2}× Control	77^{bcd}	38.1^{d-h}	21.1^{j}	13976^{cd}
10 بوته در مترمربع × گاوی Ten plant.m^{-2} × Cow manure	69.0^{ef}	46.1^{cd}	30.1^{g-j}	17013^{bc}
10 بوته در مترمربع × کمپوست Ten plant.m^{-2} × compost	73.5^{c-f}	33.5^{e-h}	49.1^{bc}	13284^{cd}
10 بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Ten plant.m^{-2} × Vermicompost	83.0^{b}	39.6^{d-g}	27.3^{hij}	14495^{cd}

* در هرستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level.

جدول 9- مقایسه میانگین‌های برخی شاخص‌های گیاه دارویی گل‌گاوزبان ایرانی تحت تأثیر سال‌های مختلف

Table 9- Results of mean comparisons for some indices of *Echium amoenum* under different years

تیمار Treatments	ارتفاع Height (cm)	تعداد شاخه اصلی No. main branch	تعداد شاخه فرعی No. lateral branch	تعداد گل در بوته No. flower per plant
سال اول First year	72.0^{b}*	68.9^{a}	23.2^{b}	27532^{a}
سال دوم Second year	79.9^{a}	20.0^{b}	51.9^{a}	2536^{b}

* در هرستون و برای هر سال میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level.

جدول 10- اثرات متقابل تیمارها در سال‌های مختلف بر برخی شاخص‌های گیاه دارویی گل‌گاوزبان

Table 10- Results of interaction effects of treatments in different years on some of indices of *Echium amoenum* in the first year

	تیمار Treatments	ارتفاع Height (cm)	تعداد شاخه اصلی No. main branch	تعداد شاخه فرعی No. lateral branch	تعداد گل در بوته No. flower per plant
سال اول First year	چهار بوته در مترمربع × شاهد Four plant.m^{-2} × Control	73.3^{f-k*}	44.3^{ghi}	19.0^{jk}	21248de
	چهار بوته در مترمربع × گاوی Four plant.m^{-2}× Cow manure	73.3^{f-k}	44.0^{ghi}	15.3^{k}	20383^{e}
	چهار بوته در مترمربع × کمپوست Four plant.m^{-2}× compost	82.3^{b-g}	100^{b}	34.3^{gh}	42028^{a}
	چهار بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Four plant.m^{-2}× Vermicompost	71.0^{g-l}	122^{a}	19.3^{jk}	40848^{a}
	شش بوته در مترمربع × شاهد Six plant.m^{-2}× Control	66.3^{jkl}	67.3^{cde}	21.0^{h-k}	27267^{bcd}
	شش بوته در مترمربع × گاوی Six plant.m^{-2}× Cow manure	61.0^{l}	43.3^{g-j}	30.0^{g-j}	22691de
	شش بوته در مترمربع × کمپوست Six plant.m^{-2}× compost	66.3^{jkl}	116^{a}	34.0^{gh}	46857^{a}
	شش بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Six plant.m^{-2}× Vermicompost	82.3^{b-g}	98.0^{b}	33.3^{ghi}	20446^{e}
	هشت بوته در مترمربع × شاهد Eight plant.m^{-2}× Control	65.6^{jkl}	49.0^{fgh}	18.0^{jk}	21110de
	هشت بوته در مترمربع × گاوی Eight plant.m^{-2}× Cow manure	71.0^{g-l}	55.0^{efg}	23.3^{h-k}	21459de
	هشت بوته در مترمربع × کمپوست Eight plant.m^{-2}× compost	68.6^{h-l}	48.6^{fgh}	14.3^{k}	20187^{e}
	هشت بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Eight plant.m^{-2}× Vermicompost	76.3^{c-k}	71.0^{cd}	20.3^{ijk}	29525^{bc}
	10 بوته در مترمربع × شاهد Ten plant.m^{-2}× Control	68.0^{i-l}	56.3^{d-g}	21.0^{h-k}	24112^{cde}
	10 بوته در مترمربع × گاوی Ten plant.m^{-2} × Cow manure	73.0^{f-k}	78.3^{c}	30.3^{g-j}	33076^{b}
	10 بوته در مترمربع × کمپوست Ten plant.m^{-2}× compost	75.0^{f-k}	47.0^{fgh}	17.0^{jk}	22834de
	10 بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Ten plant.m^{-2}× Vermicompost	79.0^{c-i}	62.3^{def}	21.6^{h-k}	26449^{cd}
سال دوم Second year	چهار بوته در مترمربع × شاهد Four plant.m^{-2}× Control	79.3^{c-i}	16.3^{lm}	30.0^{g-j}	1831^{f}
	چهار بوته در مترمربع × گاوی Four plant.m^{-2}× Cow manure	77.0^{c-j}	14.0^{lm}	48.3^{ef}	2484^{f}
	چهار بوته در مترمربع × کمپوست Four plant.m^{-2}× compost	80.0^{c-h}	29.3^{i-l}	98.3^{a}	5790^{f}
	چهار بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Four plant.m^{-2}× Vermicompost	70.0^{h-l}	18.3^{klm}	40.3^{fg}	866^{f}
	شش بوته در مترمربع × شاهد Six plant.m^{-2}× Control	83.0^{b-f}	21.3^{klm}	68.3^{c}	2809^{f}
	شش بوته در مترمربع × گاوی Six plant.m^{-2}× Cow manure	92.3^{b}	11.3^{m}	25.3^{h-k}	1472^{f}
	شش بوته در مترمربع × کمپوست Six plant.m^{-2}× compost	85.3^{b-e}	18.3^{klm}	48.0^{ef}	1776^{f}
	شش بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Six plant.m^{-2}× Vermicompost	109^{a}	21.3^{klm}	40.3^{fg}	1080^{f}
	هشت بوته در مترمربع × شاهد Eight plant.m^{-2}× Control	68.0^{i-l}	14.3^{lm}	62.0^{cd}	2644^{f}
	هشت بوته در مترمربع × گاوی Eight plant.m^{-2}× Cow manure	72.3^{f-k}	28.0^{j-m}	58.0^{cde}	2044^{f}

هشت بوته در مترمربع × کمپوست Eight plant.m^{-2}× compost	78.3^{c-i}	24.3^{klm}	55.0^{de}	2092^{f}
هشت بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Eight plant.m^{-2}× Vermicompost	74.6^{e-k}	33.0^{h-k}	91.3^{ab}	4624^{f}
10 بوته در مترمربع × شاهد Ten plant.m^{-2} × Control	86.0^{bcd}	20.0^{klm}	21.3^{h-k}	3840^{f}
10 بوته در مترمربع × گاوی Ten plant.m^{-2}× Cow manure	65.0^{kl}	14.0^{lm}	30.0^{g-j}	949^{f}
10 بوته در مترمربع × کمپوست Ten plant.m^{-2}× compost	72.0^{f-l}	20.0^{klm}	81.3^{b}	3734^{f}
10 بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Ten plant.m^{-2}× Vermicompost	87.0^{bc}	17.0^{klm}	33.0^{ghi}	2541^{f}

* در هرستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level.

جدول 11- اثرات متقابل تیمارها در سال‌های مختلف بر برخی شاخص‌های گیاه دارویی گل‌گاوزبان

Table 11- Results of interaction effects of treatments in different years on some of indices of *Echium amoenum* in second year

تیمار Treatments	ارتفاع Height (cm)	تعداد شاخه اصلی No. main branch	تعداد شاخه فرعی No. lateral branch	تعداد گل در بوته No. flower per plant
چهار بوته در مترمربع × شاهد Four plant.m^{-2}× Control	79de	16^{fg}	30^{ji}	1831^{e}
چهار بوته در مترمربع × گاوی Four plant.m^{-2}× Cow manure	77^{ef}	14^{h}	48^{g}	2483^{d}
چهار بوته در مترمربع × کمپوست Four plant.m^{-2}× compost	80de	29^{b}	98^{a}	5790^{a}
چهار بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Four plant.m^{-2}× Vermicompost	70^{hi}	18^{ef}	40^{h}	866^{g}
شش بوته در مترمربع × شاهد Six plant.m^{-2}× Control	83^{cd}	11^{i}	68^{d}	2809^{d}
شش بوته در مترمربع × گاوی Six plant.m^{-2}× Cow manure	92^{b}	43^{i}	25^{jk}	1472^{f}
شش بوته در مترمربع × کمپوست Six plant.m^{-2}× compost	85^{c}	18^{ef}	48^{g}	1776^{ef}
شش بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Six plant.m^{-2}× Vermicompost	109^{a}	21^{d}	40^{h}	1080^{g}
هشت بوته در مترمربع × شاهد Eight plant.m^{-2}× Control	68^{ji}	14^{gh}	62^{e}	21110^{gh}
هشت بوته در مترمربع × گاوی Eight plant.m^{-2}× Cow manure	72^{gh}	28^{b}	58e^{f}	2044^{e}
هشت بوته در مترمربع × کمپوست Eight plant.m^{-2}× compost	78^{ef}	24^{c}	55^{f}	2092^{e}
هشت بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Eight plant.m^{-2}× Vermicompost	74^{fg}	33^{a}	91^{b}	29525^{d}
10 بوته در مترمربع × شاهد Ten plant.m^{-2} × Control	86^{c}	20de	21^{k}	3839^{c}
10 بوته در مترمربع × گاوی Ten plant.m^{-2} × Cow manure	65^{j}	14^{h}	30^{ij}	949^{g}
10 بوته در مترمربع × کمپوست Ten plant.m^{-2} × compost	72^{gh}	20de	81^{c}	3734^{c}
10 بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست Ten plant.m^{-2} × Vermicompost	87^{c}	17^{f}	33^{i}	2541^{d}

* در هرستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level.

تعداد شاخه اصلی در گیاه مورد مطالعه در سال اول بیشترین تعداد (68/9) بود؛ به‌طوری‌که تعداد آن حدود 3/5 برابر تعداد آن در سال دوم بود (جدول 9). نتایج اثر متقابل بین تیمارها و سال‌های برداشت نشان‌دهنده حداکثر تعداد این صفت در سال اول و در تیمار چهار بوته در مترمربع × کمپوست (100) بود (جدول 10).

نتایج آنالیز واریانس حاکی از اثر مثبت تیمارها و سال‌های برداشت بر تعداد شاخه فرعی گیاه گاوزبان ایرانی بود (جدول 7). حداکثر و حداقل تعداد شاخه فرعی گیاه مورد مطالعه به‌ترتیب با کاربرد تیمار چهار بوته در مترمربع × کود گاوی (66/3) و تیمار 10 بوته در مترمربع × شاهد (21/1) به‌دست آمد. بیشترین تعداد شاخه فرعی در تراکم هشت بوته در مترمربع و کمترین آن در تراکم 10 بوته در مترمربع به‌دست آمد؛ به‌صورتی‌که اختلاف بین این دو تیمار 26 درصد بود. به‌طور کلی، مصرف تیمارهای کودی به‌طور متوسط باعث افزایش 22/5 درصد تعداد شاخه فرعی در مقایسه با شاهد شد (جدول 8). حداکثر شاخص مورد نظر در سال دوم برداشت (52 شاخه) حدوداً 2/5 برابر تعداد شاخه فرعی در سال اول بود (جدول 9).

نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین تعداد شاخه اصلی و فرعی در تراکم‌های پایین گیاه مشاهده شده است. این نتایج مطابق با نتایج پژوهشی روی گل همیشه بهار بود؛ چنان‌که حداکثر تعداد شاخه‌ها در تراکم‌های پایین (20 و 30 بوته در مترمربع) به‌دست آمد (Rahmani et al., 2009). رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2010) کاهش تعداد شاخه جانبی گیاه کنجد را در صورت افزایش تراکم بوته گزارش کردند، به‌طوری‌که علت آن را این‌طور بیان کردند که، افزایش تراکم بوته گیاه کنجد، باعث ایجاد رقابت بین بوته‌ها برای کسب نور، آب و مواد غذایی شده و در گیاه حالت خودتنکی اتفاق افتاده و گیاه با کاهش تعداد شاخه‌های جانبی خود، با کمبود منابع مقابله می‌کند. در همان آزمایش، مصرف کودهای گاوی، شیمیایی و کمپوست اثر مثبتی را بر تعداد شاخه فرعی در گیاه کنجد در مقایسه با شاهد نشان داد.

تعداد گل در بوته

نتایج نشان‌دهنده اثر مثبت و معنی‌دار تمامی تیمارهای آزمایشی در هر دو سال برداشت بر شاخص تعداد گل در بوته گیاه گل‌گاوزبان ایرانی بود (جدول 7). بیشترین تعداد گل در بوته در تیمارهای شش بوته در مترمربع × کمپوست (24316) و پس از آن در تیمار چهار بوته در مترمربع × کمپوست (23909) و کمترین تعداد آن در تیمار شش بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست (10763) به‌دست آمد. کاربرد تیمارهای کود آلی تعداد گل در بوته را به‌طور متوسط به‌میزان 15/5 درصد نسبت به شاهد افزایش داد. با افزایش تراکم بوته گیاه گل‌گاوزبان ایرانی از چهار بوته به 10 بوته در مترمربع، تعداد گل در بوته گیاه کاهش یافت؛ به‌طوری‌که اختلاف بین این دو تیمار 14 درصد بود (جدول 8). بیشترین تعداد گل در بوته در سال اول (27532) رشد گیاه مورد مطالعه به‌دست آمد (جدول 9). نتایج اثر متقابل حاکی از آن بود که حداکثر و حداقل تعداد گل در بوته به‌ترتیب در تیمارهای شش بوته در مترمربع × کمپوست (46857) و تیمار چهار بوته در مترمربع × ورمی‌کمپوست (866) به‌دست آمد (جدول 10).

به‌طور کلی، نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج محققان دیگر مطابقت دارد (Azizi et al., 2008). به‌طوری‌که کاربرد ورمی‌کمپوست بر گیاه دارویی بابونه رومی (*Chamaemelum nobile* L.) باعث افزایش شاخص‌های رشدی از جمله تعداد گل در بوته گردید (Liuc & Pank, 2005). بررسی‌های صورت گرفته نشان داده است، اثرهای مطلوب کودهای ورمی‌کمپوست به‌دلیل تغییر شرایط، فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت (Atiyeh et al., 2000) و هم‌چنین تنظیم pH و افزایش معنی‌دار ظرفیت نگهداری آب در محیط کشت است (Mcginnis et al., 2003). نتایج پژوهشی روی گل همیشه بهار حاکی از آن بود که با افزایش تراکم، تعداد گل در بوته کاهش و در واحد سطح افزایش یافت؛ به‌طوری‌که افزایش تراکم گیاهی، اثر مثبتی بر رقابت بین گونه‌ای گیاه داشت و در نتیجه، سبب کاهش میزان مواد فتوسنتزی و کاهش تعداد گل در بوته شد. امّا از طرفی، تعداد بوته بیشتر در واحد سطح باعث افزایش کارآیی استفاده از عوامل محیطی شده و تعداد بوته در واحد سطح افزایش یافت (Seghat Al-eslami & Mousavi, 2007).

سپاسگزاری

هزینه‌های اجرای این تحقیق توسط معاونت پژوهشی دانشگاه

فردوسی مشهد ودانشکده کشاورزی و از محل بودجه گرانت با کد 66
پ / 89/3/4 تأمین شده لذا بدین‌وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

References

Ahmadian, A., Ghanbari, A., and Galvi, M., 2006. The effect of manures on quantitative and qualitative yield and chemical indexes of essential oil of cumin (*Cuminum cyminum*). Journal of Iranian Field Crops Research 4(2): 207-216. (In Persian with English Summary)

Akbarinia, A., Keramati Toroghi, M., and Hadi Tavatori, M., 2006. Effect of irrigation intervals on flower yield of *Echium amoenum* Mey and Fisch. Pajouhesh and Sazandegi 76: 122-128. (In Persian with English Summary)

Ameri, A., and Nassiri Mahallati, M., 2009. Effects of nitrogen application and plant densities on flower yield, essential oils, and radiation use efficiency of marigold (*Calendula officinalis* L.). Pajouhesh and Sazandegi 81:133-144. (In Persian with English Summary)

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D., 2004. Influence of vermicompost on field strawberries. Bioresource Technology 93: 145-153.

Arancon, N.Q., Galvis P.A., and Edwards, A., 2005. Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. Bioresource Technology 96(10): 1137-1142.

Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Bachman, G., Metzger, J.D., and Shuster, W., 2000a. Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia 44: 579–590.

Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S., and Metzger, J.D., 2000b. Earthworm-processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. Compost Science and Utilization 8(3): 215-223.

Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., and Metzger, J.D., 2002. Incorporation of earthworm processed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds. Bioresource Technology 81(2): 103-108.

Azeez, J.O., Van Averbeke, W., and Okorogbona, A.O.M., 2010. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. Bioresource Technology 101: 2499–2505.

Azizi, M., Rezvanee, F., Hassanzadeh Khayat, M., Lackzian, A., and Neamati, H., 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*) CV. Goral. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 24(1): 82-93. (In Persian with English Summary)

Bachman, G.R., and Metzger, J.D., 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost, Bioresource Technology 99: 3155–3161.

Darzi1, M.T., Ghalavand, A., and Rejali, F., 2009. The effects of biofertilizers application on N, P, K assimilation and seed yield in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 25(1): 1-19. (In Persian with English Summary)

Delate, K., 2000. Heenah mahyah student farm herb trail. Leopold Center for Sustainable Agriculture. Annual Reports, Jowa State University. Ames, IA.

Ebhin Masto, R., Chhonkar, P.K., Singh, D., and Patra, A.K., 2006. Changes in soil biological and biochemical characteristics in a long-term field trial on a sub-tropical inceptisoil. Soil Biology and Biochemistry 38: 1577-1582.

Ghost, B.C., and Bhat, R., 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. Environmental Pollution 102: 123–126.

Hussien, M.S., El-Sherbeny, S.E., and Khalil, M.Y., 2006. Growth character and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. Scientia Horticulture 108: 322-331.

Kalra, A., 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. A hope for sustainability and quality enhancement. Journal of Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs). FAO.

Karimi Zarchi, M., and Kalbasi, M., 1999. Effect of aeration and mixing on composting process and quality of compost, which is made of municipal wastes. 6th Congress of Soil Science of Iran, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. p. 7. (In Persian with English Summary)

Khandan, A., Astarayi, A., Naddiri Mahallati, M., and Fotovwat, A., 2006. Effect of organic and inorganic fertilizers on yield and yield components of *Plantago ovata* Forsk. Iranian Journal of Field Crops Research 3: 244-253. (In

Persian with English Summary)

Khandan, A., 2004. Effects of organic manure and chemical fertilizer on physio-chemical characteristics of soil and hyssop (*Hyssopus officinalis*). M.Sc. Thesis, Department of Soil, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Tabrizi, L. and Nassiri Mahallati, M., 2004. Organic cultivation of *Plantago ovate* and *Plantago psyllium* in response to water stress. Journal of Iranian Field Crop Research 2(1): 67-78. (In Persian with English Summary)

Kumar, T. S., Swaminathan, V. and Kumar, S., 2009. Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizer on growth, yield and essential oil constituents in Raton crop of davana (*Artemisia pallens*). Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry 8 (2): 86-95.

Liuc, J., and Pank, B., 2005. Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. Scientia Pharmaceutica 46: 63-69.

Mahfouz, S.A., and Sharaf-Eldin, M.A., 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics 21: 361-366.

Mallanagouda, B., 1995. Effects of N.P.K and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medic and Aromatic Plant Science 4: 916-918.

Martin, R.J., and Deo, B., 2000. Effect of plant population on *Calendula officinalis* flower production. New Zealand Journal of Crop and Horticulture of Science 28(1): 37-44.

Mcginnis, M., Cooke, A., Bilderback, T., and Lorscheider, M., 2003. Organic fertilizers for basil transplant production. Acta Horticulturea 491: 213-218.

Moazen, S., Daneshian, J., and Akbarinia, A., 2005. Investigation of response of *Dracocephalum moldavica* L., *Hypericum perforatum*, *Phoenicolum vulgar* and *Echium amoenum* Mey and Fisch. Abstracts of First Congress of Effect of Environmental Stresses on Crops. Azad University of Takestan, Iran. (In Persian with English Summary)

Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, M., and Lakzian, A., 2009. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Journal of Iranian Field Crop Research 7(2): 625-635. (In Persian with English Summary)

Muscolo, A., Bovalo, F., Gionfriddo, F., and Nardi, F., 1999. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. Soil Biology and Biochemistry 31: 1303-1311.

Najafpour Navaei, M., 2002. Effects of phosphorus and nitrogen fertilizer on seed yield of *Echium amoenum* Mey and Fisch. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 13: 41-50. (In Persian with English Summary)

Omidbaigi, R., Fattahi, F., Fattahi, F., and Karimzadeh, G., 2010. Harvest time affect on the herb yield and essential oil content of lemon thyme (*Thymus* × *citriodorus* (Pers.) Schreb). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 26(3): 317-325. (In Persian with English Summary)

Parmar, D.K., and Sharma T.R., 1998. Integrated nutrient supply system for DPPG8, vegetable pea (*Pisum sativum var aravense*) in dry temperature zone of Himachal Pradesh. Indian Journal Agriculture Science 68: 247-253.

Rahmani, N., Jalali Yekta, A., Taherkhani, T., and Daneshian, J., 2009, Effect of plant density and nitrogen on yield of essential oil of *Calendula officinalis* L. Ecophisiology of Crop Field Journal 2(4): 347-354.

Rezvani Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A.A., and Moradi, R., 2010. Effect of chemical and organic fertilizers on yield and components yield of *Sesamum indicum* L. in different plant density. Journal of Agroecology 2(2): 256-265. (In Persian with English Summary)

Sayyah, M., Boostani, H., Pakseresht, S., and Malaieri, A., 2009. Efficacy of aqueous extract of *Echium amoenum* in treatment of obsessive-compulsive. Progressin Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry 33: 1513–1516.

Seghat Al-Eslami, M.J., and Mousavi, G.I., 2007. Effect of sowing date and plant density on grain and flower yield of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). Journal of Iranian Field Crop Research 6(2): 263-269. (In Persian with English Summary)

Shaalan, M.N., 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis*). Egypt Journal of Agriculture Research 83(1): 271.

Tabrizi, L., Koocheki, A., and Ghorbani, R., 2009. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of hyssop (*Hyssopus officinalis*). Journal of Iranian Field Crops Research 6(1): 126-136. (In Persian with English Summary)

Tahami Zarandi, M.K., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2010. Comparison of the effects of organic and

chemical fertilizer on the percentage and yield of essential oil of ocmimum (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology 2(1): 63-74. (In Persian with English Summary)

Yazdani Biuki, R., Rezvani Moghaddam, P., Khazaie, H.R., and Astaraei, A.R., 2010. Qualitative and qualitative characteristics of *Silybum marianum* in response to organic, biological and chemical fertilizers. Journal of Agroecology 2(4): 548-555. (In Persian with English Summary)

Zhukova, L.A., Voskresneskaya, O.L., and Grosheva, N.P., 1996. Morphological and physiological characteristics of ontogenesis in pot marigold (*Calendula officinalis* L.) plants grown at different densities. Russian Journal of Ecology 27: 100-106.

Journal of Agroecology
Vol. 12, No.1, Spring 2020, p. 161-178

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 12، شماره 1، بهار 1399، ص 178-161

Response of *Echium amoenum* L. as a Medicinal Plant to Organic Fertilizers and Plant Density

P. Rezvani Moghaddam[1]*, J. Shabahang[2], A. Lashgari[2], M. Aghhavani-Shajari[2]

Submitted: 11-11-2015
Accepted: 07-06-2016

Rezvani Moghaddam, P., Shabahang, J., Lashgari, A. and Aghhavani-Shajari, M. 2020. Response of *Echium amoenum* Fisch. & C.A.Mey as a medicinal plant to organic fertilizers and plant density. Journal of Agroecology. 12 (1):l61-178.

Introduction

Many plant species in natural Iranian ecosystems such as *Echium amoenum* have high medicinal and economic potential use. The growing need for medicinal products of this plant along with the increasing domestic consumption, export and prevention of its extinction due to its over harvesting from natural ecosystems, necessitates its mass cultivation. *E. amoenum* is one of the medicinal plants that has important compounds in its flowers, which is necessary to increase the quantity and quality of its flowers. In general, environmental and management factors affecting canopy structure have a significant effect on flower production in these plants. Therefore, for the successful cultivation of any medicinal plant, including *E. amoenum*, providing optimal environmental conditions such as the best fertilizer combination to meet the nutritional needs of the plant is a priority. Adding organic matter from various sources to the soil is one of the most common regenerating operations to improve soil properties.

Material and Methods

In order to better understand the agronomical potential of *E. amoenum* as a medicinal plant at field condition, an experiment was conducted in a factorial layout based on a Randomised Complete Block design with three replications at Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad, Iran during growing season of 2009-2012. The experimental treatments were all combination of four levels of organic fertilizers (cow manure (30 t.ha-1), compost (20 t.ha-1), vermicompost (5 t.ha-1) and control) and four plant densities (4, 6, 8 and 10 plants.m-2). In April 2010, bed preparation was done by ploughing and levelling the soil and fertilizer treatments were mixed with soil. Cultivation operations were carried out in the first week of May 2010. Irrigation was performed every seven days. During the growing season of 2010, the plants produced mild stems and spent the entire season as a rosette. By autumn and winter, the aerial parts of the plant were dried and in early March 2011, with increasing ambient temperature, the leaves of the plant began to reappear from the crown. Flowering of the *E. amoenum* in the second year, 12 months after sowing began on April 25, 2011 and the flowering period lasted one month. The flowers were harvested in four stages every seven days. Flowering of the plant began in the third year on May 15, 2012, and the flower harvesting was carried out in five stages, every five days. At each harvest stage, fresh flower yield, dry flower yield and number of flowers per five grams of flowers were determined. After flowering, three plants were randomly marked and plant height, number of main and lateral branches and number of flowers per plant were recorded.

Results and Discussion

E. amoenum has only vegetative growth in the first year. The results of second and third years showed that studied treatments had significant effect on plant height, number of main and lateral stem branches, number of flower per plant, fresh and dry flower yield. Result showed that by increasing of plant density, fresh and dry flower yield and number of flower (at five g) were increased but number of lateral stem branches and number of flower per plant were decreased. Application of organic fertilizers increased fresh and dry flower yield, plant height, number of lateral stem branches and number of flowers per plant. Additionally, the highest fresh and dry

1- Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2- Ph.D. in Agroecology, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: rezvani@um.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v12i1.51343

flower yield, number of flower and number of flower per plant and number of main stem branches were obtained in the first year but the highest plant height and number of lateral branches were observed in the second year.

Conclusion

Due to the fact that *E. amoenum* is an unlimited growth plant, therefore, proper density adjustment is especially important during reproductive growth period. Increasing density during this period causes the plant to have fewer resources (space, water and food) to increase vegetative growth and, as a result, establish a proper balance between vegetative and reproductive growth and produce more flowering shoots and increase flower yield will result. Overall, it seems that application of organic fertilizers and optimum plant density are among more important factors for *E. amoenum* flower production.

Acknowledgements

Conducting this research was funded by Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture (Grant No. 66, 25 May 2010).

Keywords: Compost, Flower yield, Lateral branches, Manure, Vermicompost