نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، ص. ۵۷۳-۵۵۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 3, Fall 2016, P. 555-573
ISSN: 2008 - 4730

مقایسه‌ی کودهای آلی و شیمیایی در تراکم‌های مختلف گاو زبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.) در شرایط مشهد

محمد بهزاد امیری[1*]- پرویز رضوانی‌مقدم[2]- محسن جهان[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۱۵
تاریخ پذیرش ۱۳۹۴/۱۲/۰۸

چکیده

با توجه به استفاده‌ی روزافزون از گیاهان دارویی در سطح جهان، اهمیت کشت و پرورش گیاهان دارویی به‌ویژه در سیستم‌های اکولوژیک، بیشتر آشکار شده است. به‌منظور بررسی اثر تراکم بوته و مقایسه‌ی کودهای آلی و شیمیایی در زراعت گاو زبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.)، پژوهشی در سه سال زراعی متوالی ۹۱-۱۳۹۰، ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت اسپلیت‌پلات در زمان در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل ترکیب فاکتوریل ۳ تراکم کاشت (۳، ۵ و ۱۰ بوته در متر مربع) و ۴ نوع کود آلی و شیمیایی مختلف (کمپوست، ورمی‌کمپوست، کود گاوی، کود شیمیایی نیتروژن و شاهد) بود و زمان نمونه گیری و ثبت صفات مورد مطالعه (سال‌های زراعی دوم و سوم) به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد. در این آزمایش صفاتی نظیر وزن خشک گل در بوته، تعداد گل در بوته، تعداد و وزن دانه در بوته، شاخص برداشت گل، عملکرد گل خشک و عملکرد دانه بررسی شدند. نتایج آزمایش نشان داد که اثر تراکم گیاهی بر عملکرد گل خشک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین مقدار عملکرد گل خشک (۸۱۶ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۵ بوته در متر مربع بدست آمد و به‌ترتیب ۲۳ و ۱۵ درصد نسبت به تیمارهای ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع بیشتر بود. در هر دو سال زراعی مورد مطالعه اثر کودهای آلی و شیمیایی مختلف در تراکم ۵ بوته در متر مربع تشدید شد، به عنوان مثال در سال زراعی دوم استفاده از کمپوست در تراکم ۵ بوته در متر مربع به‌ترتیب منجر به افزایش ۳۰ و ۲۵ درصدی عملکرد دانه نسبت به کاربرد این کود در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع شد. اگر چه استفاده از کود شیمیایی در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گاو زبان ایرانی بی‌تأثیر نبود، ولی تأثیرگذاری آن به مراتب کمتر از کودهای آلی بود. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کودهای آلی به ویژه کود ورمی‌کمپوست در تراکم‌های مطلوب گیاهی می‌تواند ضمن بهبود خصوصیات کمی گاو زبان ایرانی، اثرات مخرب ناشی از مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داده و سلامت محصول و پایداری تولید را تضمین کند.

واژه‌های کلیدی: سلامت محصول، سیستم اکولوژیک، عملکرد گل خشک، کشاورزی پایدار، گیاه دارویی

مقدمه

از دیدگاه کشاورزی پایدار، خاک نه‌تنها یک بستر فیزیکی و شیمیایی به‌شمار می‌رود، بلکه همچون یک پیکره‌ی زنده است که با مدیریت موجودات زنده‌ی آن، می‌توان تنوع زیستی آن را حفظ کرده و افزایش داد. به همین منظور جهت برخورداری از یک سیستم کشاورزی پایدار، استفاده از نهاده‌هایی که علاوه بر تأمین نیازهای گیاه و کاهش مخاطرات زیست‌محیطی، جنبه‌های اکولوژیکی سیستم را بهبود بخشند، ضروری به نظر می‌رسد (۲۳). بدون تردید، کاربرد کودهای آلی به‌خصوص در خاک‌های فقیر از عناصر غذایی علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه‌ی خصوصیات، حفظ کیفیت و افزایش مواد آلی خاک نسبت به کاربرد کودهای معدنی دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی نیز مثمر ثمر واقع‌شده و می‌توانند جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی در درازمدت باشند (۲۷).

در دهه‌های گذشته کاربرد کمپوست به‌منظور حفظ و افزایش ثبات و پایداری خاکدانه ها، افزایش حاصلخیزی و باروری خاک‌های زراعی و باغی سبب گردیده کاربرد کمپوست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شود (۲۵). کمپوست شامل مواد باقی‌مانده از تخریب کامل یا جزئی انواعی از ترکیبات شیمیایی توسط مجموعه‌ای از میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. جامعه‌ی میکروبی موجود در کمپوست، مواد آلی تجزیه‌پذیر را تبدیل به ماده‌ای هوموسی و معدنی با ثبات بیشتر می‌کند (۷). در پی افزایش

۱-استادیار مجتمع آموزش عالی گناباد
(*-نویسنده مسئول: (Email: amiri@gonabad.ac.ir
۲ و ۳- استاد و دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد

گزارشات مبنی بر بهبود ساختار خاک با استفاده از کمپوست زباله شهری، گرایش به‌سمت اعمال این منبع بوم‌سازگار در زمین‌های کشاورزی گسترش یافته است. در یک پژوهش، اثر کودهای مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris* L.) و مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) بررسی و گزارش شد که کاربرد ۹ تن در هکتار کود کمپوست خصوصیات کمی گیاهان مذکور را به میزان قابل‌توجهی بهبود بخشید (۱۱). بررسی اثر کودهای آلی بر چند گیاه دارویی نشان داد که افزودن کمپوست باعث افزایش ارتفاع گیاه در سرخارگل (*Echinaceae purpurea* L.) و افزایش وزن‌تر و خشک گیاه در بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) شد (۱۲).

ورمی‌کمپوست نوعی کود آلی است که درنتیجه‌ی فعالیت گونه‌ای از کرم‌های خاکی بر روی ضایعات شهری، صنعتی و کشاورزی تولید می‌شود. این کود آلی، سبک، فاقد بو و عاری از بذر علف‌های هرز بوده و تهیه‌ی آن نسبت به کمپوست آسان‌تر و در مدت زمان کوتاهی انجام می‌گیرد. ورمی‌کمپوست غنی از مواد شبه هورمونی و ویتامین‌ها بوده و عصاره‌ی آن به‌عنوان یک آفت‌کش قوی زیستی مطرح است که باعث افزایش جامعه‌ی میکروبی خاک و نگهداری عناصر غذایی برای دوره‌ای طولانی‌تر بدون اثرات منفی بر محیط می‌گردد. ورمی‌کمپوست دارای خلل و فرج و زهکش مناسب، ظرفیت نگه‌داری آب بالا و توانایی بالای جذب مواد غذایی می‌باشد که به‌عنوان اصلاح‌کننده‌ی آلی خاک در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاهان مختلف نقش مؤثری ایفا می‌کند (۳۵). آلبیاچ و همکاران (۲) گزارش کردند که کاربرد ۲۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست طی ۴ سال، عوامل موجود در خاک شامل ماده‌ی آلی، اسیدهیومیک، جمعیت میکروارگانیسم‌ها و پایداری ساختمان خاک را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. در پژوهشی دیگر، اثر کودهای آلی و بیولوژیک مختلف روی گیاه دارویی مرزه (*Satureja khuzistanica* Jamzad.) مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که ورمی‌کمپوست چه به تنهایی و چه در کاربرد همزمان با کودهای بیولوژیک نیتروکسین و نیتراژین منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه شد (۴۱). لیاک و پانک (۲۸) گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست در گیاه دارویی بابونه رومی (*Chamaemelum nobile* L.) باعث افزایش تعداد گل و درصد اسانس شد.

کودهای دامی حاوی اکثر عناصر مورد نیاز گیاهان هستند و علاوه برداشتن عناصر پرمصرف، دارای ریزمغذی‌ها بوده و استفاده از آن‌ها در درازمدت تعادل عناصر غذایی خاک را در پی خواهد داشت. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که کودهای آلی سبب بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و عملکرد محصول را افزایش داده‌اند (۳۶و ۴۸). کود گاوی مقادیر مناسبی از عناصر پرمصرف و کم‌مصرف را برای گیاه تأمین می‌کند و جایگزین کم‌هزینه‌ای برای کودهای معدنی محسوب می‌شود. در منابع متعدد به اثر مثبت کودهای دامی بر گسترش و ترکیب جوامع میکروبی، فون و فلور خاک و نیز تشدید فرآیندهای متابولیکی در داخل خاک، ریشه و شاخ و برگ گیاهان تأکید شده است (۳۷ و ۴۸). نتایج تحقیق دوساله‌ی جهان و همکاران (۲۰) حاکی از واکنش مثبت کدو پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) نسبت به سیستم تولید ارگانیک و استفاده از کود گاوی بود، به‌طوری‌که با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و عدم استفاده از قیم، بیشترین عملکرد میوه و دانه حاصل شد. بررسی اثر کمپوست، ورمی‌کمپوست و کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) نشان داد که مصرف کودهای آلی و دامی باعث افزایش عملکرد دانه، عملکرد ماده‌ی خشک، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و ارتفاع بوته شد (۴۴).

اگر چه عوامل محیطی تأثیر به‌سزایی بر کمیت و کیفیت محصول بدست آمده از گیاهان دارویی دارد، با این حال کنترل کامل این عوامل امکان‌پذیر نیست، ولی می‌توان با استفاده از روش‌هایی اثرات محیطی را به‌شکلی مدیریت نمود که گیاه تحت هر شرایطی حداکثر توانایی خود را بروز دهد. از جمله‌ی مهم‌ترین این تکنیک‌ها، انتخاب تراکم گیاهی مطلوب برای کشت و کار گیاه است که به‌عنوان یک عامل زراعی تحت‌کنترل، نقش مؤثری در عملکرد محصولات مختلف ایفا می‌کند و مشخص نمودن تراکم گیاهی از اصول اولیه‌ی زراعت هر محصول و از جمله مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تولید گیاهان دارویی به شمار می‌رود (۱۹). تراکم بوته مطلوب تراکمی است که در نتیجه‌ی آن کلیه‌ی عوامل محیطی به‌طور مؤثر مورد استفاده گیاه قرار گرفته و در عین حال رقابت‌های درون‌بوته‌ای و بین‌بوته‌ای در حداقل باشند تا حداکثر عملکرد ممکن با کیفیت مطلوب بدست آید (۸). در یک بررسی، اثر تراکم‌های مختلف (۱۲/۵، ۱۶/۶ و ۲۵ بوته در متر مربع) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) مطالعه و گزارش شد که با افزایش تراکم، تعداد چتر در بوته، وزن هزار دانه و وزن خشک بوته با کاهش مواجه شد (۱). در آزمایشی دیگر، پس از بررسی اثر تراکم‌های مختلف گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی چای‌ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) گزارش شد که با افزایش فاصله‌ی بین ردیف‌های کاشت از ۵۰ به ۱۰۰ سانتی‌متر، عملکرد گل افزایش یافت (۳۱).

گاو زبان ایرانی با نام علمی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.) گیاهی چند ساله و متعلق به خانواده‌ی گاو زبان[1] می‌باشد و در طب سنتی ایران از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (۲۹). از گذشته‌های دور گاو زبان ایرانی جهت رفع عوارض زکام و سرماخوردگی، به‌عنوان

1- Boraginaceae

تنظیم‌کننده‌ی فشارخون، آرام‌بخش و معرق به‌صورت سنتی مورد استفاده قرار می‌گرفته است. در کتب قدیمی طب ایرانی مثل تحفه-الحکیم، مخزن الادویه و کتاب قانون ابن‌سینا از این گیاه به‌عنوان آرامش‌بخش یاد شده و قرن‌ها در طب سنتی ایران از این گیاه به-منظور کاهش‌دهنده‌ی اضطراب استفاده می‌شده است (۴۶). با توجه به ارزش بسیار بالای فیتواسترول‌ها ازجمله بتاسیتواسترول و استیگمااسترول در صنعت داروسازی، بذر گاو زبان ایرانی می‌تواند منبع مناسبی برای این استرول‌های گیاهی ارزشمند در صنعت داروسازی باشد (۱۴).

با توجه به نیاز مداوم به فرآورده های حاصل از گیاهان دارویی و نیز تخریب روزافزون رویشگاه‌های طبیعی آن‌ها، انجام مطالعات زراعی این گیاهان و سازگار کردن آن‌ها به شرایط موجود در سیستم‌های زراعی به‌ویژه از طریق انتخاب تراکم گیاهی مطلوب، راهکاری منطقی برای جلوگیری از نابودی و فراموش شدن آن‌ها محسوب می‌شود، از طرفی نکته حائز اهمیت در تولید گیاهان دارویی، بهبود خواص کمی و کیفی آن‌ها بدون اثرات زیست‌محیطی زیان‌آور می‌باشد. با توجه به موارد مذکور و همچنین نظر به اهمیت گاو زبان ایرانی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات دارویی که در بسیاری از صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد، این پژوهش با هدف مقایسه‌ی نهاده‌های اکولوژیک و شیمیایی در تراکم‌های مختلف گاو زبان ایرانی در شرایط اقلیمی مشهد انجام گرفت.

جدول ۱- میانگین سالانه متغیرهای آب و هوایی مشهد

Table 1- Annual average of Mashhad climatic variables

کل بارندگی Total Rainfall (mm)	میانگین دمای حداکثر Average Maximum Temperature (°C)	میانگین دمای حداقل Average Minimum Temperature (°C)
253.95	21.18	7.03

جدول ۲- میانگین ماهیانه‌ی دما و بارندگی مشهد در سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

Table 2- Monthly average of temperature and rainfall of Mashhad in 2012, 2013 and 2014 years

سال Year	ماه‌های سال Months	فروردین April	اردیبهشت May	خرداد June	تیر July	مرداد August	شهریور September	مهر October
۱۳۹۱ 2012	میانگین دما Average temperature (°C)	16.2	18.6	25.2	28.5	27.6	23.1	17.7
	بارندگی Rainfall (mm)	18	52.7	8.8	1.6	0	0	1.3
۱۳۹۲ 2013	میانگین دما Average temperature (°C)	13.6	18.6	25.0	27.8	27.4	24.9	19.2
	بارندگی Rainfall (mm)	18.6	23.5	14.9	0	2.4	0	11.4
۱۳۹۳ 2014	میانگین دما Average temperature (°C)	12.5	22.3	25.1	28.6	27.5	24.8	18.1
	بارندگی Rainfall (mm)	67.4	24.2	22	0	0	0	16.7

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سه سال زراعی متوالی ۹۱-۱۳۹۰، ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه‌ی شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه‌ی شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا در زمینی به مساحت حدود ۸۰۰ متر مربع اجرا شد. بر اساس مطالعات اشرف و همکاران (۴) با توجه به شاخص UNEP[1] در یک دوره‌ی ۴۸ ساله‌ی آمار هواشناسی، منطقه مشهد با میانگین بارندگی سالیانه‌ی ۲۵۳ میلی‌متر، دارای رژیم آب و هوایی نیمه‌خشک

1- United Nations Environment Program

و متوسط درجه حرارت سالیانه‌ی آن ۱۴ درجه‌ی سانتی‌گراد است (جدول ۱). روند تغییرات میانگین ماهانه‌ی درجه حرارت و بارندگی به‌تفکیک سال‌ها و ماه‌های تحقیق با اقتباس از داده‌های ثبت‌شده از ایستگاه‌های هواشناسی مشهد در جدول ۲ نشان داده شده است.

آزمایش به‌صورت اسپلیت‌پلات در زمان در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. کرت‌های اصلی شامل ترکیب فاکتوریل ۳ تراکم کاشت (۳، ۵ و ۱۰ بوته در متر مربع) (به‌ترتیب با فواصل کاشت ۶۰، ۴۰ و ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف) و ۴ نوع کود آلی و شیمیایی مختلف (کمپوست، ورمی‌کمپوست، کود گاوی، کود شیمیایی نیتروژن و شاهد) بود و زمان (سال‌های زراعی دوم و سوم) به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است با توجه به اینکه گیاه گاو زبان ایرانی در سال اول به صورت رزت رشد می‌کند و تولید گل ندارد، داده‌برداری‌ها از سال‌های دوم و سوم آزمایش انجام شد.

قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌گیری انجام و به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۳).

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه‌آزمایشی

Table 3- Physical and chemical characteristics of experimental field soil

بافت خاک Soil Texture	نیتروژن Nitrogen (ppm)	فسفر Phosphorous (ppm)	پتاسیم Potassium (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
لومی-سیلت Silty loam	15.7	13.4	417	7.3	1.1

برای اعمال کودهای آلی، میزان عناصر غذایی هر یک از کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی تعیین (نتایج تجزیه‌ی کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش در جدول ۴ آورده شده است) و بر حسب درصد نیتروژن موجود در خاک و کودهای آلی به‌ترتیب بر مبنای ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست، ۷ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست و ۳۰ تن در هکتار کود گاوی، در اسفندماه ۱۳۹۰ در سطح کرت‌های مورد نظر به‌طور یکنواخت پخش و بلافاصله توسط بیل دستی وارد خاک شدند. لازم به ذکر است که در اسفندماه ۱۳۹۱ نیز به‌منظور تقویت رشد مجدد گیاه و ایجاد شرایط مساعد برای رشد گیاه در سال‌های بعد، همین میزان کود به خاک کرت‌های مربوطه اضافه شد. بر اساس منابع موجود (۳۴)، نیاز کودی گاو زبان ایرانی برای نیتروژن از منبع شیمیایی (کود اوره)، ۹۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد که نیمی از این مقدار در زمان کاشت و نیم دیگر آن بعد از انجام عملیات تنک به خاک مزرعه اضافه گردید، ضمن اینکه در دومین و سومین سال زراعی (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲) نیز همین میزان کود شیمیایی طی دو مرحله (آغاز رشد مجدد گیاه در سال دوم و سوم و مرحله‌ی چهار برگی) در اختیار گیاه قرار گرفت.

جدول ٤- خصوصیات کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش

Table 4- Used organic fertilizers characteristics in experiment

نوع کود آلی Type of Organic Fertilizer	نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر Phosphorous (%)	پتاسیم Potassium (%)
کمپوست Compost	0.64	0.44	0.49
ورمی‌کمپوست Vermicompost	0.89	1.53	0.96
کود گاوی Cow manure	0.21	0.29	1.04

برای آماده‌سازی زمین با تأکید بر عملیات زراعی اکولوژیک، خاک‌ورزی حداقل انجام شد، به‌این‌ترتیب که پس از انجام دیسک سبک، کرت‌های آزمایشی با ابعاد ۲/۵۰×۴/۸۰ متر ایجاد شدند. به‌دلیل کودی بودن ماهیت تیمارها و جلوگیری از اختلاط تیمارها با هم، برای هر بلوک آزمایشی یک لوله‌ی آبیاری جداگانه در نظر گرفته شد. بذور گاو زبان ایرانی با منشاء توده‌ی مشهد از مزرعه‌ی تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه و اواسط فرودین‌ماه ۱۳۹۱ در ردیف‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و بسته به تیمار مورد بررسی با فاصله‌ی روی ردیف ۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی متر از یکدیگر کشت شدند. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر ۷ روز یکبار تا آخر فصل رشد به روش کرتی انجام شد. برای رسیدن به تراکم مناسب، پس از رسیدن گیاه به

مرحله‌ی ۴ برگی عملیات تنک کردن انجام گرفت. به‌منظور کنترل علف‌های هرز، تنها سه نوبت وجین دستی در سال اول (به‌ترتیب ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز پس از کاشت) و یک نوبت وجین دستی در هر یک از سال‌های دوم و سوم (۳۰ روز پس از رشد مجدد گیاه در سال دوم و سوم) انجام شد. مهم‌ترین علف‌های‌هرز موجود در مزرعه، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.)، خاکشیر شیرین (*Descurainia sophia* L.) و خاکشیر تلخ (*Sisymbrium officinale* L.) بودند. در زمان آماده‌سازی زمین و در طول دوره‌ی رشد، هیچ‌گونه علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کش شیمیایی استفاده نشد.

در سال‌های زراعی دوم و سوم (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲)، از ابتدا تا انتهای فصل گلدهی، گلبرگ تمام سطح کرت‌های آزمایشی به‌صورت روزانه برداشت و وزن تر و خشک گل‌ها اندازه‌گیری شد. مجموع وزن خشک گل‌ها در طی دوره‌ی گلدهی به عنوان عملکرد گل در هر کرت در نظر گرفته شد، ضمن اینکه ۳ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و در طول مرحله‌ی گلدهی تعداد گل‌های آن‌ها شمارش شدند و وزن تر و خشک گل آن‌ها تعیین گردید. به منظور حفظ کمیت و کیفیت مواد مؤثره‌ی گیاه، نمونه‌های گل در سایه و در درجه حرارت محیط خشک شدند. در اواخر فصل رشد، با آغاز مرحله‌ی رسیدگی دانه‌ها و خشک شدن اندام هوایی گیاه، تعداد ۳ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر تعداد دانه در بوته و وزن دانه در بوته اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد دانه، بوته‌های تمام سطح کرت‌های آزمایشی با رعایت اثر حاشیه‌ای از سطح زمین برداشت و وزن دانه آن‌ها تعیین گردید. شاخص برداشت گل از درصد نسبت عملکرد گل به عملکرد ماده‌ی خشک بدست آمد.

تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها (ANOVA) و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.1، MS Excel Ver. 11 و Slide Write Ver. 2 و مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. لازم به ذکر است که با توجه به چند ساله بودن گاو زبان ایرانی و جمع‌آوری اطلاعات در دو سال زراعی (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲)، برای نشان دادن اثر سال در نتایج، آنالیز داده‌ها به‌صورت اسپلیت پلات در زمان انجام شد.

نتایج و بحث

وزن گل خشک و تعداد گل در بوته

تراکم گیاهی به‌طور معنی‌داری بر وزن گل خشک و تعداد گل در بوته تأثیر داشت (جدول ۵)، به‌طوری‌که بیشترین مقدار این صفات (۱۶/۳۷ گرم در بوته) در تراکم ۵ بوته در متر مربع بدست آمد (جدول ۶). تراکم ۵ بوته در متر مربع، وزن گل خشک در بوته را به‌ترتیب ۲۰ و ۱۴ درصد و تعداد گل در بوته را به‌ترتیب ۱۴ و ۱۱ درصد نسبت به تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع افزایش داد (جدول ۶). از آنجایی‌که با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، فضای اختصاص یافته به هر بوته کاهش می‌یابد، به‌نظر می‌رسد در تراکم‌های بالای گیاهی (۱۰ بوته در متر مربع)، کاهش دسترسی بوته‌ها به عوامل محیطی از قبیل نور، آب و عناصر معدنی (۳۷) از عوامل بسیار تأثیرگذار در کاهش وزن و تعداد گل در بوته باشد. در یک پژوهش، اثر تراکم‌های مختلف (۱۲/۵، ۱۶/۶ و ۲۵ بوته در متر مربع) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گشنیز بررسی و گزارش شد که با افزایش تراکم، تعداد چتر در بوته، وزن هزار دانه و وزن خشک بوته با کاهش مواجه شد (۱).

اثر کودهای آلی و شیمیایی مختلف بر وزن گل خشک در بوته معنی‌دار بود (جدول ۵)، به‌طوری‌که تمامی کودهای آلی و شیمیایی مورد مطالعه منجر به افزایش وزن گل خشک در بوته در مقایسه با شاهد شدند و وزن گل خشک در بوته در کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست، گاوی و شیمیایی به‌ترتیب ۴۵، ۴۳، ۳۴ و ۲۴ درصد بیشتر از شاهد بود (جدول ۶). بیشترین تعداد گل در بوته (۱۶۳۳ گل در بوته) در تیمار کمپوست مشاهده شد، ضمن این‌که کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی به‌ترتیب افزایش ۲۸، ۲۵ و ۱۳ درصدی تعداد گل در بوته را در مقایسه با کود شیمیایی به همراه داشتند (جدول ۶). به‌نظر می‌رسد که کودهای آلی از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک (۳۵)، افزایش ظرفیت نگهداری آب و تأثیر بر فراهمی و جذب بیشتر عناصرغذایی (۳۳)، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده‌ی خشک گیاهی شدند که این مسئله در نهایت به افزایش گلدهی گیاه انجامیده است. در یک پژوهش اثر کودهای آلی و بیولوژیک مختلف روی گیاه دارویی مرزه مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که ورمی‌کمپوست چه به تنهایی و چه در کاربرد همزمان با کودهای بیولوژیک نیتروکسین و نیتراژین منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه شد (۴۱).

در بررسی اثرات متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی مختلف مشاهده شد که در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه، کاربرد کودهای آلی و شیمیایی، افزایش وزن گل خشک در بوته و تعداد گل در بوته را سبب شد که البته اثر مثبت کودهای آلی و شیمیایی مختلف در بهبود صفات مذکور در تراکم ۵ بوته در متر مربع به‌طور محسوس‌تری نمایان شد، به‌عنوان مثال کاربرد کود کمپوست در تراکم ۵ بوته در متر مربع، وزن گل خشک در بوته را به‌ترتیب ۲۲ و ۲۱ درصد و تعداد گل در بوته را به‌ترتیب ۱۴ و ۱۳ درصد نسبت به کاربرد این کود در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع افزایش داد (جدول ۷).

جدول ۵- تجزیه واریانس برخی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد گاو زبان ایرانی تحت‌تأثیر تراکم‌های مختلف و کاربرد کودهای آلی و شیمیایی در دو سال زراعی.

Table 5- ANOVA of some morphological characteristics and yield of Iranian ox plant affected by different plant density and application of organic and chemical fertilizers.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares						
		وزن گل خشک در بوته Dry Flower Weight per Plant (g)	تعداد گل در بوته Flower Number per Plant	وزن دانه در بوته Seed Weight per Plant (g)	تعداد دانه در بوته Seed Number per Plant	عملکرد گل خشک Dry Flower Yield (kg.ha^{-1})	عملکرد دانه Seed Yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت گل Flower Harvest Index (%)
بلوک Block	2	0.72ns	2762ns	8.04ns	34581**	6067**	270.76ns	7.11*
تراکم گیاهی Plant density	2	86.75**	403000**	165.31**	92149**	262165**	162899**	200.04**
کود Fertilizer	4	197.06**	825465**	178.13**	1939674**	322372**	244000**	92.96**
تراکم کاشت×کود Plant density×Fertilizer	8	9.06*	11273**	14.45**	99283**	21368**	26709**	58.60**
خطای یک Error1	28	5.20	1191	3.97	3351	901	785.55	1.96
سال Year	1	150.87**	336772**	77.15**	442652**	306110**	167254**	222.74**
تراکم کاشت×سال Plant density×Year	2	11.70*	26619**	3.54ns	15223*	23703**	16708**	20.51**
کود×سال Fertilizer×Year	4	19.50**	13305**	9.76*	3270*	20674**	16789**	15.91**
تراکم کاشت×کود×سال Plant density×Fertilizer×Year	8	12.79**	11939**	3.43ns	7106*	10178**	8717**	8.41**
بلوک×سال Block×Year	2	2.81ns	42.14ns	12.21ns	7660ns	1241**	867.38ns	1.51ns
خطای دو Error 2	28	3.37	1157	5.72	3559	865	1255	1.82
ضریب تغییرات CV (%)	-	22.67	22.35	23.13	22.61	24.12	23.94	25

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم‌معنی‌داری.

**, * and ns are significant at the 0.01 and 0.05 of probability level and non-significant, respectively

جدول ٦- مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های کمی گاو زبان ایرانی تحت‌تأثیر تراکم‌های مختلف و کاربرد کودهای آلی و شیمیایی در سال‌های زراعی مختلف.

Table 6- Mean comparison of some quantitative characteristics of *Echium amoenum* affected by different densities and application of organic and chemical fertilizers in different agronomic years.

	تراکم گیاهی Plant density (plant per m^2)			کودهای مختلف Different fertilizers					سال Year	
	3	5	10	کمپوست Compost	ورمی‌کمپوست Vermicompost	کود گاوی Cow Manure	کود شیمیایی Chemical Fertilizer	شاهد Control	2nd	3rd
وزن گل خشک در بوته Dry flower weight per plant (g)	13.06c*	16.37a	14.05b	17.85a	17.18a	14.82b	12.88c	9.73d	15.79a	13.20b
تعداد گل در بوته Flower number per plant	1354c	1575a	1403b	1633a	1599b	1513c	1365d	1108e	1505.45a	1383.11b
وزن دانه در بوته Seed weight per plant (g)	17.40b	20.86a	16.38b	21.14a	21.20a	18.76b	15.63c	14.33c	19.14a	17.29b
تعداد دانه در بوته Seed number per plant	2274b	2341a	2231c	2535a	2575a	2401b	2103c	1797d	2352a	2211b
عملکرد گل خشک Dry flower yield ($kg.ha^{-1}$)	693.91b	816.01a	632.35c	857.52a	840.93a	691.59b	633.64c	546.77d	15.79a	13.20b
عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	865.8b	981.45a	844.52c	1012a	993a	919b	830c	733d	940.37a	854.15b
شاخص برداشت گل Flower harvest index (%)	24.92c	29.89a	26.18b	29.18a	28.23a	23.77c	25.50b	28.31a	28.57a	25.42b

* در هر ردیف و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

* In each row and for each factor, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range test.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل تراکم‌های مختلف و کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و عملکرد گاو زبان ایرانی.

Table 7- Mean comparison of interaction effects of different densities and organic and chemical fertilizers application on some quantitative characteristics and yield of *Echium amoenum*.

تیمارهای کودی Fertilizer Treatments	وزن گل خشک در بوته Dry Flower Weight per Plant (g)	تعداد گل در بوته Flower Number per Plant	وزن دانه در بوته Seed Weight per Plant (g)	تعداد دانه در بوته Seed Number per Plant	عملکرد گل خشک Dry Flower Yield (kg.ha^{-1})	عملکرد دانه Seed Yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت گل Flower Harvest Index (%)
	تراکم ۳ بوته در متر مربع Density of 3 plants per m^2						
کمپوست Compost	16.29b*	1542.58bc	19.18de	2464bc	722.07c-e	947.18bc	24.19ef
ورمی کمپوست Vermicompost	15.81bc	1482.63b-d	20.63b-d	2546ab	691.48d-f	862.27c-e	23.36f
گاوی Cow Manure	12.76b-e	1466.83cd	14.11fg	2042g	613.76e-h	890.56b-e	21.66f
شیمیایی Chemical Fertilizer	11.58d-f	1248.34e	14.87fg	2109fg	628.15ef	827.92d-g	27.46c-e
شاهد Control	8.86f	1032.81f	13.96g	1587i	506.29h	694.68h	27.93cd
	تراکم ۵ بوته در متر مربع Density of 5 Plants per m^2						
کمپوست Compost	20.79a	1794.76a	25.34a	2627a	1013.91a	1168.77a	33.54a
ورمی کمپوست Vermicompost	20.20a	1787.66a	23.47ab	2597ab	1006.45a	1157.88a	33.42a
گاوی Cow Manure	15.39bc	1595.13b	22.38a-c	2524ab	760.63b-d	971.01b	25.07d-f
شیمیایی Chemical Fertilizer	14.81b-d	1476.55b-d	17.22ef	2194ef	679.62d-f	845.79d-f	24.62d-f
شاهد Control	10.67ef	1221.73e	15.88fg	1760h	619.49e-g	763.84f-h	32.79ab
	تراکم ۱۰ بوته در متر مربع Density of 10 Plants per m^2						
کمپوست Compost	16.48b	1561.90bc	18.91de	2513ab	836.62b	918.93b-d	29.80bc
ورمی کمپوست Vermicompost	15.51bc	1529.30bc	19.51c-e	2579ab	691.48d-f	959.24b	27.92cd
گاوی Cow Manure	16.31b	1479.89b-d	19.79c-e	2364cd	700.40d-f	894.04b-e	24.58d-f
شیمیایی Chemical Fertilizer	12.27c-f	1372.40d	14.81fg	2004g	593.16f-h	816.29e-g	24.41ef
شاهد Control	9.67ef	1071.77f	13.14g	2042g	514.53gh	740.55gh	27.93cd

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

* In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range test.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌گانه‌ی تراکم‌های گیاهی و کاربرد کودهای آلی و شیمیایی در سال‌های زراعی مختلف بر برخی ویژگی‌های کمی و عملکرد گاو زبان ایرانی.

Table 8- Mean comparison of triple interaction effects of plant densities and organic and chemical fertilizers application on some quantitative characteristics and yield of *Echium amoenum* in different agronomic years.

	تیمارهای کودی Fertilizer Treatments	وزن گل خشک در بوته Dry Flower Weight per Plant (g)	تعداد گل در بوته Flower Number per Plant	وزن دانه در بوته Seed weight per plant (g)	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	عملکرد گل خشک Dry flower yield (kg.ha^{-1})	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت گل Flower harvest index (%)
		تراکم ۳ بوته در متر مربع Density of 3 plants per m^2						
سال دوم 2nd Year	کمپوست Compost	17.49b-e*	1565cd	20.63c-g	2572b-d	764.78e-g	979.66b-d	25.26f-l
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	18.07bc	1539d	23.36bc	2670ab	724.26f-h	925.56d-f	24.02i-l
	کود گاوی Cow manure	12.77f-l	1512d	14.70h-l	2383fg	664.37i-k	909.16e-g	23.05j-l
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	12.52f-m	1284i	15.65h-l	2172ij	648.65jk	850.26h-k	27.78d-g
	شاهد Control	9.87k-n	1076kl	13.69j-l	1664m	511.80n-p	717.32o-q	27.88d-g
سال سوم 3rd Year	کمپوست Compost	15.09b-h	1520d	17.73f-j	2455d-g	679.36h-j	914.71e-g	23.13j-l
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	13.56e-k	1425f	17.90f-j	2487c-f	658.69i-k	798.98k-n	22.70lm
	کود گاوی Cow manure	12.74f-l	1420f	13.53j-l	2344gh	563.15mn	871.95f-i	20.27m
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	10.64i-n	1212j	14.09i-l	2045k	607.65k-m	805.58j-m	27.15d-h
	شاهد Control	7.86n	988m	12.60i	1510n	500.78op	672.04q	27.98d-f
		تراکم ۵ بوته در متر مربع Density of 5 plants per m2						
سال دوم 2nd Year	کمپوست Compost	24.11a	1945a	27.75a	2730a	1171.57a	1301.91a	37.70a
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	25.22a	1964a	25.52ab	2729a	1170.97a	1322.72a	37.43a
	کود گاوی Cow manure	16.44b-f	1624bc	23.27b-d	2582b-d	776.73ef	994.93bc	25.19g-k
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	13.47f-k	1506de	17.38f-l	2254hi	725.12f-h	858.11g-j	26.16e-i
	شاهد Control	12.61f-l	1311hi	15.45h-l	1885l	668.89h-k	780.76l-n	34.48b
سال سوم 3rd Year	کمپوست Compost	17.47b-e	1644b	22.94b-e	2523c-e	856.24c	1035.63b	29.39cd
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	15.19b-h	1610bc	21.43b-f	2466c-g	841.92cd	993.04bc	29.41cd
	کود گاوی Cow manure	14.34c-i	1565cd	21.50b-f	2466c-g	744.52e-g	947.09c-e	24.94h-l
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	16.15b-g	1446f	17.06f-l	2134i-k	634.13jk	833.47h-l	23.09j-l
	شاهد Control	8.73mn	1131k	16.32g-l	1634m	570.10l-n	746.92n-p	31.10c
		تراکم ۱۰ بوته در متر مربع Density of 10 plants per m2						
سال دوم 2nd Year	کمپوست Compost	18.92b	1671b	18.86e-h	2509c-f	960.54b	948.22c-e	33.90b
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	15.22b-h	1540d	20.73c-g	2589bc	858.70c	988.43b-c	28.66c-e
	کود گاوی Cow manure	17.55b-d	1523d	20.91c-f	2387fg	774.60ef	927.08d-f	23.05j-l
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	12.41g-m	1395fg	14.53h-l	2096jk	620.66j-m	830.28i-l	24.89h-l
	شاهد Control	10.17j-n	1119k	14.71h-l	2053jk	544.60no	771.17m-o	25.54f-k
سال سوم 3rd Year	کمپوست Compost	14.03d-i	1452ef	18.97d-h	2418e-g	712.69g-i	889.64e-h	23.13j-l
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	15.80b-h	1518d	18.30f-i	2504c-f	791.09de	930.05d-f	27.19d-h
	کود گاوی Cow manure	15.08b-h	1436f	18.67e-h	2239hi	626.20j-l	860.99g-j	22.55lm
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	12.13h-m	1349gh	15.10h-l	1913l	565.65mn	802.29j-n	23.94i-l
	شاهد Control	9.18l-n	1023lm	13.21kl	2031k	484.46p	709.92pq	22.86kl

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

* In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range test.

جدول ۹- مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد کودهای آلی و شیمیایی در سال‌های زراعی مختلف بر برخی ویژگی‌های کمی و عملکرد گاو زبان ایرانی.

Table 9- Mean comparison of interaction effects of organic and chemical fertilizers application on some quantitative characteristics and yield of *Echium amoenum* in different agronomic years.

	وزن گل خشک در بوته Dry flower weight per plant (g)	تعداد گل در بوته Flower number per plant	وزن دانه در بوته Seed weight per plant (g)	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	عملکرد گل خشک Dry flower yield (kg.ha^{-1})	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت گل Flower harvest index (%)
				سال دوم 2nd Year			
کمپوست Compost	20.17a*	1727a	22.41ab	2604ab	965.63a	1076.60a	32.29a
ورمی‌کمپوست Vermicompost	19.50a	1681a	23.20a	2663a	917.98a	1078.90a	30.04ab
کود گاوی Cow manure	15.59b	1553b	19.62bc	2451cd	738.57bc	943.72b	24.95de
کود شیمیایی Chemical fertilizer	12.80bc	1395cd	15.85de	2174e	664.81b-d	846.22cd	26.27b-e
شاهد Control	10.88cd	1169e	14.61e	1868g	575.10de	756.42de	29.30a-c
				سال سوم 3rd Year			
کمپوست Compost	15.53b*	1538b	19.88bc	2465cd	749.43bc	946.66b	26.07c-e
ورمی‌کمپوست Vermicompost	14.85b	1518b	19.21bc	2486bc	763.90b	907.36bc	26.43b-e
کود گاوی Cow manure	14.05b	1474bc	17.90dc	2350d	644.62cd	893.35bc	22.58e
کود شیمیایی Chemical fertilizer	12.97bc	1336d	15.41de	2031f	602.48de	813.78cd	24.72de
شاهد Control	8.59d	1048f	14.04e	1725h	518.45e	709.63e	27.31b-d

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

* In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثرات متقابل تراکم‌های گیاهی در سال‌های زراعی مختلف بر برخی ویژگی‌های کمی و عملکرد گاو زبان ایرانی.

Table 10- Mean comparison of interaction effects of plant densities on some quantitative characteristics and yield of *Echium amoenum* in different agronomic years.

	وزن گل خشک در بوته Dry flower weight per plant (g)	تعداد گل در بوته Flower number per plant	وزن دانه در بوته Seed weight per plant (g)	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	عملکرد گل خشک Dry flower yield (kg.ha^{-1})	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت گل Flower harvest index (%)
				تراکم ۳ بوته در متر مربع Density of 3 plants per m^2			
سال دوم 2nd Year	14.14b*	1395b	17.60bc	2292ab	662.77b-d	876.39b	25.60bc
سال سوم 3rd Year	11.98b	1313b	15.17c	2168b	601.93d	812.65b	24.25c
				تراکم ۵ بوته در متر مربع Density of 5 plants per m^2			
سال دوم 2nd Year	18.37a	1670a	21.87a	2436a	902.66a	1051.69a	32.19a
سال سوم 3rd Year	14.37b	1479b	19.85ab	2245ab	729.38bc	911.23b	27.58b
				تراکم ۱۰ بوته در متر مربع Density of 10 plants per m^2			
سال دوم 2nd Year	14.85b	1450b	17.94bc	2327ab	751.82b	893.04b	27.92b
سال سوم 3rd Year	13.24b	1356b	16.85bc	2221ab	636.02cd	838.58b	24.44c

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

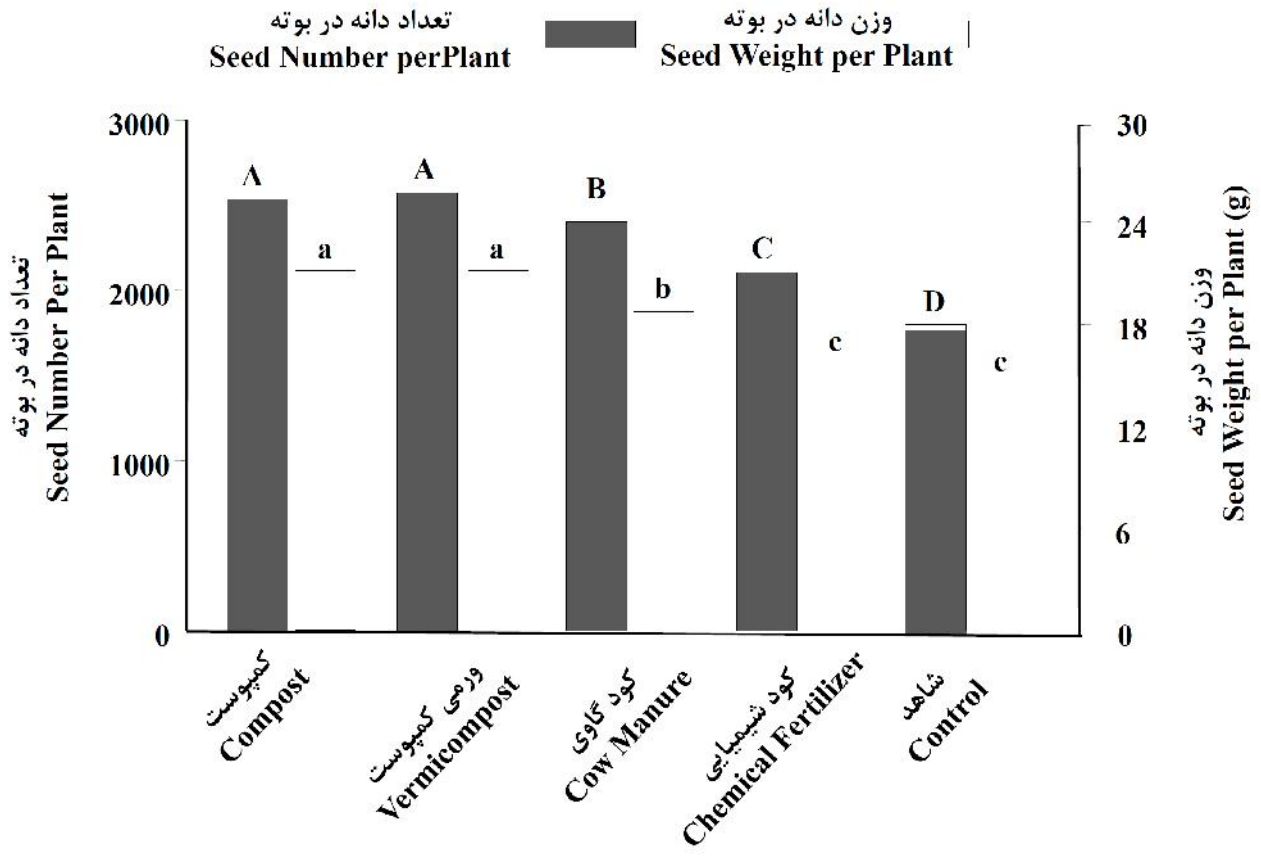
* In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p\leq0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range.

به‌نظر می‌رسد که در تراکم متعادل گیاهی، بهره‌وری از عوامل محیطی افزایش یافته (۳۸) و در نتیجه در این شرایط وزن خشک و تعداد گل در بوته در مقایسه با شاهد از افزایش چشمگیری بهره‌مند شد. همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، در هر دو سال زراعی اثرات مثبت کودهای آلی در افزایش تعداد گل در بوته در تراکم ۵ بوته در متر مربع تشدید شد، به عنوان مثال در سال زراعی دوم تعداد گل در بوته در تیمار کود گاوی و تراکم ۵ بوته در متر مربع به‌ترتیب ۹ و ۶ درصد بیشتر از تیمار استفاده از کود گاوی در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع در همین سال بود. به نظر می‌رسد که در تراکم‌های گیاهی بیش از حد مطلوب، عوامل محیطی و تابش خورشیدی به‌اندازه‌ی کافی در اختیار گیاه قرار نگرفتند و در تراکم‌های کمتر از حد مطلوب از امکانات محیطی موجود به‌نحو کارآمد استفاده نشد (۸)، در نتیجه در هر دو حالت تعداد گل در بوته کمتر از تراکم‌های متوسط گیاهی (۵ بوته در متر مر بع) بود.

وزن و تعداد دانه در بوته

اثر تراکم گیاهی بر وزن دانه در بوته و تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۵). بیشترین وزن دانه در بوته (۲۱ گرم در بوته) در تراکم گیاهی ۵ بوته در متر مربع حاصل شد، ولی از این نظر بین تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تعداد دانه در بوته نیز در تراکم ۵ بوته در متر مربع به‌ترتیب ۵ و ۳ درصد بیشتر از تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع بود (جدول ۶).

به‌منظور دستیابی به حداکثر عملکرد و اجزای عملکرد محصولات مختلف، تعیین تراکم مناسب آن‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد، زیرا از یک سو اگر تعداد بوته در واحد سطح کمتر از حد بهینه باشد، منابع موجود به‌طور کامل مورد بهره‌برداری قرار نمی‌گیرند و از سوی دیگر کاشت با تراکم‌های خیلی بالا به‌دلیل افزایش رقابت درون و برون گونه‌ای در مراحل مختلف رشد، منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه خواهد شد (۱۰).



شکل ۱- اثر کودهای آلی و شیمیایی مختلف بر وزن و تعداد دانه در بوته‌ی گاو زبان ایرانی

Figure 1- Effect of different organic and chemical fertilizers on seed weight and number of *Echium amoenum*

برای هر صفت، میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

In each trait, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range test

در یک پژوهش، اثر تراکم‌های مختلف بوته بر خصوصیات رویشی و زایشی گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) بررسی و گزارش شد که با افزایش تراکم کاشت وزن هزار دانه‌ی گیاه با کاهش مواجه شدند و بیشترین مقدار صفات مذکور در تراکم ۵ بوته در متر مربع بدست آمد (۳۲).

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود تمامی کودهای آلی مورد مطالعه افزایش وزن و تعداد دانه در بوته را در مقایسه با شاهد سبب شدند، به‌طوری‌که کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی وزن دانه در بوته را به‌ترتیب ۳۲، ۳۲ و ۲۴ درصد و تعداد دانه در بوته را به‌ترتیب ۲۹، ۳۰ و ۲۵ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. با توجه به شکل ۲، اثر مثبت کودهای آلی در افزایش وزن و تعداد دانه در بوته بیشتر از کود شیمیایی بود و کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی ه‌ترتیب منجر به افزایش ۲۰، ۲۶ و ۱۷ درصدی وزن دانه در بوته و افزایش ۱۷، ۱۸ و ۱۲ درصدی تعداد دانه در بوته نسبت به کود شیمیایی شدند.

کمپوست و ورمی‌کمپوست از مهم‌ترین مواد آلی هستند که به‌دلیل مزایای متعدد آن‌ها امروزه به شدت مورد توجه قرار گرفته‌اند و در بسیاری از نظام‌های کشاورزی پایدار استفاده از این کودها جهت بهبود حاصلخیزی خاک و پیشگیری و کنترل آفات و امراض گیاهی توصیه می‌شود (۱۵). بررسی اثر کودهای آلی بر چند گیاه دارویی نشان داد که افزودن کمپوست باعث افزایش ارتفاع گیاه در سرخارگل و افزایش وزن‌تر و خشک گیاه در بادرنجبویه شد (۱۲).

وزن و تعداد دانه در بوته در نتیجه‌ی کاربرد تمامی کودهای آلی مورد مطالعه در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی سوم بود، به‌عنوان مثال وزن دانه در بوته در شرایط استفاده از کود کمپوست در سال زراعی دوم از افزایش ۱۱ درصدی در مقایسه با سال زراعی سوم برخوردار بود و کاربرد کود ورمی‌کمپوست در سال زراعی دوم به‌طور مؤثرتری تعداد دانه در بوته را نسبت به سال زراعی سوم افزایش داد (جدول ۹). تفاوت سال‌های زراعی مختلف از نظر صفاتی نظیر وزن و تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه احتمالاً به‌دلیل تغییر شرایط آب و هوایی طی این دو سال بود، به‌عنوان مثال در سال زراعی دوم متوسط بارندگی سالیانه بیشتر از سال زراعی سوم بود، ضمن این‌که تعداد روزهای همراه با گرمای شدید در سال زراعی دوم کمتر از سال زراعی سوم بود (جدول ۲)، در نتیجه افزایش خصوصیات کمی گیاه در سال زراعی دوم منطقی به نظر می‌رسد. ثابت‌تیموری (۴۲) وجود گرمای شدید را یکی از علل نقصان خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی گل‌اروانه بزقی (*Hymenocrater platystegius* Rech.f.) عنوان کرد.

اثرات متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی مختلف نشان داد که استفاده از کودهای آلی در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه منجر به بهبود صفاتی نظیر وزن دانه در بوته و تعداد دانه در بوته نسبت به شاهد شد، که البته از نظر صفات مذکور بیشترین اثرات مثبت کودهای آلی در تراکم ۵ بوته در متر مربع بروز یافت، به‌عنوان مثال کود کمپوست در تراکم ۵ بوته در متر مربع به‌ترتیب منجر به افزایش ۲۴ و ۲۵ درصدی وزن دانه در بوته نسبت به کاربرد این کود در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع شد و کود گاوی در تراکم ۵ بوته در متر مربع به‌ترتیب افزایش ۷ و ۶ درصدی تعداد دانه در بوته را نسبت به کاربرد این کود در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع سبب شد (جدول ۷).

با توجه به نتایج جدول ۶، اثرات متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی مختلف در سال زراعی دوم منجر به تولید وزن دانه در بوته و تعداد دانه در بوته‌ی بیشتری نسبت به سال زراعی سوم شد، به‌عنوان مثال تعداد دانه در بوته در شرایط کاربرد کود کمپوست و تراکم ۳ بوته در متر مربع در سال زراعی دوم به مراتب بیشتر از سال زراعی سوم بود.

در هر دو سال زراعی نکته‌ی حائز اهمیت نقش مثبت کودهای آلی در بهبود خصوصیاتی نظیر وزن دانه در بوته و تعداد دانه در بوته بود، به‌طوری‌که استفاده از این کودها در تمامی تراکم‌های گیاهی به‌ویژه تراکم ۵ بوته در متر مربع افزایش قابل ملاحظه‌ی صفات مذکور را سبب شد (جدول ۸). کودهای آلی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و می‌توانند به‌عنوان منابعی غنی از عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به شمار آیند و به مرور این عناصر را در اختیار گیاه قرار دهند، ضمن این‌که این کودها به‌طور مؤثری منجر به بهبود ساختمان فیزیکی و ذخیره‌ی رطوبت خاک می‌شوند (۲۷). آلبیاچ و همکاران (۲) گزارش کردند که کاربرد ۲۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست طی ۴ سال، عوامل موجود در خاک شامل ماده‌ی آلی، اسیدهیومیک، جمعیت میکروارگانیسم‌ها و پایداری ساختمان خاک را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. در یک پژوهش، اثر کودهای مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی آویشن و مرزنجوش بررسی و گزارش شد که کاربرد ۹ تن در هکتار کود کمپوست خصوصیات کمی گیاهان مذکور را به میزان قابل‌توجهی بهبود بخشید (۱۱). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر سطوح مختلف کود ورمی‌کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی ختمی (*Althaea officinalis* L.) گزارش شد که کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، وزن گل در بوته و عملکرد دانه را ۲ تا ۳ برابر افزایش داد (۴۳).

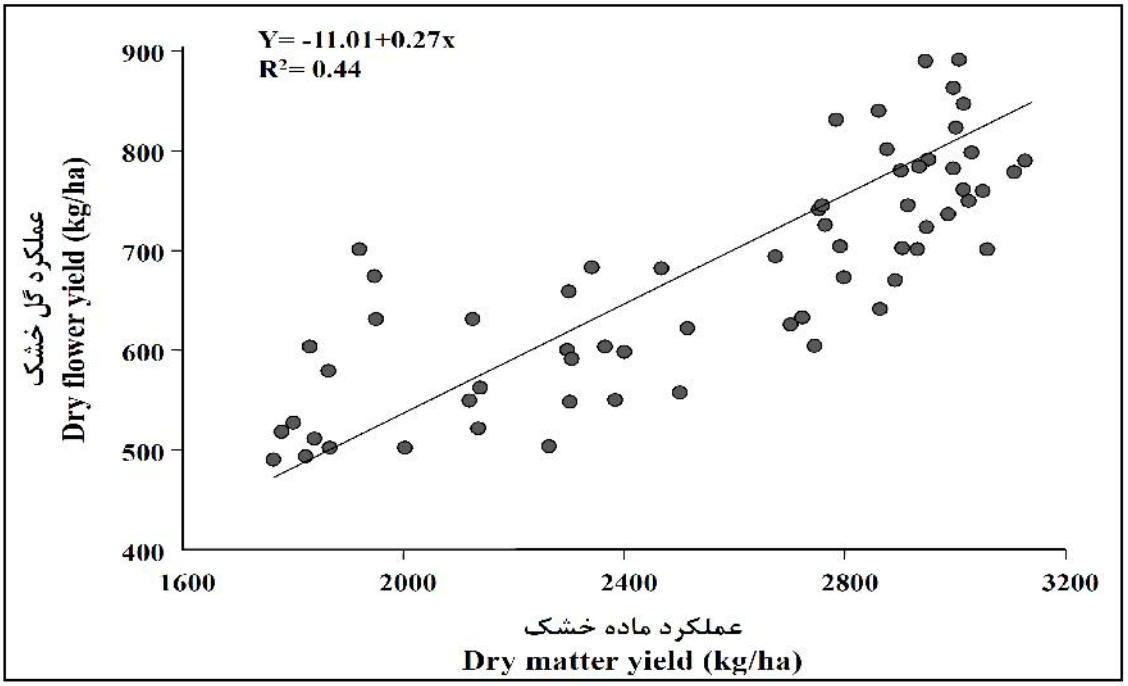
عملکرد گل خشک

اثر تراکم گیاهی بر عملکرد گل خشک معنی‌دار بود (جدول ۵)، به‌طوری‌که بیشترین مقدار عملکرد گل خشک (۸۱۶ کیلوگرم در

هکتار) در تراکم ۵ بوته در متر مربع بدست آمد و میزان عملکرد گل خشک در اثر این تیمار به‌ترتیب ۲۳ و ۱۵ درصد نسبت به تیمارهای ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع بیشتر بود (جدول ۶). در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه، عملکرد گل خشک در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی سوم بود، با این وجود نقش تراکم ۵ بوته در متر مربع در بهبود عملکرد گل خشک به نحوی بود که در هر دو سال زراعی از عملکرد گل خشک بیشتری در مقایسه با سایر تراکم‌ها برخوردار بود (جدول ۱۰).

جهت استفاده مطلوب از عوامل محیطی نظیر نور، آب، مواد غذایی و نیز جلوگیری از بروز رقابت شدید، تعداد بوته در واحد سطح باید در حد بهینه باشد (۳۸). در یک پژوهش، پس از بررسی اثر تراکم‌های مختلف گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی چای‌ترش گزارش شد که با افزایش فاصله‌ی بین ردیف‌های کاشت از ۵۰ به ۱۰۰ سانتی‌متر، عملکرد گل افزایش یافت (۳۱). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر فاصله‌ی بین (۶۰، ۷۰ و ۸۰ سانتی‌متر) و روی (۲۵، ۳۵ و ۴۵ سانتی‌متر) ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی مرزه گزارش شد که بیشترین عملکرد گل و قطر تاج‌پوشش در فاصله‌ی روی ردیف ۴۵ سانتی‌متر مشاهده شد و تراکم ۶/۶۷ بوته در متر مربع بیشترین عملکرد ماده‌ی خشک تولیدی را به خود اختصاص داد (۱۸).

عملکرد گل خشک به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر کودهای آلی و شیمیایی مختلف قرار گرفت (جدول ۵)، به‌طوری‌که تمامی کودهای آلی و شیمیایی مورد مطالعه منجر به افزایش عملکرد گل خشک در مقایسه با شاهد شدند، به این ترتیب که کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست، گاوی و شیمیایی به‌ترتیب افزایش ۳۶، ۳۵، ۲۱ و ۱۴ درصدی عملکرد گل خشک را نسبت به شاهد به همراه داشتند (جدول ۶). بررسی رابطه‌ی بین عملکرد گل خشک و عملکرد ماده‌ی خشک نشان‌دهنده‌ی رابطه‌ای مستقیم بین این دو صفت بود، به‌طوری‌که با افزایش عملکرد ماده‌ی خشک، عملکرد گل خشک افزایش یافت (R^2= ۰/۴۴) (شکل ۲)، لذا با توجه به این‌که کاربرد کودهای آلی و شیمیایی مختلف باعث افزایش عملکرد ماده‌ی خشک شد (جدول ۶)، افزایش عملکرد گل خشک در شرایط استفاده از این کودها منطقی به‌نظر می‌رسد.



شکل ۲- رابطه‌ی بین عملکرد گل خشک و عملکرد ماده‌ی خشک گاو زبان ایرانی در شرایط کاربرد کودهای آلی و شیمیایی مختلف.

Figure 2- Relationship between dry flower yield and dry matter yield of *Echium amoenum* in conditions of different organic and chemical fertilizers application.

اثر کودهای آلی و شیمیایی در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی سوم بود، به‌طوری‌که در سال زراعی دوم هر یک از کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست، گاوی و شیمیایی به‌ترتیب منجر به افزایش ۲۲، ۱۷، ۱۳ و ۹ درصدی عملکرد گل خشک نسبت به کاربرد کودهای مشابه در سال زراعی سوم شدند (جدول ۹). همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست در هر

دو سال زراعی از برتری قابل‌توجهی در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بودند، به‌طوری‌که در سال زراعی دوم کود کمپوست دارای بیشترین عملکرد گل خشک بود (۹۶۶ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد گل خشک را به‌ترتیب ۲۴، ۳۱ و ۴۰ درصد نسبت به کودهای گاوی، شیمیایی و شاهد افزایش داد و در سال زراعی سوم کود ورمی‌کمپوست با دارا بودن بیشترین عملکرد گل خشک (۷۶۴ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب افزایش ۱۶، ۲۱ و ۳۲ درصدی عملکرد گل خشک را نسبت به کودهای گاوی، شیمیایی و شاهد سبب شد.

استفاده از کودهای آلی کمپوست و ورمی‌کمپوست بهبود ساختمان خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری آن را به همراه دارد، ضمن این‌که سبب افزایش نفوذپذیری خاک، افزایش میزان هوموس و ظرفیت بافری خاک و افزایش برخی آنزیم‌ها و درنتیجه سبب تشدید جمعیت و فعالیت میکروبی خاک می‌گردد (۷ و ۳۵)، در نتیجه احتمالاً مجموعه‌ای از عوامل مذکور در شرایط استفاده از این کودها منجر به بهبود عملکرد گل خشک گیاه شدند.

در یک پژوهش اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) بر خصوصیات کمی و کیفی بابونه‌ی آلمانی بررسی و مشاهده شد که بیشترین ارتفاع و عملکرد تر و خشک گل در هکتار با کاربرد ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست حاصل شد (۱۷). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر کودهای آلی مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) گزارش شد که استفاده از تمامی کودهای آلی مورد مطالعه عملکرد گل خشک را به میزان قابل‌توجهی در مقایسه با شاهد افزایش داد، به‌طوری‌که هر یک از کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست به‌ترتیب افزایش ۲۷ و ۳۴ درصدی عملکرد گل خشک را در مقایسه با شاهد به همراه داشتند (۳۹).

در بررسی اثر متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی مختلف مشاهده شد که در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه، استفاده از کودهای آلی و شیمیایی منجر به افزایش عملکرد گل خشک نسبت به شاهد شد که البته از این نظر کود کمپوست در بهبود عملکرد گل خشک مؤثرتر بود، به‌طوری‌که استفاده از این کود در هر یک از تراکم‌های ۳، ۵ و ۱۰ بوته در متر مربع عملکرد گل خشک را به‌ترتیب ۳۰، ۳۹ و ۳۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۴). کمپوست دارای بیشتر عناصر غذایی اصلی مورد نیاز گیاه بوده و در ضمن باعث کاهش سطوح آلاینده‌ها، بهبود ساختار خاک و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و ترکیبات هیومیک خاک می‌شود (۱۶). در یک پژوهش، پس از بررسی اثر کودهای آلی و شیمیایی مختلف بر گیاه دارویی اسفرزه مشاهده شد که کاربرد کمپوست در اکثر صفات مورد مطالعه نسبت به کود شیمیایی دارای برتری بود، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته، وزن دانه در بوته، ماده‌ی خشک تولیدی و عملکرد در تیمار ۸ تن در هکتار کمپوست بدست آمد (۲۲). همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود اثرات مثبت کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد گل خشک در تراکم ۵ بوته در متر مربع بیشتر بروز یافت، به‌طوری‌که در تراکم ۵ بوته در متر مربع هر یک از کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست، گاوی و شیمیایی عملکرد گل خشک را به‌ترتیب ۲۹، ۳۱، ۱۹ و ۸ درصد نسبت به کودهای مشابه در تراکم ۳ بوته در متر مربع و به‌ترتیب ۱۷، ۳۱، ۸ و ۱۳ درصد نسبت به کودهای مشابه در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع افزایش دادند.

نتایج آزمایش نشان داد که در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه، اثرات کودهای آلی و شیمیایی مورد بررسی در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی سوم بود (جدول ۶)، به عنوان مثال در سال زراعی دوم و در تراکم ۳ بوته در متر مربع کاربرد کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست، گاوی و شیمیایی به‌ترتیب منجر به افزایش ۱۱، ۹، ۱۵ و ۶ درصدی عملکرد گل خشک نسبت به کاربرد کودهای مشابه در سال زراعی سوم شد (جدول ۸). بیشترین مقدار عملکرد گل خشک در شرایط استفاده از کود آلی کمپوست در تراکم ۵ بوته در متر مربع و در سال زراعی دوم (۱۱۷۲ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد و کمترین عملکرد گل خشک در تیمار ۱۰ بوته در متر مربع، عدم استفاده از کود و در سال زراعی سوم (۴۸۴ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول ۸).

به‌نظر می‌رسد که در تراکم‌های بالای گیاهی، عوامل محیطی و تابش خورشیدی به‌اندازه‌ی کافی در اختیار گیاه قرار نگرفته (۴۸) که این موضوع منجر به کاهش عملکرد گل خشک شد. مهران‌زاده و چناری (۳۰) گزارش کردند که افزایش تراکم گیاهی منجر به کاهش عملکرد گل خشک و عملکرد دانه‌ی گاو زبان ایرانی شد. در پژوهشی دیگر، اثر سه فاصله‌ی کاشت ۲۰×۴۰، ۳۰×۴۰ و ۳۰×۵۰ سانتی‌متر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی بادرنجبویه بررسی و گزارش شد که بیشترین مقدار عملکرد در فاصله‌ی ۲۰×۴۰ سانتی‌متر بدست آمد (۴۴). اثر منابع کودی مختلف بر کمیت و کیفیت کدو پوست کاغذی مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که کودهای گاوی و گوسفندی منجر به افزایش عملکرد میوه نسبت به شاهد شدند (۲۱). در یک پژوهش پس از بررسی اثر کودهای آلی مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه گزارش شد که کاربرد ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست منجر به تولید بیشترین عملکرد شد (۵).

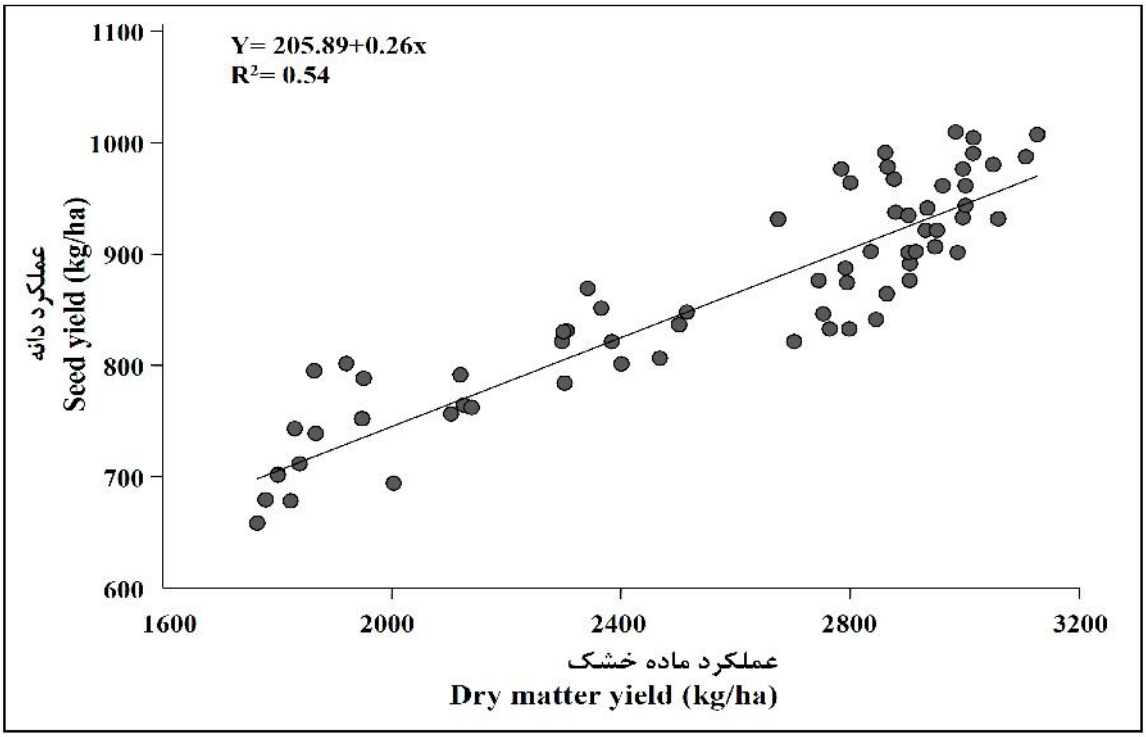
عملکرد دانه

عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر تراکم گیاهی قرار گرفت (جدول ۵)، به‌طوری‌که بیشترین (۹۸۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۸۴۵ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه به‌ترتیب در تراکم‌های ۵ و ۳ بوته در متر مربع مشاهده شد (شکل ۱). یکی از پیش‌شرط‌های لازم برای دستیابی به عملکرد بالای گیاهی، تأمین شرایط مطلوب جهت

استفاده از تابش خورشیدی به منظور تولید مواد فتوسنتزی در بالاترین حد کارایی آن است و به نظر می‌رسد دستیابی به این هدف با تغییر تراکم بوته و توزیع بوته‌ها در واحد سطح میسر باشد (۲۶).

بین کودهای آلی و شیمیایی مختلف از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که تمامی کودهای آلی و شیمیایی مورد مطالعه منجر به افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد شدند و عملکرد دانه در کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست، گاوی و شیمیایی به‌ترتیب ۲۸، ۲۶، ۲۰ و ۱۲ درصد بیشتر از شاهد بود (شکل ۳)، ضمن این‌که کاربرد این کودها در سال زراعی دوم عملکرد دانه بیشتری را در مقایسه با سال زراعی سوم سبب شد (جدول ۹).

همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، بین عملکرد دانه و عملکرد ماده‌ی خشک رابطه‌ای مستقیم وجود داشت (R^2= ۰/۵۴) و از آنجایی‌که استفاده از کودهای آلی و شیمیایی منجر به افزایش عملکرد ماده‌ی خشک شد (جدول ۶)، بهبود عملکرد دانه در شرایط کاربرد کودهای آلی و شیمیایی منطقی به‌نظر می‌رسد. چاترجی (۹) و شارما (۴۷) ضمن تأکید بر کاربرد کودهای آلی در کشت و کار گیاهان دارویی، علت افزایش تولید محصول را به بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک مرتبط دانستند. اثر منابع کودی مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد اسفرزه بررسی و گزارش شد که بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب در تیمارهای ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد حاصل شد (۵).



شکل ۳- رابطه‌ی بین عملکرد دانه و عملکرد ماده‌ی خشک گاو زبان ایرانی در شرایط کاربرد کودهای آلی و شیمیایی مختلف

Figure 3- Relationship between seed yield and dry matter yield of *Echium amoenum* in conditions of different organic and chemical fertilizers application

در هر دو سال زراعی مورد مطالعه اثر کودهای آلی و شیمیایی مختلف در تراکم ۵ بوته در متر مربع تشدید شد (جدول ۸)، به عنوان مثال در سال زراعی دوم استفاده از کمپوست در تراکم ۵ بوته در متر مربع به‌ترتیب منجر به افزایش ۳۰ و ۲۵ درصدی عملکرد دانه نسبت به کاربرد این کود در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع شد. اگر چه کود ورمی‌کمپوست در تمامی تراکم‌های گیاهی افزایش عملکرد دانه را به همراه داشت، ولی در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع در هر دو سال زراعی بیشترین عملکرد دانه را سبب شد (جدول ۸).

رقابت درون‌گونه‌ای از جمله عوامل تأثیرگذار بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان مختلف است، به این ترتیب که بیشترین عملکرد محصولات زمانی حاصل می‌شود که رقابت بین‌گونه‌ای و درون-گونه‌ای حداقل و استفاده از عوامل مؤثر در رشد نظیر نور، آب و عناصر غذایی حداکثر باشد (۴۹)، بنابراین به نظر می‌رسد که در تراکم متوسط گیاهی (۵ بوته در متر مربع) رقابت بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای حداقل بوده و در نتیجه اثرات مثبت کودهای آلی و شیمیایی در بهبود عملکرد دانه در این تراکم به‌طور مؤثرتری بروز یافت. به‌نظر می‌رسد

که کاهش عملکرد هر گیاه در اثر افزایش تراکم بوته به کاهش جذب تشعشع خورشیدی در قسمت‌های پایین پوشش گیاهی مرتبط باشد (۱۳). تأثیر انواع کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی همیشه‌بهار بررسی و گزارش شد که در بیشتر صفات، کود آلی ورمی‌کمپوست به همراه کود فسفاته‌ی بارور ۲ دارای بیشترین مقادیر بدست آمده بود و موجب بهبود عملکرد دانه گردید (۳۹). بررسی اثر کمپوست، ورمی‌کمپوست و کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی زیره سبز نشان داد که مصرف کودهای آلی و دامی باعث افزایش عملکرد دانه، عملکرد ماده‌ی خشک، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و ارتفاع بوته شد (۴۴).

شاخص برداشت گل

اثر تراکم گیاهی بر شاخص برداشت گل معنی‌دار بود (جدول ۵) و بیشترین شاخص برداشت گل متعلق به تراکم ۵ بوته در متر مربع بود، به‌طوری‌که در این تراکم شاخص برداشت گل به‌ترتیب ۱۷ و ۱۲ درصد در مقایسه با تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع افزایش یافت (جدول ۶). شاخص برداشت گل در تراکم‌های ۵ و ۱۰ بوته در متر مربع در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی سوم بود (جدول ۱۰). شاخص برداشت گل به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر کودهای آلی و بیولوژیک مختلف قرار گرفت (جدول ۵)، به‌طوری‌که از نظر شاخص برداشت گل تفاوت کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست با شاهد معنی‌دار نبود و کودهای گاوی و شیمیایی منجر به کاهش شاخص برداشت گل نسبت به شاهد شدند (جدول ۶). به نظر می‌رسد اثرات مثبت کودهای گاوی و شیمیایی بر عملکرد ماده‌ی خشک بیشتر از اثرات مثبت این کودها بر عملکرد گل بوده، لذا مخرج کسر محاسبه شاخص برداشت گل افزایش یافته و در نتیجه مقدار عددی این صفت در شرایط استفاده از این کودها کاهش پیدا کرده است.

در بررسی اثرات متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی مختلف مشاهده شد که بیشترین مقدار شاخص برداشت گل (۳۴ درصد) و دانه (۳۹ درصد) در اثر تیمار کمپوست و تراکم ۵ بوته در متر مربع بدست آمد (جدول ۷). اثر تمامی کودهای آلی مورد مطالعه در بهبود شاخص برداشت گل در تراکم ۵ بوته در متر مربع تشدید شد، به عنوان مثال استفاده از کود ورمی‌کمپوست در تراکم ۵ بوته در متر مربع شاخص برداشت گل را به‌ترتیب ۲۸ و ۱۱ درصد نسبت به کاربرد این کود در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع افزایش داد (جدول ۷).

همانطور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود تمامی کودهای آلی مورد مطالعه در تراکم ۵ بوته در متر مربع و سال زراعی دوم از بیشترین تأثیرگذاری در افزایش شاخص برداشت گل برخوردار بودند. به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم، سایه‌اندازی و رقابت بوته‌ها برای جذب نور و عناصر غذایی بیشتر شد (۴۹) و در نتیجه گیاه در تراکم‌های بالاتر از شاخص برداشت کمتری نسبت به تراکم‌های گیاهی متوسط برخوردار بود. کوچکی و همکاران (۲۴) پس از بررسی اثر تراکم‌های گیاهی مختلف (۶۰، ۷۰ و ۸۰ بوته در متر مربع) در گیاه دارویی بالنگو (*Citrus medica* L.) گزارش کردند که با افزایش بیش از حد تراکم گیاهی شاخص برداشت گیاه دچار نقصان شد، به طوری‌که بیشترین شاخص برداشت در تراکم ۶۰ بوته در متر مربع حاصل شد. کودهای آلی احتمالاً از طریق بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک (۴۸) شرایط را برای بهبود خصوصیات کمی گیاه مهیا کردند. رضوانی‌مقدم و همکاران (۴۰) گزارش کردند که کاربرد کود کمپوست منجر به افزایش صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته و عملکرد ماده‌ی خشک کنجد شد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که در هر دو سال زراعی مورد مطالعه استفاده از کودهای آلی منجر به بهبود اکثر خصوصیات کمی گیاه شد، به عنوان مثال کاربرد کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی عملکرد گل خشک را به‌ترتیب ۴۰، ۳۷ و ۲۲ درصد در سال زراعی دوم و به‌ترتیب ۳۱، ۳۲ و ۲۰ درصد در سال زراعی سوم نسبت به شاهد افزایش داد، که البته به‌دلیل تفاوت شرایط آب و هوایی در سال‌های زراعی مختلف تأثیرگذاری کودهای آلی در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی سوم بود. نتایج آزمایش نشان‌دهنده‌ی رابطه‌ی مستقیم عملکرد گل خشک و عملکرد دانه بود، به‌طوری‌که تیمارهایی که منجر به تولید بیشترین عملکرد گل خشک شدند در بهبود عملکرد دانه نیز مؤثر واقع شدند. کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست در مقایسه با کود گاوی از اثرات مثبت بیشتری در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه برخوردار بودند. اگر چه استفاده از کود شیمیایی در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گاو زبان ایرانی بی‌تأثیر نبود، ولی تأثیرگذاری آن به مراتب کمتر از کودهای آلی بود. بیشترین تأثیرگذاری کودهای آلی در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه در تراکم ۵ بوته در متر مربع محقق شد، به عنوان مثال کاربرد کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی در تراکم ۵ بوته در متر مربع عملکرد دانه را به‌ترتیب ۱۹، ۲۶ و ۸ درصد نسبت به کاربرد کودهای مشابه در تراکم ۳ بوته در متر مربع و به‌ترتیب ۲۱، ۱۷ و ۹ درصد نسبت به کاربرد این کودها در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع افزایش داد. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کودهای آلی در تراکم‌های مطلوب گیاهی می‌تواند ضمن بهبود خصوصیات کمی گاو زبان ایرانی، سلامت محصول و پایداری تولید را در درازمدت تضمین کند.

منابع

1. Akhani A., Darzi M.T. and Haj Seyed Hadi M.R. 2012. Effects of biofertilizer and plant density on yield components and seed yield of coriander (*Coriandrum sativum*). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4: 1205-1211.
2. Albiach R., Canet R., Pomares F. and Ingelom F. 2001. Organic matter components and aggregate stability after the application of different amendements to a horticultureal soil. Bioresource Technology, 76:125-129.
3. Ashoori D., Noor Hoseini S.A. and Safarzade M.N. 2014. Effect of plant density and planting pattern on yield and yield components of Iranian Ox-Tongue (*Echium amoenum* Fisch. & Mey.) in Gilan Province. Journal of Horticultural Science, 28: 1-16. (in Persian with English summary).
4. Ashraf B., Yazdani-Biouki R., Mousavi-Baygi M. and Bannayan-Aval M. 2014. Investigation of temporal and spatial climate variability and aridity of Iran. Theoretical and Applied Climatology, 18: 35-46.
5. Asadi Gh.A., Momen A., Noruzade Nameghi M. and Khoramdel S. 2014. Effect of different levels of organic and chemical fertilizers on yield and nitrogen efficiency of *Plantago ovate* Forsk. Iranian Journal of Agroecology, 5: 373-382. (In Persian with English summary).
6. Atiyeh R.M., Edwards C.A., Sulber S. and Metzger J.D. 2001. Pigmanure vermin compost as component of a horticultural bedding plant medium: effect on physiochemical properties and plant growth. Bioresurces Technology, 78:11-20.
7. Boulter J.I., Boland G.J. and Trevors J.T. 2000. Compost: A study of the development process and end-product potential for suppression of turfgrass disease. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 16:115-134.
8. Caliskan M.E., Kusman N. and Caliskan S. 2009. Effects of plant density on the yield and yield components of true potato seed (TPS) hybrids in early and main crop potato production systems. Field Crops Research, 114: 223-232.
9. Chatterjee S.K. 2002. Cultivation of medicinal and aromatic plants in India. Acta Horticulture (ISHS), 576: 485-494.
10. Chauhan B.S. and Abugho S.B. 2013. Effects of water regime, nitrogen fertilization, and rice plant density on growth and reproduction of lowland weed Echinochloa crus-galli. Crop Protection, 54: 142-147.
11. Csizinszky A.A. 2002. Reduced iput production of herbs under sub tropical conditions in Florida. XXVIth International Horticultural Congress. 11-17 August, Toronto, Ontario, pp 196.
12. Delate K. 2000. Leopold center for sustainable agriculture. Annual Reports, Jowa State University. Ames, IA.
13. Earley E., Rath B., Sief R.D. and Hageman R.H. 2001. Effects of shade applied at different of plant development on corn production. Crop Science, 7: 151-159.
14. Fernandez P. and Cabral J.M.S. 2007. Phytosterols: Applications and recovery methods. Bioresource Technology, 98: 2335-2350.
15. Ghorbani R., Wilcockson S. and Leifert C. 2006. Alternative treatments for late blight control in organic potato: Antagonistic micro-organism and compost extract for activity against Phytophtora infestans. Potato Research, 48: 171-179.
16. Gutierrez F.A., Santiago J., Molina J.A.M., Nafate C.C., Abud M., Llaven M.A.O., Rincon R. and Dendooven L. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Bioresource Technology, 98: 2781-2786.
17. Haj Seyyed Hadi M.R., Darzi M.T., Riazi Gh.H. and Ghandarhari Z. 2013. Evaluation of effect of vermicompost and aminoacids on yield and yield components of *Matricaria chemmomilla*. Iranian Journal of Plant and Ecosystem, 33: 67-80. (In Persian with English summary).
18. Hekmati M., Hadian J. and Tabaei Aghdaei S.R. 2012. Evaluating the effect of planting density on yield and morphology of savory (*Satureja khuzistanica* Jamzad). Annals of Biological Research, 3: 4017-4022.
19. Ibrahim H.M. 2012. Response of some sunflower hybrids to different levels of plant density. APCBEE Procedia, 4: 175-182.
20. Jahan M., Koocheki A., Nassiri Mahallati M. and Dehghanipoor F. 2007. The effects of different manure levels and two branch management methods on organic production of *Cucurbita pepo* L. Iranian Journal of Field Crops Research, 5: 1-9. (In Persian with English summary).
21. Jahan M., Amiri M. B., Aghhavani Shajari M. and Tahami M.K. 2013. Quantity and quality of *cucurbita pepo* L. as affected by winter cover crops (*Lathyrus sativus* and *Trifolium resopinatum*), PGPRs and organic manures. Iranian Journal of Field Crops Research, 11: 337-357. (In Persian with English summary).
22. Khandan A., Astaraee A., Nassiri Mahallati M. and Fotovvat A. 2004. Effects of organic and inorganic fertilizers on yield and yield components of *Plantago ovata* Forsk. Iranian Journal of Field Crops Research, 3: 245-253. (In Persian with English summary).
23. Kızılkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of springwheat (*Triticum aestivum*) inoculated with Azotobacter chroococcum strains. Ecological Engineering, 33:150–156.
24. Koocheki A., Bakhshaee S., Tabaraee A. and Jafari L. 2014. Effect of plant density and planting pattern on

quantitative and qualitative of *Lallemantia royleana* Benth. Agroecology, 6: 229-237. (In Persian with English summary).
25. Lalande, R., Gagnon, B., Simard, R.R. and Cote, D., 2000. Soil microbial biomass and enzyme activity following liquid hog manure in a long term field trial. Canadian Journal of Soil Sciences, 80: 263- 269.
26. Latmahalleh D.A., Niyaki S.A.N. and Vishekaei M.N.S. 2011. Effects of plant density and planting pattern on yield and yield components of Iranian ox-tonque (*Echium amoenum* Fisch. and Mey.) in North of Iran. Journal of Medicinal Plant Research, 5: 932-937.
27. Lee, J. 2010. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. Scientia Horticulturae, 124: 299-305.
28. 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.
29. Mehrabani M., Ghassemi N., Sajjadi S.E., Ghannadi A. and Shams-Ardakani M. 2005. Main phenolic compounds of petals of *Echium amoenum* fisch. And C.A. Mey., a famous medicinal plant of Iran. Daru, 13: 65-69.
30. Mehranzadeh M. and Chenari M. 2012. Study of the effects of plant density and planting methods on yield and yield components of Iranian borage (*Echium amoenum*) in Khusetan of Iran. Advances in Environmental Biology, 6: 1682-1687.
31. Mir B., Ghanbari A., Ravan S. and Asgharipour M. 2011. Effects of plant density and sowing date on yield and yield components of *Hibiscus sabdarij* in Zabol region. Advances in Environmental Biology, 5: 1156-1161.
32. Mohammadi A., Asghari H.R. and Gholami A. 2013. Effect of mycorhiza and phosphorous chemical fertilizer on some growth characteristics of *Cicer arietinum* L. Agroecology, 5: 263-271. (In Persian with English summary).
33. Motta S.R. and Maggiore T. 2013. Evaluation of nitrogen management in maize cultivation grown on soil amended with sewage sludge and urea. European Journal of Agronomy, 45: 59-67.
34. Najafpoor Navaee M. 2002. Evaluation of effect of phosphorous and nitrogen fertilizers on seed yield of *Echium amoenum*. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 13: 41-50. (In Persian with English summary).
35. Padmavathiamma P.K., Li L.Y. and Kumari U.R. 2008. An experimental study of vermin-biowaste composting for agriculture soil improvement. Bioresource Technology, 99: 1672-1681.
36. Paksoy M. and Aydin C. 2004. Some physical properties of edible squash (*Cucurbita pepo* L.) seeds. Journal of Food Engineering, 65: 225-231.
37. Rai M.K. 2006. Handbook of Microbial Biofertilizers. Haworth Press Inc., NY, USA. ISBN: 978-1-56022-269-9.
38. Ren X., Zhang L., Du M., Evers J.B., Van der Werf W., Tian X. and Li Zh. 2013. Managing mepiquat chloride and plant density for optimal yield and quality of cotton. Field Crops Research, 149: 1-10.
39. Rezaee M. and Baradaran R. 2011. Effects of biofertilizers on the yield and yield components of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29: 635-650. (in Persian with English summary).
40. Rezvani Moghaddam P., Mohammadabadi A.A. and Moradi R. 2010. Effect of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) in different plant densities. Agroecology, 2: 256-265. (In Persian with English summary).
41. Rezvani Moghaddam P., Aminghafuri A., Bakhshaee S. and Jafari L. 2013. Evaluation of effect of biofetilizer and organic fertilizer on some quantitative characteristics and amount of oil of *Satureja hortensis* L. Agroecology, 5: 105-112. (In Persian with English summary).
42. Sabet Teymoori M. 2013. Study of ecological charactetistics of *Hymenocrater platystegius* Rech.f. in natural areas and domestication of it in low input agricultural systems. Ph.D thesis of Crops Ecology, Faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English abstract).
43. Sadeghi A.A., Kalarestaghi K. and Haj Mohammadnia Ghalibaf K. 2014. Effect of urea fertilizer and vermicompost on quantitative and qualitative yield of Altheae officinalis L. Agroecology, 6: 42-50. (in Persian with English summary).
44. Saeednejad A.H. and Rezvani Moghaddam P. 2010. Effect of compost, vermicompost and cattle manure on yield, yield components and oil content of *Cuminum cyminum*. Journal of Horticultural Science, 24: 142-148. (in Persian with English summary).
45. Saglam C., Atakisi I., Turhan H., Kaba S., Arslanoglu F. and Onemli F. 2004. Effect of propagation method, plant density, and age on lemon balm (*Melissa officinalis*) herb and oil yield. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 32: 419-423.
46. Sayyah M., Boostani H., Pakseresht S. and Malaieri A. 2009. Efficacy of aqueous extract of *Echium amoenum* in treatment of obsessive-compulsive disorder. Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry, 33: 1513-1516.
47. Sharma A.K. 2002. A handbook of organic farming. Publication Agrobios, India.
48. Vessey J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil, 255: 571–586.
49. Zhang Sh., Liao X., Zhang Ch. and Xu H. 2012. Influences of plant density on the seed yield and oil content of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Industrial Crops and Products, 40: 27-32.