



دانشگاه گوارز و منابع گیاهی

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و دوم، شماره چهارم، ۱۳۹۴

<http://jopp.gau.ac.ir>

اثرات تراکم بوته بر عملکرد گل و اسانس و برخی شاخص‌های مهم زراعی در

گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.)

کیوان تازه^۱، عیسی پیری^۲ و * معرفت مصطفوی‌راد^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه پیام‌نور زاهدان، استاد و عضو هیات‌علمی دانشگاه پیام‌نور زاهدان،

^۲ استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۱۷

چکیده

سابقه و هدف: گاوزبان اروپایی به خانواده *Boragianaceae* تعلق دارد که در سطح وسیعی به‌عنوان داروی سنتی از گذشته استفاده شده است. افزایش گرایش مردم به طرف گیاهان دارویی برای مداوای بیماری‌ها، کشت انواع گیاهان دارویی در سطح جهان و ایران ضروری ساخته است. تولید گیاهان دارویی همانند انواع دیگر گیاهان تحت تاثیر عوامل زراعی نظیر تراکم بوته در واحد سطح قرار می‌گیرد. بدین ترتیب، این آزمایش به‌منظور ارزیابی عملکرد گل و اسانس و برخی شاخص‌های مهم زراعی در گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) تحت تأثیر تراکم بوته در شرایط اقلیمی گیلان انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش، در سال ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقاتی سلمان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل پنج تراکم کاشت ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اثر تراکم بوته از نظر عملکرد گل (بر مبنای وزن خشک) و اسانس، عملکرد دانه و روغن دانه معنی‌دار بود. بیشترین تولید گل و اسانس گاوزبان اروپایی در تیمار ۴۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد.

*مسئول مکاتبه: mmostafavirad@gmail.com

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۲)، شماره (۴) ۱۳۹۴

اما، کمترین میزان اسانس گل گاوزبان در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع مشاهده گردید. به علاوه، نتایج نشان داد که بیشترین درصد روغن دانه و عملکرد روغن در گاوزبان اروپایی از تراکم ۴۰ بوته در مترمربع به دست آمد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی، صفات اندازه‌گیری شده در گاوزبان اروپایی با افزایش تراکم بوته در واحد سطح کاهش یافت. بر اساس نتایج این آزمایش، تعیین تراکم بوته در واحد سطح برای دستیابی به بالاترین تولید گاوزبان اروپایی ضروری است. بدین ترتیب، تراکم ۴۰ بوته در مترمربع می‌تواند به‌منظور افزایش تولیدات گل گاوزبان در گیلان و شرایط اقلیمی مشابه قابل توصیه باشد.

واژه‌های کلیدی: تراکم گیاه، ماده خشک و اسانس، گاوزبان

مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی قدمتی برابر با ظهور انسان در عرصه حیات دارد. تقریباً ۲۵ درصد داروهای تولید شده در جهان دارای منشأ گیاهی هستند و تقاضا برای مصرف آنها روز به روز در حال افزایش می‌باشد (۶). با این توصیف، علیرغم وجود توانمندی‌های بالا، کشور ما سهم اندکی از بازار جهانی گیاهان دارویی را به خود اختصاص داده است (۲۵). به‌علاوه، مجموع فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی رشد گیاه تحت تأثیر متقابل عوامل محیطی و گیاه قرار می‌گیرد. تراکم مطلوب گیاه زراعی در واحد سطح یک عامل زراعی مهم برای بهره‌مندی حداکثر گیاهان از منابع رشد محیطی در طی فصل زراعی و از عوامل ضروری برای دستیابی به حداکثر عملکرد گیاهان به‌شمار می‌رود که از منطقه‌ای به منطقه دیگر و بر حسب نوع گونه می‌تواند متفاوت باشد (۴، ۱۴ و ۱۷). تراکم بوته به عواملی نظیر درجه حرارت، تشعشع خورشیدی، رطوبت محیط و حاصل‌خیزی خاک برای رشد و نیاز غذایی گیاه بستگی دارد و تراکم بوته ممکن است فراهمی و استفاده بهینه از این عوامل را تحت تأثیر قرار دهد (۴).

به‌عنوان یک اصل کلی، همواره در تراکم‌های بالاتر از حد مطلوب، افزایش رقابت درون گونه‌ای و در تراکم‌های کمتر از حد مطلوب، نقصان بهره‌مندی گیاهان زراعی از عوامل محیطی منجر به کاهش عملکرد محصول می‌شود (۱۹). در تراکم مناسب کلیه عوامل محیطی (آب، هوا، نور و خاک) به طور کامل مورد استفاده گیاهان قرار گرفته و رقابت‌های درون بوته‌ای و برون بوته‌ای به حداقل می‌رسند (۱۶). انتخاب تراکم بوته مناسب سبب استقرار بهتر گیاه، افزایش قدرت رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز، افزایش کارایی مصرف نور و بالاخره بهبود عملکرد گیاه زراعی می‌شود. همچنین، افزایش تراکم گیاه در واحد سطح ممکن است سبب افزایش رطوبت داخل سایه‌انداز گیاهی شود. در چنین شرایطی، به دلیل عدم جریان کافی هوا و نفوذ نور به داخل سایه‌انداز، شیوع بیماری‌های گیاهی افزایش و عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (۷).

در این راستا، نتایج مطالعات متعددی نشان داده است که تراکم بوته میزان اسانس و عملکرد گیاهان دارویی نظیر آویشن، رازیانه، شوید، گشنیز، کنجد، نعناع، کاسنی و انیسون را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳، ۱۱، ۲۰، ۲۱، ۲۶، ۲۸، ۳۰، ۳۱ و ۳۲). به‌علاوه، زند و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه اثر تراکم بوته بر روی انیسون نشان دادند که تراکم بوته تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس، عملکرد دانه و زیست‌توده داشت ولی وزن هزار دانه انیسون تحت تأثیر تراکم بوته در واحد سطح قرار نگرفت.

همچنین، اثر معنی‌دار تراکم بوته بر عملکردهای زیست‌توده، اسانس و دانه زنیان توسط دیگر محققان گزارش شده است (۱۲).

برخی محققان دیگر گزارش کرده‌اند که افزایش تراکم بوته تاثیر معنی‌داری بر عملکرد زیست‌توده و دانه اسفرزه داشت و افزایش تراکم بوته سبب افزایش عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه گردید، ولی با افزایش تراکم بوته کیفیت دانه اسفرزه تقلیل پیدا کرد (۲۹). مناسب‌ترین تراکم بوته برای دستیابی به حداکثر عملکرد زیست‌توده، دانه و اسانس در برخی گیاهان دارویی نظیر انیسون، ۱۷ بوته در متر مربع (۳۶)، گیاه دارویی زنیان ۲۵ بوته در مترمربع (۱۲) و گیاهان دارویی گشنیز (۱) و شنبلیله (۱۳) مشابه و تعداد ۳۰ بوته در مترمربع گزارش شده است. به‌طور کلی، با تعیین تراکم مناسب بوته در مترمربع حداکثر آسیمیلایسیون حاصل خواهد شد که در نهایت عملکرد مطلوبی را به دنبال خواهد داشت (۱۸). بدین ترتیب، این تحقیق با هدف تعیین تراکم مناسب بوته گاوزبان اروپایی در واحد سطح برای بهره‌مندی مطلوب گیاهان از عوامل محیطی و نهاده‌های زراعی در شرایط اقلیمی گیلان جهت افزایش تولیدات این محصول انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲ در ارتفاعات ایستگاه تحقیقات گیاهان دارویی شلمان وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان واقع در طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۱۳ دقیقه و ۱۲ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۰۹ دقیقه و ۳۴ ثانیه در ارتفاع ۶۴۵ متری از سطح دریا، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. تیمار تراکم کاشت شامل پنج سطح ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ و ۱۰۰ بوته در متر مربع بود. هر کرت شامل چهار خط به طول سه متر و فاصله خطوط از یکدیگر ۳۰ سانتی‌متر بود. بذر گاوزبان اروپایی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید که از کشت و تکثیر نسل F₁ وارداتی از کشور مجارستان تحت نظارت شرکت پاکان بذر اصفهان در منطقه مبارکه بدست آمده است. قبل از کاشت بذر، قطعه زمینی شخم و دیسک زده شد.

پس از اتمام عملیات شخم، از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری خاک مزرعه نمونه برداری انجام و جهت تجزیه تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه ارسال شد. بافت خاک مزرعه آزمایشی رسی لومی، هدایت الکتریکی خاک برابر ۱/۸ دسی‌زیمنس بر متر، نیتروژن قابل جذب برابر ۰/۰۶ درصد و میزان فسفر و پتاسیم آن به ترتیب معادل ۱۷/۵ و ۲۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود.

در این آزمایش، نصف کود نیتروژن از منبع اوره ۴۶ درصد و تمامی کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به طور یکنواخت در کرت‌ها پخش و با خاک مخلوط شد و سپس کاشت بذر گاوزبان مطابق نقشه طرح انجام شد و به دنبال آن عملیات آبیاری صورت گرفت تا بذور رطوبت مورد نظر را جذب و به‌طور یکنواخت جوانه بزنند. نصف دیگر کود اوره در مرحله ظهور ساقه گل‌دهنده مورد استفاده قرار گرفت. نظر به این‌که رسیدن به تراکم مورد نظر از طریق کاشت مقادیر معینی بذر امکان‌پذیر نبود به همین جهت در زمان کاشت از بذر بیشتری استفاده گردید و عملیات تنک و تنظیم تراکم بوته‌ها پس از سبز شده بذر و رسیدن به مرحله ۲ تا ۳ برگی شدن گاوزبان، بر اساس تراکم موردنظر پروژه انجام گردید.

کنترل علف‌های هرز مزرعه طی دو مرحله تنک کردن و غنچه‌دهی با استفاده از روش مکانیکی (وجین دستی) انجام شد و مبارزه شیمیایی به دلیل استفاده از گل‌آذین آن به عنوان دارو و احتمال از بین رفتن حشرات گرده‌افشان انجام نشد. در طی فصل رشد، صفات زراعی نظیر عملکرد گلبرگ، اسانس گل و روغن دانه اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین عملکرد گل (بر اساس وزن خشک)، با رعایت اثر حاشیه‌ای از انتها و ابتدا و حذف یک ردیف از هر طرف ۳ متر طولی از خط وسط هر کرت برداشت شد. عملیات برداشت گل آذین، صبح زود و در چهار نوبت متوالی با فاصله یک هفته انجام شد. گل‌های گاوزبان در هوای آزاد و در سایه خشک شد تا کیفیت مواد مؤثره آن حفظ شود. اندازه‌گیری اسانس گلبرگ‌ها به روش تقطیر با آب مقطر و به وسیله دستگاه کلونجر انجام شد (۲۴). برای تعیین درصد روغن دانه از دستگاه سوکسله به مدت ۶ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. با توزین روغن به‌دست آمده از ۱۰ گرم دانه گاوزبان، درصد روغن استخراجی تعیین شد (۳۴). پس از جمع‌آوری کامل اطلاعات، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱)، اثر تراکم بوته بر ارتفاع بوته گاوزبان اروپایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین ارتفاع بوته گاوزبان اروپایی در بالاترین سطح تراکم بوته (۱۰۰ بوته در مترمربع) به‌دست آمد (جدول ۲). افزایش ارتفاع بوته گیاهان مختلف متناسب با افزایش تراکم بوته در واحد سطح توسط دیگر محققان نیز گزارش

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۲)، شماره (۴) ۱۳۹۴

شده است (۱۲، ۲۸، ۲۹ و ۳۱). یکی از دلایل افزایش ارتفاع بوته به موازات افزایش تراکم بوته در واحد سطح می‌تواند ناشی از رقابت بوته‌های گاوزبان برای استفاده از تشعشع خورشیدی باشد. چون در تراکم‌های بالا نفوذ نور به داخل سایه‌انداز گیاهی کاهش و رقابت بین بوته‌ها برای بهره‌مندی از نور خورشید افزایش می‌یابد. همچنین، در شرایط سایه و کمبود نور در داخل سایه‌انداز گیاهی، تولید برخی هورمون‌های رشد نظیر اکسین افزایش یافته و این امر منجر به افزایش ارتفاع گیاه می‌شود.

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه در گاوزبان اروپائی تحت تأثیر تراکم‌های مختلف کاشت.

Table 1. Variances analysis of studied characteristics of *Borago officinalis* as affected by different plant densities

عملکرد روغن	عملکرد دانه	عملکرد دانه	عملکرد اسانس گل	درصد اسانس گل	عملکرد گل خشک	عملکرد زیست‌توده	ارتفاع بوته	درجه آزادی	منبع تغییرات
Oil yield	Seed oil	Seed yield	Essential oil yield	Essential oil percentage	Dry flower yield	Biological yield	Plant height	d.f	S. O. V.
102.77 ^{ns}	0.57 ^{ns}	1442.70 ^{ns}	3819.43 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	3987.70 ^{**}	24736.70 ^{ns}	25.23 ^{ns}	2	بلوک Replication
4002.43 ^{**}	1.64 ^{**}	57390.66 ^{**}	85414.21 ^{**}	0.0005 ^{ns}	21351.72 ^{**}	1196643.80 ^{**}	1009.05 ^{**}	4	تراکم بوته Plant density
28.08	0.119	738.51	1402.16	0.0003	142.15	6740.02	14.36	8	اشتباه آزمایشی Error
6.41	1.47	7.79	8.02	9.43	3.91	2.16	5.7	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: Non signignificant, significant at the 5 and 1 percentage probability levels, respectively.

عملکرد زیست‌توده: نتایج این آزمایش نشان داد که اثر تراکم بوته بر عملکرد زیست‌توده گاوزبان اروپایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، به موازات افزایش تراکم بوته در واحد سطح، تولید زیست‌توده جامعه گیاهی گاوزبان افزایش یافت و بالاترین عملکرد زیست‌توده در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع مشاهده گردید. در واقع یکی از دلایل اصلی افزایش زیست‌توده پوشش گیاهی گاوزبان اروپایی در این آزمایش را می‌توان افزایش ارتفاع بوته در تراکم‌های بالا که متاثر از افزایش رقابت بوته‌ها برای بهره‌مندی بهتر از نور می‌باشد، برشمرد. در مطالعه مشابهی روی گیاه دارویی اسفرزه، بالاترین عملکرد زیست‌توده گیاه در تراکم ۱۶۰ بوته در مترمربع

کیوان تازه و همکاران

گزارش شده است (۲۹). محققان دیگری در مطالعه روی گیاهان دارویی انیسون (۲۸ و ۳۱) و زنیان (۱۲) نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در گاوزبان اروپائی تحت تأثیر تراکم‌های مختلف کاشت.

Table 2. Means comparison of measured characteristics in *Borago officinalis* as affected by different plant densities

عملکرد	روغن	عملکرد	عملکرد	عملکرد گل	عملکرد	ارتفاع	تیمارها
Oil yield (kg ha ⁻¹)	Seed oil (%)	Seed yield (kg ha ⁻¹)	Essential oil yield (g ha ⁻¹)	Dry flower yield (kg ha ⁻¹)	Biological yield (kg ha ⁻¹)	Plant height (cm)	Treatments
90.63 ^b	24.09 ^a	384.67 ^b	531.83 ^b	330.00 ^b	3289.17 ^e	59.33 ^d	تراکم ۲۰ بوته در مترمربع Density of 20 plant per m ²
120.97 ^a	23.99 ^b	490.00 ^a	600.50 ^a	385.83 ^a	3563.17 ^d	64.83 ^c	تراکم ۴۰ بوته در مترمربع Density of 40 plant per m ²
79.85 ^c	23.58 ^b	336.83 ^c	4880.50 ^b	299.17 ^c	3726.17 ^c	76.67 ^b	تراکم ۶۰ بوته در مترمربع Density of 60 plant per m ²
71.14 ^d	23.05 ^c	304.33 ^c	427.33 ^c	284.33 ^d	4003.83 ^b	81.17 ^b	تراکم ۸۰ بوته در مترمربع Density of 80 plant per m ²
51.09 ^e	22.95 ^c	226.67 ^d	285.67 ^d	223.67 ^e	4458.83 ^a	91.83 ^a	تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع Density of 100 plant per m ²

میانگین‌هایی که در هر ردیف دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the $\alpha = 0.05$ (Duncan Test)

عملکرد گل خشک: در این مطالعه اثر تراکم کاشت بر عملکرد گل خشک گاوزبان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج بیانگر تأثیرپذیری تولید گل گاوزبان از عوامل محیطی و مدیریت به‌زراعی بود که با نتایج آزمایش عاشوری لت‌محلله و همکاران (۲۰۱۱) روی گاوزبان اروپایی مطابقت داشت. همچنین، مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد گل خشک به میزان تقریبی ۳۸۶ کیلوگرم در هکتار در تراکم کشت ۴۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد. در تحقیق مشابه‌ای، عملکرد خشک گل گاوزبان حدود ۴۲۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد گل تر در اکوتیپ‌های مختلف گاوزبان را بین حدود ۹۵۰ تا ۱۸۵۰ کیلوگرم در هکتار گزارش کرده‌اند (۹). به‌طور کلی، عملکرد گل خشک گاوزبان با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، کاهش نشان داد و کمترین عملکرد گل خشک (۱۷۰/۳۳ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع مشاهده گردید (جدول ۲). این امر

می‌تواند ناشی از افزایش رقابت بین بوته‌های گاوزبان و یا رقابت بین اندام‌های یک بوته برای بهره‌مندی از عوامل محیطی رشد نظیر آب، مواد غذایی و تشعشع خورشیدی در اثر افزایش تراکم بوته در واحد سطح باشد. در این راستا، گزارش شده است که در تراکم‌های پایین با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، میزان عملکرد گل خشک افزایش پیدا می‌کند (۵ و ۳۵)، ولی در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش رقابت بین بوته‌های گاوزبان، عملکرد گل خشک نقصان می‌یابد (۱۰).

درصد اسانس گل: در این آزمایش، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تراکم بوته در واحد سطح اثر معنی‌داری بر درصد اسانس گل گاوزبان اروپایی نداشت (جدول ۱)، و با نتایج مطالعات حیدری و همکاران (۲۰۰۶) و قیلاوی‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) به ترتیب بر روی نعنای فلفلی و زنیان مشابه بود. اما، در مطالعه روی سنبل‌الطیب گزارش شده است که تراکم بوته به‌طور معنی‌داری درصد و عملکرد اسانس را تحت تأثیر قرار داد (۲۲). به نظر می‌رسد تراکم‌های مورد مطالعه در این آزمایش تغییرات جدی در محیط رشد گیاه را برای تأثیر بر درصد اسانس آن فراهم نکرده است. در مطالعه مشابهی، روی گیاه دارویی ریحان، اثر تراکم بوته در واحد سطح بر درصد اسانس معنی‌دار گزارش شده است (۲۴).

در این آزمایش، علی‌رغم این که اثر تراکم بوته بر درصد اسانس گل معنی‌دار نبود، ولی با افزایش تراکم بوته درصد اسانس اندکی کاهش یافت. به نظر می‌رسد که تأثیرپذیری درصد اسانس از عوامل محیطی رشد بسته به نوع گیاه دارویی و یا نوع اندام قابل برداشت نظیر گل، برگ و یا ریشه، متفاوت می‌باشد. در این مطالعه، بالاترین تراکم کاشت (۱۰۰ بوته در مترمربع) کمترین میزان اسانس گل در واحد سطح را نشان داد، که با نتایج تحقیقات نوبهار (۲۰۱۱) مطابقت داشت. بدین ترتیب، بر اساس نتایج این تحقیق، به منظور جلوگیری از کاهش میزان اسانس حتی در مقادیر اندک و جهت دستیابی به بالاترین عملکرد اسانس گل گاوزبان، حداکثر تراکم ۴۰ تا ۶۰ بوته در مترمربع می‌تواند قابل توصیه باشد.

عملکرد اسانس: نتایج این مطالعه نشان داد که اثر تراکم بوته در واحد سطح بر عملکرد اسانس گل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در این راستا، اثر تراکم بوته بر عملکرد اسانس نعنای فلفلی (۱۵)، ریحان (۸ و ۲۴)، زنیان (۱۲) و انیسون (۳۶) معنی‌دار گزارش شده است. در این آزمایش، اثر تراکم بوته در واحد سطح بر درصد اسانس گل گاوزبان معنی‌دار نبود. با این توصیف، بالاترین

عملکرد گل خشک گاوزبان و عملکرد اسانس گل در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع مشاهده گردید. چنین به نظر می‌رسد که تراکم بوته در واحد سطح از طریق تأثیرگذاری بر میزان تولید گل خشک در واحد سطح، عملکرد اسانس را تحت تأثیر قرار می‌دهد و عملکرد اسانس در واحد سطح بیشتر تحت تأثیر عملکرد گل خشک قرار می‌گیرد و وابستگی آن به درصد اسانس گل کمتر است. بنابراین، سهم عملکرد گل خشک گاوزبان در جهت دستیابی به عملکرد بالای اسانس در واحد سطح، بیشتر از سهم درصد اسانس گل به نظر می‌رسد.

محققان متعددی نشان دادند که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، عملکرد اسانس گیاهان دارویی کاهش می‌یابد (۸، ۱۵، ۱۲، ۲۴ و ۳۶). با این توصیف، بالاترین عملکرد اسانس گونه گاوزبان اروپایی در واحد سطح تحت تأثیر تراکم کاشت ۴۰ بوته در متر مربع به دست آمد (جدول ۲). در این راستا، حداکثر عملکرد اسانس گیاه دارویی ریحان در تراکم حدود ۲۷ بوته در مترمربع (۸)، نعنای فلفلی در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع (۱۵)، انیسون در تراکم ۱۷ بوته در مترمربع (۳۶)، زنیان در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع (۱۲) و گشنیز (۱) و شنبلیله (۱۳) در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع گزارش شده است. که این امر، بیانگر اهمیت و جایگاه مدیریت به‌زراعی و رعایت تراکم کاشت گاوزبان در واحد سطح برای دستیابی به حداکثر عملکرد اسانس در واحد سطح می‌باشد.

عملکرد دانه: در این تحقیق، اثر تراکم بوته بر تولید دانه گاوزبان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار نشان داد (جدول ۱)، و با نتایج مطالعات حیدری و همکاران (۲۰۰۶)، دادوند و همکاران، (۲۰۰۷) و نوبهار (۲۰۱۱)، قیلاوی‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) و زند و همکاران (۲۰۱۳) به ترتیب روی گیاهان دارویی نعنای فلفلی، ریحان، زنیان و انیسون مطابقت داشت. همچنین، نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که گیاه دارویی گاوزبان اروپایی در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع بالاترین عملکرد دانه در واحد سطح (۴۹۰ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود. به‌طور کلی، در گونه گاوزبان اروپایی، با افزایش تراکم کاشت تا ۴۰ بوته در مترمربع عملکرد دانه روند افزایشی و سپس سیر کاهشی نشان داد (جدول ۳). محققان دیگری گزارش کرده‌اند که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، عملکرد محصول نقصان می‌یابد و بیشترین عملکرد محصول هر گیاه زراعی بسته به شرایط اقلیمی منطقه در تراکم بوته معینی به دست می‌آید (۸ و ۲۷). بنابراین، بر اساس نتایج این تحقیق، بهترین تراکم کاشت گاوزبان اروپایی برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه در واحد سطح، ۴۰ بوته در مترمربع بود. محققان دیگری نشان دادند که با افزایش تراکم بوته در مترمربع، عملکرد گیاهان دارویی تقلیل پیدا کرد و بالاترین عملکرد

دانه برخی گیاهان دارویی نظیر ریحان (۸)، نعنای فلفلی (۱۵)، انیسون (۳۶) و زنیان (۱۲) به ترتیب در تراکم‌های ۲۷، ۲۰، ۱۷ و ۲۵ بوته در مترمربع گزارش شده است.

درصد روغن دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تراکم بوته بر درصد روغن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مرتضی و همکاران (۲۰۰۵) و صباغ‌نکونام و رزمجو (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که اثر تراکم بوته به ترتیب بر میزان روغن دانه سنبل‌الطیب و اسفرزه معنی‌دار بود. نتایج بیانگر آن است که درصد روغن دانه گاوزبان از عوامل زراعی نظیر تراکم کاشت تأثیرپذیر می‌باشد. بدین ترتیب، برای ارتقاء درصد روغن دانه، تعیین تراکم مناسب بوته در واحد سطح ضروری به نظر می‌رسد. با این توصیف، درصد روغن دانه اکوتیپ‌های مختلف گاوزبان ایرانی مشابه و حدود ۳۲ تا ۳۷ درصد گزارش شده است (۹). در این مطالعه، با افزایش تراکم بوته، درصد روغن دانه روند کاهشی پیدا کرد (جدول ۲).

نتایج نشان داد که بالاترین درصد روغن دانه گاوزبان اروپایی در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع به دست آمد (جدول ۲). چون، دانه گاوزبان محتوی مقادیر بالایی (۳۰ تا ۴۰ درصد) از روغن خام می‌باشد که ارزش دارویی و غذایی بالایی دارد (۲۳). بدین ترتیب، تراکم کاشت حداکثر ۴۰ بوته در متر مربع برای افزایش درصد روغن دانه گاوزبان مطلوب به نظر می‌رسد. از سوی دیگر، سنتز روغن در گیاهان زراعی به انرژی بیشتری نیاز دارد. بدین ترتیب، با افزایش تراکم بوته‌های گاوزبان در واحد سطح، گیاه با کمبود بیشتری از منابع محیطی رشد نظیر مواد غذایی، تشعشع و آب مواجه می‌شود که این امر منجر به کاهش درصد روغن دانه آن می‌گردد. به علاوه، نتایج نشان داد که درصد روغن دانه گاوزبان بیشتر از اسانس گل تحت تأثیر تراکم بوته در واحد سطح قرار گرفت. با توجه به این که دانه در چرخه حیات گیاه نقش بارزی دارد، به نظر می‌رسد که گیاه سهم بیشتری از مواد غذایی جذب شده به وسیله ریشه و مواد پرورده تولید شده از طریق فرآیند فتوسنتز را به دانه اختصاص می‌دهد، که این امر بسته به شرایط محیطی، ضمن تکامل چرخه حیات، با افزایش وزن هزار دانه و افزایش عملکرد آن در واحد سطح منجر به بهبود درصد روغن دانه گاوزبان نیز می‌گردد.

عملکرد روغن دانه: در این تحقیق، اثر تراکم کاشت بر تولید روغن دانه گاوزبان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱)، که با نتایج آزمایشات برخی محققان دیگر مشابه بود (۳، ۲۰، ۲۶ و ۳۶). نتایج این آزمایش نشان داد که عوامل محیطی می‌تواند عملکرد روغن دانه گاوزبان را تحت تأثیر

قرار دهد و لازم است جهت دستیابی به حداکثر عملکرد روغن در گیاه دارویی گاوزبان، تراکم معینی از گیاه در واحد سطح کشت شود. در این آزمایش، تغییرات درصد روغن دانه متناسب با افزایش تراکم بوته در واحد سطح روند کندتری در مقایسه با تغییرات عملکرد روغن دانه داشت. به طوری که درصد روغن دانه در تراکم‌های ۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع در یک سطح آماری قرار داشتند و تفاوت معنی‌داری مشاهده نداشتند. تغییرات مشابه‌ای نیز در تراکم‌های ۸۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع مشاهده گردید. اما، کاهش عملکرد روغن متناسب با افزایش تراکم بوته در واحد سطح با تغییرات زیادی همراه بود. با این توصیف، بالاترین درصد روغن دانه و بیشترین عملکرد روغن در هکتار به ترتیب در تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع به دست آمد.

از این نتایج چنین استنباط می‌شود که عملکرد روغن بیشتر به عملکرد دانه وابسته است و بالا بودن درصد روغن دانه نمی‌تواند دستیابی به بالاترین عملکرد روغن دانه گاوزبان را تضمین نماید. نتایج آزمایش‌های محققان دیگر نیز حاکی از این واقعیت است که با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه گیاهان دارویی کاهش می‌یابد. به طوری که زند و همکاران (۲۰۱۳) بیشترین عملکرد روغن دانه زنیان را در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع به دست آوردند. همچنین، مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کمترین عملکرد دانه و روغن دانه در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع حاصل می‌شود (جدول ۲)، که نشان می‌دهد کمترین عملکرد روغن در پایین‌ترین سطح تولید دانه گاوزبان به دست می‌آید که خود موید وابستگی عملکرد روغن به عملکرد دانه گاوزبان می‌باشد. بدین ترتیب، افزایش عملکرد دانه را می‌توان مؤلفه اصلی ارتقاء عملکرد روغن دانه گاوزبان در واحد سطح برشمرد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش تراکم بوته تا حد معینی، عملکرد گل خشک، اسانس گل، درصد روغن دانه، عملکرد دانه و روغن در گونه گاوزبان اروپایی افزایش و سپس روند کاهشی پیدا می‌کند. همچنین، نتایج نشان داد که با اعمال مدیریت‌های به‌زراعی می‌توان اسانس گل گاوزبان را به موازات درصد روغن دانه افزایش داد و کیفیت محصول را ارتقاء بخشید. بدین ترتیب، با توجه به این که بیشترین مقدار تولیدات گیاهی گاوزبان اروپایی در تراکم کاشت ۴۰ بوته در مترمربع به دست آمد، این تیمار می‌تواند به منظور افزایش کمی و کیفی تولیدات گاوزبان در شرق گیلان و شرایط اقلیمی مشابه قابل توصیه باشد.

منابع

1. Akbarinia, A., Daneshian, J., and Mohammad Baigi, F. 2005. Effects of nitrogen and density on seed yield, essential oil yield and fixed oil of coriander (*Coriandrum sativum*). Iran. J. Med. Arom. Plants Res. 22(4): 410-419. (In Persian)
2. Ashoori Latmahalleh, D., Noorhosseini Niyak, S.A., and Safarzadeh Vishekaei, M.N. 2011. Effects of plant density and planting pattern on yield and yield components of Iran ox-tongue (*Echium amoenum Fisch and Mey*) in North of Iran. J. Med. Plants. 5(6): 932-937. (In Persian)
3. Amarjit, S.B., Sidhu, B.S., and Randhawa, G.S. 1992. Effects of row spacing and nitrogen on nitrogen uptake, content and quality of dill (*Anethum graveolens* L.). Indian J. Agron. 37: 633-643.
4. Baloch, A.W., Soomro, A.M., Javed, M.A., Ahmad, A., Bughio, H.R., Bughio, M.S., and Mastoi, N. 2002. Optimum plant density for high yield in rice. Asian J. Plant Sci. 1: 25-27.
5. Behnia, M.R. 2007. Evaluation of planting methods and bulb density effects on saffron yield in Damavand region. J. Pazh. Saz. 21: 101-108. (In Persian)
6. Carruba, A., La Torre, R., and Matranga, A. 2002. Cultivation trials of aromatic and medicinal plants in semiarid Mediterranean environment. Proc. Int. Conf. MAP. Acta Hort. 576: 207-216.
7. Copes, W.E., and Scherm, M.T. 2005. Plant spacing effects on micro climate and rhizoctonia web blight development in container grown azalea. Hort. Sci. 40: 1408-1412.
8. Dadvand Sarab, R., Naghdi, H., Nasri, M., Moki Nejad, M., and Omid, H. 2007. The changes of essence and yield in medicinal basil plant as affected by plant density and nitrogen fertilizer. J. Med. Plants. 27: 60-70. (In Persian)
9. Daneshfar, E., Kuhkhei, A., Omidbaigi, R., and Zand, A. 2011. Vegetative and reproductive characteristics of Iranian Gole-Gav-Zaban (*Echium amoenum Fisch & C.A. Mey*) accessions cultivated in Mazandaran province. J. Am. Sci. 7(6): 911-914.
10. Francescangeli, N., Sangiacomo, M.A., and Marti, H. 2006. Effects of plant density in broccoli on yield and radiation use efficiency. Sci. Hort. 110: 135-143.
11. Ghosh, D.C., and Patra, A.K. 1994. Effects of plant density and fertility levels on productivity and economics of summer sesame (*Sesamum indicum*). Indian J. Agron. 39: 71-75.
12. Ghilavizadeh, A., Darzi, M.T., and Haj Sayed Hadi, M. 2013. Effects of biofertilizer and plant density on essential and oil content yield traits on Ajowan (*Carun copticum*). Middle - East J. Sci. Res. 14(11): 1508-1512.
13. Gowda, M.C., Halesh, D.P., and Frooqi, A.A. 2006. Effect of dates of sowing and plant spacing on growth of fenugreek (*Trigonella foenum gracum* L.). Biomed. 2: 141-146.

14. Hadley, P., and Summerfield, R.J. 1983. Effect of temperature and photoperiod on reproductive development of selected grain legume, Field Crops, Abstract. 19: 43-54.
15. Heidari, F., Zehtab, S., Javanshir, A., and Dadpour, A. 2006. Effect of plant density on yield and essence production in medicinal *Menta Piperita*. J. Sci. Agric. Tech. Natu. Resou. 45: 501-510. (In Persian)
16. Khajehpour, M. 1995. Principles and Fundamental of Agronomy. Esfahan Jihad Daneshgahi Press. 412p. (In Persian)
17. Majumdar, D.K. 1986. An overview of research on production technologies of lentil in India. Food Legume Res. 30: 1-13.
18. Malakouti, M.J., and Tehrani, M.M. 2001. Effects of Micronutrients on Yield and Quality of Agricultural Products 'Micro Nutrients with Macro Effects'. Second edn. Tarbiat Modares Univ. Press. 299p. (In Persian)
19. Martin, R.J., and Deo, B. 2000. Effect of plant population on *Calendula Officinalis* flower production, New Zealand J. Crop Hort. Sci. 28(1): 37-44.
20. Mert, A., and Ayanoglu, F. 2002. The effects of different plant density on yield, yield components and quality of Artemisia. Annual J. Hawoth. Press. 48(2): 413-418.
21. Mc Vicary, R., Hartley, S., Pears, P., Pnchuk, K., and Brenzil, G. 2004. Coriander in Saskaichewan. Agricultural, Food and Rural Revitalization. 5p.
22. Morteza, E., Akbari, G.A., Modarress Sanavy, S.A.M., and Aliabadi Farahani, H. 2009. Effects of sowing date and plant density on quality features in valerian (*Valeriana officinalis* L.). Ecol. Natu. Env. 1(9): 201-205. (In Persian)
23. Naghdibadi, H., Zainali, Mobarakeh, Z., Omid, H., and Reza Zadeh, S. 2012. Morphologic, agronomic and phytochemical changes in Borage (*Borago officinalis* L.) as affected by chemical and biofertilizers. J. Med. Plants. 9: 145-156. (In Persian)
24. Nobahar, A. 2011. Evaluation the effects of variety, palnt density and planting methods on agronomic traits medicinal basil plant. M.Sc. Thesis in Agronomy, Takestan Islamic Azad University, Takestan. 296p. (In Persian)
25. Omidbaigi, R., Bernath, J., and Zakizadeh, H. 2002. Nitrogen fertilization efficiency of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) grown at various plant densities in Hungarian. Novenytermales. 51(3): 315-321.
26. Piccaglia, R., Dellacecca, V., Morotti, M., and Giovanelli, E. 2005. Agronomic factors affecting the yield and essential oil composition of peppermint (*Mentha piperita* L.). ISHS Acta Horticulture, International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants. UK.
27. Pirzad, A., Aliary, H., Shakiba, M., Salmasi, S., and Mohammadi, A. 2009. Effects of irrigation and plant density on water use efficiency for essential oil production in Germany chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). J. Agric. Sci. 18: 49-58. (In Persian)

28. Rasam, G.A., Naddaf, M., and Sephikon, F. 2007. Effects of sowing time and plant density in anise. *J. Pazh. Saz.* 75: 127-132. (In Persian)
29. Sabagh Nekonam, M., and Razmjoo, K.H. 2007. Effect of plant density on yield, yield components and effective medicine ingredients of blond psyllium (*Plantago ovataforisk.*) accessions. *J. Agric. Biol.* 9(4): 606-609.
30. Shalaby, A.S., and Razin, A.M. 1994. Cultivation and fertilization for higher yield of thyme. *Hotr. Abs.* 64: 1375.
31. Shareh, M., and Rashed Mohassel, M.H. 2003. Effects of plant density and weed control times on yield and yield components of anise. *Iran. J. Med. Aroma. Plants Res.* 19(3): 213-226.
32. Taheri Asghari, M.J., Daneshian, J., and Aliabadi Farahani, H. 2009. Effects of drought stress and plant density on characteristics of chicory (*Chicorium intybus* L.). *Asian J. Agric. Sci.* 1: 12-14.
33. Torabi Jafroudi, A., Fayaz Moghadam, A., and Hasanzadeh Ghorttapeh, A. 2007. Effects of plant density and planting pattern on yield and yield components and some vegetative characteristics of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *J. Agric. Sci.* 36: 639-646. (In Persian)
34. Uquiche, E., Jerez, M., and Ortiz, J. 2008. Effect of pretreatment with microwaves on mechanical extraction yield and quality of vegetable oil from *Chilean hazelnuts*. *J. Innovative Food Sci. Emerg. Tech.* 9: 495-500.
35. Xian Qing, L., De Feng, Z., Hui Zhe, C.H., and Yu Ping, Z.H. 2009. Effects of plant density and nitrogen application rate on grain yield and nitrogen uptake of super hybrid rice. *Rice Sci.* 16(2): 138-142.
36. Zand, A., Darzi, M.T., and Haj Seyed Hadi, M. 2013. Effects of phosphate solubilizing micro organisms and plant density on seed yield and essential oil content of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Middle - East J. Sci. Res.* 14(7): 940-946.