



## تأثیر آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم گیاه دارویی ریحان

امین نوبهار<sup>۱</sup>، \* معرفت مصطفوی راد<sup>۲</sup> و محمد قاضی پیرکوهی<sup>۳</sup>

کارشناسی ارشد زراعت و محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، <sup>۱</sup> استادیار پژوهشی و عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، <sup>۲</sup> کارشناسی ارشد زراعت منطقه آزاد انزلی تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۲۱

### چکیده

به منظور ارزیابی عملکرد کمی و کیفی دو رقم گیاه دارویی ریحان تحت تأثیر آرایش کاشت و تراکم بوته، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۷ انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی تاکستان اجرا شد. تیمارها شامل دو رقم (ریحان سبز و بنفش)، روش کشت (یک و دو ردیفه) و تراکم بوته (۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع) بود. نتایج نشان داد که برهمکنش رقم و روش کاشت و تراکم بوته از نظر تعداد سنبله در بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه و عملکرد اسانس در هکتار معنی‌دار بود. بیشترین تعداد سنبله در بوته (۱۴/۳۳) و تعداد فندقه در بوته (۴۵) در رقم ریحان سبز، روش کشت دو ردیفه و تراکم ۴۰ بوته به دست آمد. همچنین، بیشترین عملکرد دانه (۲۹۲۰ کیلوگرم در هکتار) در ریحان سبز، کشت دو ردیفه و تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع مشاهده شد. برهمکنش رقم ریحان بنفش و تراکم ۴۰ بوته و برهمکنش کشت دو ردیفه و تراکم ۴۰ بوته به ترتیب بیشترین میزان اسانس (۰/۳۷ و ۰/۳۶) را دارا بودند. ولیکن برهمکنش رقم ریحان بنفش و کشت دو ردیفه و تراکم ۴۰ بوته، بیشترین عملکرد اسانس (۵۴/۵۶ کیلوگرم در هکتار) را نشان داد. کمترین تعداد سنبله در بوته (۹/۳۳) و تعداد فندقه در بوته (۲۲/۳۳) در رقم ریحان بنفش، کشت یک و دو ردیفه و تراکم ۱۰۰ بوته مترمربع مشاهده گردید. نتایج نشان داد که در هر دو رقم ریحان با افزایش تراکم بوته در واحد سطح و کاهش فاصله ردیف، میزان و عملکرد اسانس کاهش یافت. در این آزمایش، ریحان بنفش تحت تأثیر آرایش کاشت دو ردیفه و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع از نظر کیفیت عملکرد بر ریحان سبز برتری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: تولید دانه و اسانس، ریحان، مدیریت زراعی

\*مسئول مکاتبه: [mmostafavirad@gmail.com](mailto:mmostafavirad@gmail.com)

## مقدمه

گیاهان دارویی سابقه طولانی در صنعت، طب و درمان بیماری‌های انسان دارد. از اسانس ریحان به‌عنوان ضد تشنج، مسکن سردردهای میگرنی، عصبی، مقوی دستگاه هاضمه و ضد نفخ استفاده می‌شود (امیدبگی، ۲۰۰۱). از عوامل زراعی مؤثر بر کمیت و کیفیت عملکرد گیاهان، می‌توان به آرایش کاشت و تراکم بوته در واحد سطح اشاره نمود. افزایش تراکم بوته منجر به افزایش رشد طولی گیاه و رقابت بین گونه‌ای برای استفاده از عوامل محیطی رشد می‌شود و ضمن کاهش عملکرد دانه ممکن است منجر به خوابیدگی بوته‌ها و ایجاد شرایط میکروکلیمایی و توسعه بیماری در زیر سایه‌انداز شود. از طرفی کاهش تراکم بوته تا کمتر از حد مطلوب سبب کاهش عملکرد خواهد شد. اما ریحان دارای رشد نیمه محدود می‌باشد و در تراکم‌های پایین می‌تواند از طریق ایجاد شاخه‌های فرعی، تا حدودی اثرات سوء ناشی از کاهش تراکم بوته را جبران کند (صادقی و همکاران، ۲۰۰۹). در تراکم کاشت مناسب بهره‌مندی گیاه از عوامل محیطی افزایش یافته و حداکثر آسیمیلیسیون و عملکرد حاصل خواهد شد (ملکوتی و طهرانی، ۲۰۰۱). محققین نشان دادند که در تراکم پایین عملکرد دانه کلزا نقصان پیدا کرد. با افزایش تراکم بوته تا حد مطلوب، مولفه‌های مؤثر بر عملکرد و عملکرد دانه افزایش یافت (وهاب و لارسون، ۱۹۸۲). در مطالعه دیگری سهم تعداد سنبله در بوته و تعداد بذر در سنبله برای دستیابی به عملکرد بالا مهم گزارش شده است (جلیله‌وند، ۲۰۰۸). برهمکنش تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه ریحان معنی‌دار گزارش شده است (صادقی و همکاران، ۲۰۰۹). در آزمایش دیگری گزارش شده است که افزایش تراکم بوته در واحد سطح موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گردید (طهماسبی و راشد‌محصل، ۲۰۰۴).

رقابت بین گونه‌ای و درون گونه‌ای تأثیر قابل توجهی بر عملکرد گیاهان دارد و حداکثر عملکرد دانه هنگامی به‌دست می‌آید که اثر رقابت بین گونه‌ای و درون گونه‌ای حداقل و استفاده از عوامل رشد حداکثر باشد. تحقق این هدف با تنظیم تراکم بوته در واحد سطح و آرایش کاشت گیاه امکان‌پذیر است (خواجه‌پور، ۱۹۹۵). با استفاده از آرایش کاشت می‌توان عملکرد مطلوب به‌دست آورد (گاردنر و همکاران، ۱۹۸۵). کارآیی جذب تشعشع نیاز به سطح برگ کافی و توزیع یکنواخت برگ در پوشش گیاهی دارد. این هدف با تراکم بیشتر و الگوی کاشت بوته‌ها در سطح خاک میسر است (کوآنکی و همکاران، ۲۰۰۸). محققین گزارش کردند که گیاه دارویی ریحان در الگوی کاشت دو ردیفه دارای وزن خشک و عملکرد دانه بالاتر بود (جلیله‌وند، ۲۰۰۸؛ صادقی و همکاران، ۲۰۰۹). آرایش کاشت از

طریق دگرگون‌سازی ساختار سایه‌انداز گیاهی و افزایش امکان جذب بیشتر نور سبب افزایش عملکرد گیاه می‌شود. بنابراین، تعیین مناسب‌ترین آرایش کاشت برای افزایش عملکرد گیاهان زراعی، ضروری می‌باشد (کاظمی و همکاران، ۲۰۰۸)، و از این طریق می‌توان رشد رویشی و زایشی و عملکرد آن‌ها را تحت تأثیر قرار داد (بهیلا، ۱۹۸۵). فواصل بین ردیف‌های کاشت، تولید حداکثر محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد (گاردنر و همکاران، ۱۹۸۵). این آزمایش با هدف بررسی اثر رقم، آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی ریحان در تاکستان انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور ارزیابی اثر رقم، آرایش کاشت و تراکم بوته بر کمیت و کیفیت عملکرد دانه و اسانس گیاه دارویی ریحان در سال زراعی ۱۳۸۷ در مزرعه آزمایشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان واقع در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۲۲۰ متر از سطح دریا به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل ارقام ریحان (سبز و بنفش)، روش کشت (کشت یک ردیفه و دو ردیفه) و تراکم بوته (۴۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع) بودند. اندازه هر کرت ۱۸ مترمربع (به طول شش و عرض سه متر) بود. رقم ریحان سبز پرمصرف‌ترین ریحان در جهان و دارای گل‌های سفید می‌باشد و بیشتر در آشپزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حالی که رقم ریحان بنفش دارای گل‌های ارغوانی یا بنفش و اسانس کافور می‌باشد. ارتفاع این گیاهان بین ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر متفاوت است و پیکره رویشی آن‌ها بسته به نوع رقم دارای ۰/۵ تا ۱/۵ درصد اسانس می‌باشد. معمولاً گیاهی یک ساله بوده و در هر سال تعداد سه چین محصول می‌دهد. ولی در مناطق گرم و مرطوب به یک گیاه چند ساله تبدیل می‌شود و در هر فصل زراعی مقدار ۱۸ کیلوگرم نیتروژن، ۸ کیلوگرم فسفر و ۱۵ کیلوگرم پتاس خالص از خاک جذب می‌کند.

قبل از اجرای طرح از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه برداری شد (جدول ۱). پس از عملیات شخم، دیسک و تسطیح خاک و اجرای نقشه طرح، کشت به صورت جوی و پشته انجام شد. براساس نتایج آزمون خاک مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع نترات آمونیوم، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص از منبع فسفات آمونیوم، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم خالص از منبع سولفات پتاسیم به هنگام شخم و قبل از کاشت به خاک

اضافه شد و نصف کود نیتروژن در هنگام کاشت و نصف دیگر به صورت سرک در مرحله گل‌دهی مورد استفاده قرار گرفت. پس از کاشت، آبیاری هر ۴ روز یکبار صورت گرفت تا از سله بستن خاک جلوگیری شود و زمینه یکنواختی در سبز شدن بذور فراهم گردد. پس از استقرار کامل گیاه، آبیاری به فاصله ۷ الی ۱۰ روز انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت فیزیکی و وجین دستی انجام شد. به علاوه، جهت رسیدن به تراکم‌های مورد مطالعه، عملیات تنک طی دو مرحله همزمان با عملیات وجین علف‌های هرز صورت گرفت. برای اندازه‌گیری صفات مورد بررسی یک بار در مرحله گل‌دهی کامل ریحان تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی برداشت شد و برای تعیین عملکرد دانه و اجزای عملکرد با حذف نیم متر حاشیه از ابتدا و انتهای خطوط کاشت، چهار خط میانی برداشت گردید. عملیات اسانس‌گیری به روش تقطیر آب با دستگاه کلونجر صورت گرفت. پس از جمع‌آوری اطلاعات، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه قبل از اجرای آزمایش

بافت خاک	درصد			ppm					هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته خاک	درصد ماده آلی	عمق (cm)	سال	
	رطوبت	لوم	رسی	نیتروژن	کربنات کلسیم	پتاسیم	فسفر	منیزیم						کلسیم
شنی لومی	۴۰/۲۸	۳۳/۷۴	۲۵/۹۸	۰/۰۷	۸۲۳	۳۵۲/۱۳	۱۰/۴۱	۸۵/۱۲	۱/۰۴	۱/۳۱	۷/۳۲	۰/۵۲	۰-۳۰	۱۳۸۷

### نتایج و بحث

**تعداد سنبله در بوته:** اثر رقم، تراکم بوته، برهمکنش رقم و روش کشت، برهمکنش رقم و تراکم بوته و نیز برهمکنش رقم و روش کاشت و تراکم بوته بر تعداد سنبله در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). در این آزمایش، ارقام گیاه دارویی ریحان از نظر تعداد سنبله در بوته واکنش متفاوتی به تیمار روش کاشت نشان دادند. مقایسه میانگین برهمکنش سه گانه رقم، روش کشت و تراکم بوته بر صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که رقم ریحان سبز در روش کشت دو ردیفه و در تراکم ۴۰ بوته در متر

مربع، بیشترین تعداد سنبله در بوته را به خود اختصاص داد و بعد از آن رقم بنفش در کشت یک ردیفه و در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع قرار داشت (جدول ۳). در این راستا گزارش شده است که تعداد سنبله در بوته با افزایش تراکم بوته در واحد سطح افزایش نشان داد (وهاب و لارسون، ۱۹۸۲). در این آزمایش ارقام گیاه داروئی ریحان از نظر تعداد سنبله در بوته واکنش متفاوتی به تیمار آرایش کاشت نشان دادند.

به طور کلی با افزایش تراکم تا ۱۰۰ بوته در مترمربع، تعداد سنبله در بوته کاهش یافت و در کمترین سطح تراکم (۴۰ بوته در مترمربع) بیشترین تعداد سنبله در بوته تولید شد. نتایج نشان داد که بین تراکم بوته و تعداد سنبله در تک بوته رابطه معکوس وجود دارد. بنابراین به نظر می رسد که تعداد بیشتر سنبله در تک بوته در تراکم های پایین (۴۰ بوته در مترمربع) می تواند نقصان عملکرد ناشی از کاهش تراکم بوته در واحد سطح را جبران نماید. ولی در تراکم های کمتر از ۴۰ بوته در مترمربع ممکن است تعداد سنبله بیشتر در بوته نتواند افت عملکرد ناشی از کاهش تراکم بوته را جبران کند.

**تعداد فندقه در بوته:** اثر رقم، روش کشت، تراکم بوته، برهمکنش رقم و روش کشت، رقم و تراکم بوته، روش کشت و تراکم بوته بر تعداد فندقه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. همچنین، بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) تعداد خورجین در بوته ارقام ریحان تحت تأثیر آرایش کاشت و تراکم بوته در مترمربع تفاوت معنی دار نشان داد ( $P \leq 0.05$ ). مطالعه برهمکنش سه گانه رقم، روش کشت و تراکم بوته نشان داد که رقم ریحان سبز در روش کشت دو ردیفه و در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع، بیشترین تعداد فندقه (۴۵) را به خود اختصاص داده و رقم بنفش در کشت دو ردیفه در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع بیشترین تعداد فندقه (۴۳) را تولید نمود.

در این تحقیق، ارقام ریحان سبز و بنفش در کشت دو ردیفه با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع جهت به دست آوردن بالاترین تعداد فندقه مناسب ارزیابی گردید (جدول ۳). نتایج نشان داد که تعداد خورجین در بوته تحت تأثیر آرایش کاشت و تراکم بوته در واحد سطح قرار گرفت و جهت ارتقاء تعداد خورجین در بوته گیاه داروئی ریحان، تیمارهای کشت دو ردیفه و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع مطلوب به نظر می رسند. علت این امر می تواند بهبود شرایط محیطی در الگوی کشت دو ردیفه برای رشد گیاه و تولید تعداد سنبله بیشتر در واحد سطح و تعداد فندقه در سنبله باشد. چون الگوی کاشت مناسب برای شکوفایی پتانسیل ژنتیکی گیاه زراعی از نظر عملکرد و اجزای عملکرد، بسته به نوع گیاه

و شرایط اقلیمی منطقه، متفاوت می‌باشد. از این رو، آرایش کاشت از مدیریت‌های لازم و ضروری برای ارتقاء عملکرد گیاهان زراعی محسوب می‌شود (کاظمی و همکاران، ۲۰۰۸).

در تحقیقی بر روی گیاه کلزا گزارش شده است که الگوی کاشت اثر معنی‌دار بر تعداد خورجین دربوته و عملکرد دانه داشت (جوانمرد و همکاران، ۲۰۰۹). در این راستا، محققین دیگری، الگوی کاشت دو ردیفه را برای دستیابی به عملکرد بالا مهم گزارش کرده‌اند (دادوند و همکاران، ۲۰۰۷؛ جلیله‌وند، ۲۰۰۸؛ صادقی و همکاران، ۲۰۰۹؛ شباهنگ و همکاران، ۲۰۱۰). بی‌شک تعداد خورجین در بوته یکی از اجزای مهم افزایش عملکرد دانه گیاهان زراعی محسوب می‌شود (مصطفوی‌راد، ۲۰۱۰). در این آزمایش، تعداد مطلوب بوته برای افزایش تعداد فندقه در گیاه دارویی ریحان حدود ۴۰ بوته در مترمربع گزارش شده است. بنابراین، در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع رقابت بین بوته‌ای و درون بوته‌ای کاهش یافته و گیاه زراعی می‌تواند با بهره‌مندی حداکثر از عوامل محیطی و تولید بیشترین تعداد فندقه در بوته، بالاترین مقدار محصول را تولید کند که با نتایج تحقیقات ملکوتی و طهرانی (۲۰۰۱) و صادقی و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت. به این ترتیب، در زراعت گیاه دارویی ریحان دستیابی به حداکثر فندقه در بوته با تنظیم آرایش کاشت و تراکم بوته در واحد سطح امکان‌پذیر خواهد بود.

**تعداد دانه در فندقه:** اثر رقم، روش کشت، تراکم بوته، برهمکنش رقم و روش کشت، رقم و تراکم بوته، روش کشت و تراکم بوته، برهمکنش سه‌گانه رقم و آرایش کاشت و تراکم بوته بر تعداد دانه در خوجین معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد دانه در فندقه به برهمکنش رقم بنفش و روش کشت دو ردیفه و تراکم ۶۰ بوته در مترمربع اختصاص داشت. به نظر می‌رسد دستیابی به حداکثر تعداد دانه در فندقه در رقم ریحان سبز تحت تأثیر کشت دو ردیفه با تراکم ۶۰ بوته در مترمربع امکان‌پذیر خواهد بود (جدول ۳). براساس نتایج این آزمایش، کشت دو ردیفه به ترتیب در تراکم ۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع سبب افزایش تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله گردید. چنین استنباط می‌شود که آرایش کاشت دو ردیفه در کشت گیاه دارویی ریحان سبب افزایش تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله، مطلوب می‌باشد. در این راستا، نتایج مشابه‌ای نیز توسط دیگر محققین گزارش شده است (کاظمی و همکاران، ۲۰۰۸؛ جوانمرد و همکاران، ۲۰۰۹؛ شباهنگ و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین نتایج نشان می‌دهد که تراکم مناسب گیاه دارویی ریحان برای افزایش تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله، متفاوت می‌باشد. علت این امر می‌تواند وجود

رابطه جبرانی بین اجزای عملکرد دانه باشد که با نتایج مطالعه مصطفوی‌راد (۲۰۱۰) بر روی گیاه زراعی کلزا مشابهت دارد.

**وزن هزار دانه:** در این آزمایش، اثر رقم، روش کشت، تراکم بوته، و اثرات برهمکنش دوگانه و سه‌گانه بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج نشان داد که وزن هزار دانه یک صفت وابسته به رقم بوده و بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی می‌باشد و احتمالاً تحت تأثیر شرایط محیطی قرار نمی‌گیرد (مصطفوی‌راد، ۲۰۱۰). در آزمایش مشابهی اثر تراکم بوته در مترمربع بر وزن هزار دانه غیرمعنی‌دار گزارش شده است و وزن هزار دانه را به‌عنوان ثابت‌ترین جزء عملکرد در تراکم‌های مختلف برشمردند (جلیله‌وند، ۲۰۰۸).

**عملکرد دانه:** در این آزمایش، اثرات ساده رقم، روش کشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین برهمکنش رقم و روش کشت، رقم و تراکم بوته، روش کشت و تراکم بوته و برهمکنش سه‌گانه رقم و روش کشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). ترابی جفروودی و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که اثر رقم، فاصله ردیف‌ها و برهمکنش آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه گیاه زراعی لوبیا معنی‌دار بود. مقایسه میانگین برهمکنش سه‌گانه نشان داد که ارقام ریحان سبز و بنفش در روش کشت دو ردیفه و تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع، بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). نتایج بیانگر آن است که ارقام ریحان سبز و بنفش می‌توانند در کشت دو ردیفه و تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع، بالاترین عملکرد دانه را تولید کنند. بنابراین آرایش کشت دو ردیفه و تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع برای ارتقاء عملکرد دانه گیاه داروئی ریحان در منطقه پیشنهاد می‌شود. محققین گزارش کرده‌اند که وزن خشک و عملکرد دانه تحت تأثیر تیمار الگوی کاشت قرار گرفت. به‌طوری‌که الگوی کاشت دو ردیفه و کاهش فاصله ردیف‌ها از نظر وزن خشک و عملکرد دانه برتر بود و نشان دادند که دگرگون‌سازی ساختار سایه‌انداز گیاهی به‌منظور ایجاد وضعیتی که در آن تاج بتواند حداکثر نور لازم برای انجام فتوسنتز را جذب کند برای ارتقاء عملکرد گیاه ضرورت دارد (کاظمی و همکاران، ۲۰۰۸؛ ترابی جفروودی و همکاران، ۲۰۰۷). شاه‌کرمی و رفیعی (۲۰۰۹) بیشترین عملکرد دانه را در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع و کشت دو ردیفه گیاه زراعی ذرت گزارش کردند. قنبری و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که هر چند اثر فاصله ردیف بر تعداد میوه کدوی پوست کاغذی معنی‌دار نبود، با کاهش فاصله بین ردیف‌ها، عملکرد میوه

افزایش یافت. چنین به نظر می‌رسد که با افزایش فاصله، رشد رویشی به دلیل فضای زیاد اشغال شده توسط بوته بیشتر شده و در نتیجه رشد زایشی و عملکرد کاهش می‌یابد. شباهنگ و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که آرایش کاشت تأثیر معنی‌دار بر میوه کدوی پوست کاغذی داشت و بیشترین میوه در آرایش دو طرفه در مقایسه با آرایش یک طرفه حاصل گردید. چنین استنباط می‌شود که در اثر کاهش فاصله ردیف‌ها (کشت دو ردیفه) به دلیل کاهش دسترسی بوته‌های ریحان به منابع محیطی رشد نظیر فضا و آب، سبب جلوگیری از رشد رویشی شده و تعادلی بین مراحل رشد رویشی و زایشی ایجاد می‌شود که این امر در نهایت منجر به افزایش عملکرد می‌گردد. در غیر این صورت با افزایش فاصله ردیف‌ها و ایجاد فضای زیاد برای هر بوته، رشد رویشی غالب و سبب کاهش رشد زایشی و عملکرد خواهد شد.

بنابراین، انتخاب آرایش کاشت مناسب بر حسب نوع محصول و شرایط اقلیمی منطقه، یکی از راه‌کارهای مهم افزایش عملکرد گیاهان زراعی محسوب می‌شود و کشت دو ردیفه، عاملی برای ارتقاء تولید در گیاهان دارویی به نظر می‌رسد. به علاوه، گزارش شده است که در تراکم کم بوته به علت کافی نبودن تعداد بوته در واحد سطح حداکثر عملکرد تولید نشد. بیشترین عملکرد دانه هم در بالاترین میزان تراکم بوته به دست آمد و با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، مؤلفه‌های عملکرد، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن متوسط دانه افزایش نشان دادند (وهاب و لارسون، ۱۹۸۲). محققین دیگری در مطالعه گیاهان زراعی نشان دادند که با افزایش تراکم بوته، تعداد سنبله در واحد سطح افزایش و عملکرد محصول نقصان می‌یابد و بیشترین عملکرد محصول گیاه زراعی بسته به شرایط اقلیمی منطقه در تراکم مناسب معینی به دست می‌آید (طهماسبی و راشد، ۲۰۰۴؛ دادوند و همکاران، ۲۰۰۷؛ جلیله‌وند، ۲۰۰۸). برخی دیگر گزارش کرده‌اند که بین اجزای عملکرد دانه رابطه جبرانی وجود دارد. به طوری که افزایش یک جزء از اجزای عملکرد دانه سبب کاهش در جزء و یا اجزای دیگر آن می‌شود (مصطفوی‌راد، ۲۰۱۰).

**درصد اسانس:** بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر رقم، تراکم بوته و برهمکنش روش کشت و رقم در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش رقم و تراکم بوته، روش کشت و تراکم بوته بر درصد اسانس در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر روش کشت و برهمکنش رقم و روش کشت و تراکم بوته بر درصد اسانس معنی‌دار نبود. مقایسه برهمکنش دوگانه نشان داد که ارقام ریحان سبز و بنفش در کشت دو ردیفه از نظر درصد اسانس نسبت به کشت یک ردیفه برتری داشتند.



همچنین، رقم ریحان بنفش در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع، بیشترین درصد اسانس (۰/۳۷) را دارا بود و با افزایش تراکم تا ۱۰۰ بوته در مترمربع، درصد اسانس در هر دو رقم روند کاهشی نشان داد. به علاوه، در روش کشت دو ردیفه با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع بیشترین درصد اسانس (۰/۳۶) را تولید نمود و در روش کشت یک ردیفه با افزایش تراکم، درصد اسانس کاهش یافت (جدول ۴).

نتایج بیانگر آن است که در ارقام مختلف ریحان و آرایش کاشت متفاوت، با افزایش تراکم بوته در مترمربع، درصد اسانس گیاه دارویی ریحان کاهش می‌یابد که این امر می‌تواند ناشی از افزایش رقابت بین بوته‌ای و داخل پوشش گیاهی در شرایط افزایش تراکم بوته در واحد سطح باشد که محدودیت منابع رشد و عدم تأمین کافی مواد پرورده، مانع سنتز مواد آروماتیک در گیاه دارویی ریحان و در نتیجه کاهش درصد اسانس می‌شود حیدری و همکاران (۲۰۰۶). در تحقیق مشابهی بر روی گیاه نعناع فلفلی گزارش کردند که افزایش تراکم بوته تا ۲۰ بوته در مترمربع باعث افزایش عملکرد و بیشتر شدن میزان اسانس گردید. در تراکم‌های پائین به‌علت کافی نبودن تعداد بوته در واحد سطح حداکثر عملکرد تولید نشد. بیشترین عملکرد دانه هم در بالاترین میزان تراکم بوته به‌دست آمد. علاوه بر این با کاهش تراکم بوته، میزان عملکرد اسانس در واحد سطح کاهش یافت. در حالی که اسانس برگ نعناع فلفلی تحت تأثیر تراکم بوته قرار نگرفت ولی تراکم بوته توانست عملکرد اسانس را تحت تأثیر قرار دهد که بیانگر اهمیت عملکرد محصول در ارتقاء عملکرد اسانس می‌باشد.

به‌طور کلی، از نتایج آزمایش حاضر چنین استنباط می‌شود که با کاهش فاصله ردیف کاشت و افزایش تراکم بوته و رقابت بین بوته‌های گیاه دارویی ریحان در استفاده از منابع محیطی رشد، بخش اعظمی از مواد فتوسنتزی صرف رشد اندام‌های گیاه می‌شود و اختصاص مواد پرورده به سنتز مواد تشکیل دهنده اسانس گیاه دارویی ریحان کاهش می‌یابد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که کمبود مواد پرورده از هر عاملی که ناشی شود، اسانس گیاهان دارویی را بیشتر از رشد آن تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مطالعه مشابه‌ای مصطفوی‌راد (۲۰۱۰) نیز نشان داد که سنتز روغن دانه کلزا تحت تأثیر کمبود مواد پرورده قرار می‌گیرد و کمبود مواد فتوسنتزی منجر به کاهش سنتز روغن دانه می‌شود. از این‌رو، مدیریت زراعی در کشت گیاهان دارویی جهت دستیابی به تراکم مناسب بوته در واحد سطح و کنترل رشد گیاه در راستای ارتقاء کمیت و کیفیت محصول یک امر ضروری می‌باشد.

**عملکرد اسانس:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که روش کشت، تراکم بوته، برهمکنش سه‌گانه رقم و روش کشت و تراکم بوته اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد اسانس داشت و بقیه

تیمارها اثر معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۲). دادوند و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی بر روی گیاه دارویی ریحان نشان دادند که اثر تراکم کاشت بر عملکرد ماده خشک و اسانس در واحد سطح معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌گانه نشان داد که رقم ریحان بنفش در روش کشت دو ردیفه و تراکم ۴۰ بوته در متر مربع بیشترین عملکرد اسانس (۵۴/۵۶ کیلوگرم در هکتار) را داشت. پیرزاد و همکاران (۲۰۰۹) حداکثر عملکرد اسانس بابونه آلمانی (۸/۰۶ کیلوگرم در هکتار) را در تراکم ۳۵ بوته در مترمربع گزارش کرده‌اند. در مطالعه دیگری بر روی گیاه ریحان، بیشترین عملکرد ماده خشک و اسانس در واحد سطح در تراکم ۲۷ بوته در مترمربع گزارش شده است (دادوند و همکاران، ۲۰۰۷). حیدری و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که تراکم بوته گیاه نعناع فلفلی، صفاتی نظیر عملکرد تر، عملکرد خشک، درصد اسانس بوته و عملکرد اسانس را تحت تأثیر قرار داد ولی اثری بر درصد اسانس برگ نداشت. همچنین بیشترین عملکرد اسانس در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع به‌میزان ۲۱/۱۵ لیتر در هکتار بیان شده است.

بر اساس نتایج این تحقیق، عملکرد اسانس بیشتر تحت تأثیر عملکرد محصول قرار داشت و تأثیرپذیری آن از درصد اسانس گیاه دارویی ریحان کمتر بود (جدول ۵). به‌عبارت دیگر، سهم درصد اسانس در ارتقاء عملکرد اسانس در واحد سطح کمتر از عملکرد محصول بود. به‌نظر می‌رسد که تیمارهای تراکم بوته و آرایش کاشت، بیشتر از طریق تغییر عملکرد محصول، میزان عملکرد اسانس گیاه دارویی ریحان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. نتایج مشابه‌ای نیز در مطالعات انجام شده بر روی گیاهان دارویی توسط دیگر محققین گزارش شده است (حیدری و همکاران، ۲۰۰۶؛ دادوند و همکاران، ۲۰۰۷؛ پیرزاد و همکاران، ۲۰۰۹). انتخاب بهترین آرایش کاشت و مناسب‌ترین تراکم بوته ریحان در واحد سطح می‌تواند الگوی مناسبی برای دستیابی به بیشترین عملکرد محصول و عملکرد اسانس در هکتار باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که آرایش کاشت و تراکم بوته در واحد سطح، کمیت و کیفیت عملکرد گیاه دارویی ریحان را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد هفتم (۱)، ۱۳۹۳

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در دو رقم ریحان

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد سنبله در بوته	تعداد فندقه در بوته	تعداد دانه در فندقه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد اسانس	عملکرد اسانس
بلوک	۲	۵۸/۱۳**	۱۴۱/۱۴**	۴۱۷۵۰/۱۷*	۰/۰۱ <sup>NS</sup>	۳۲۵۹۸/۴۴**	۵/۲۸ <sup>NS</sup>	۰/۲۰ <sup>NS</sup>
رقم	۱	۵۲/۰۸**	۳۸۵/۳۳**	۲۴۲۸۵/۶۵*	۰/۱۴ <sup>NS</sup>	۶۳۸۷۷/۰۰**	۸۳/۳۰**	۰/۷۱ <sup>NS</sup>
روش کشت	۱	۱/۰۳ <sup>NS</sup>	۱۴۸/۰۸**	۲۳۴۵۲/۷۴*	۰/۰۲ <sup>NS</sup>	۷۷۷۱۸/۸۹**	۰/۵۷ <sup>NS</sup>	۳/۶۰*
رقم × روش کشت	۱	۶۷۵*	۳۰۰/۰۱**	۲۶۰۸۲/۴۰*	۰/۰۱ <sup>NS</sup>	۲۰۵۲۲/۴۸*	۳۷/۹۲**	۱/۴۱ <sup>NS</sup>
تراکم بوته	۳	۸/۲۳*	۳۹۰/۲۷**	۱۴۲۶۵/۱۳*	۰/۰۴ <sup>NS</sup>	۳۳۵۶۴/۶۴**	۲۴/۸۷**	۴/۶۱*
رقم × تراکم بوته	۳	۱۳/۲۰*	۴۷/۱۶*	۷۴۶۲۳/۳۳**	۰/۰۱ <sup>NS</sup>	۴۷۲۲۲/۰۳**	۱۵/۶۰*	۰/۴۴ <sup>NS</sup>
روش کشت × تراکم	۳	۱/۱۶ <sup>NS</sup>	۷۰/۲۵*	۷۶۶۴۸/۹۱**	۰/۰۱ <sup>NS</sup>	۱۴۲۴۷/۶۶ <sup>NS</sup>	۵/۶۶ <sup>NS</sup>	۰/۵۴ <sup>NS</sup>
رقم × روش کشت × تراکم	۳	۸/۵۰*	۱۱۵/۹۴*	۲۶۴۳۳/۳۷*	۰/۰۳ <sup>NS</sup>	۵۰۸۰۱/۲۲**	۶/۳۷ <sup>NS</sup>	۱۰/۷۲*
خطای آزمایش	-	۱/۶۹	۱۰/۴۰	۸۸۱۸/۱۰	۰/۰۵	۱۷۵۰۶/۴۱	۰/۱۹۲	۰/۵۳
کل	۳۰	-	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۱۶	۲۰/۱۸	۱۹/۲۳	۳/۰۱	۲۳/۱۷	۱۷/۳۴	۲۳/۰۷

<sup>NS</sup>، \* و \*\* به ترتیب عدم اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح ۵ درصد و معنی دار در سطح ۱ درصد

جدول ۳- اثرات متقابل رقم × آرایش کاشت × تراکم بوته بر صفات مورد مطالعه در دو رقم ریحان

تیمار	تعداد سنبله در بوته	تعداد فندقه در بوته	تعداد دانه در فندقه	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
ریحان سبز	۴۰	۱۲/۸۰ <sup>c</sup>	۳۶/۰۷ <sup>ab</sup>	۴/۰۳ <sup>ab</sup>	۱۲۹۶/۶۹ <sup>bc</sup>
	۶۰	۱۲/۶۷ <sup>cd</sup>	۳۵/۱۱ <sup>ab</sup>	۴/۴۳ <sup>ab</sup>	۱۴۵۵/۱۳ <sup>bc</sup>
	۸۰	۱۲/۳۳ <sup>d</sup>	۳۳/۳ <sup>ab</sup>	۳/۷۷ <sup>ab</sup>	۱۸۶۰/۳۳ <sup>b</sup>
	۱۰۰	۱۲/۰۲ <sup>d</sup>	۲۹/۳۳ <sup>b</sup>	۳/۴۳ <sup>b</sup>	۲۱۸۴/۰۹ <sup>ab</sup>
ریحان بنفش	۴۰	۱۴/۳۳ <sup>a</sup>	۴۵/۰۰ <sup>a</sup>	۳/۷۹ <sup>ab</sup>	۲۴۰۰/۰۲ <sup>ab</sup>
	۶۰	۱۳/۸۰ <sup>b</sup>	۴۰/۰۷ <sup>ab</sup>	۴/۶۴ <sup>a</sup>	۲۵۲۰/۲۸ <sup>ab</sup>
	۸۰	۱۲/۶۷ <sup>cd</sup>	۳۹/۳۳ <sup>ab</sup>	۴/۶۷ <sup>a</sup>	۲۶۲۰/۵۵ <sup>a</sup>
	۱۰۰	۱۲/۰۲ <sup>d</sup>	۳۷/۳۳ <sup>ab</sup>	۳/۲۵ <sup>b</sup>	۲۹۲۰/۰۶ <sup>a</sup>
ریحان سفید	۴۰	۱۱/۰۳ <sup>e</sup>	۴۳/۳۳ <sup>ab</sup>	۳/۴۳ <sup>b</sup>	۹۸۱/۵۰ <sup>c</sup>
	۶۰	۱۰/۰۵ <sup>g</sup>	۳۳/۳۳ <sup>ab</sup>	۳/۸۳ <sup>ab</sup>	۱۱۸۰/۳۶ <sup>bc</sup>
	۸۰	۹/۶۶ <sup>h</sup>	۳۳/۰۰ <sup>ab</sup>	۳/۰۳ <sup>b</sup>	۱۴۰۰/۱۱ <sup>bc</sup>
	۱۰۰	۹/۳۳ <sup>h</sup>	۲۲/۳۳ <sup>b</sup>	۳/۰۱ <sup>b</sup>	۱۸۲۸/۹۱ <sup>b</sup>
ریحان بنفش	۴۰	۱۲/۳۳ <sup>d</sup>	۴۳/۲۲ <sup>ab</sup>	۳/۸۳ <sup>ab</sup>	۱۱۰۰/۱۹ <sup>bc</sup>
	۶۰	۱۱/۶۷ <sup>d</sup>	۴۰/۱۷ <sup>ab</sup>	۴/۵۳ <sup>ab</sup>	۱۵۱۹/۴۱ <sup>bc</sup>
	۸۰	۱۰/۶۷ <sup>f</sup>	۳۵/۳۳ <sup>ab</sup>	۳/۵۹ <sup>b</sup>	۲۱۰۰/۳۴ <sup>ab</sup>
	۱۰۰	۱۰/۳۳ <sup>fg</sup>	۲۳/۰۱ <sup>b</sup>	۳/۳۱ <sup>b</sup>	۲۲۸۹/۸۰ <sup>ab</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند

## امین نوبهار و همکاران

جدول ۴- اثرات متقابل رقم × آرایش کاشت و برهمکنش آرایش کاشت × تراکم بوته بر صفات اندازه گیری شده در دو رقم ریحان

درصد اسانس	تیمار	درصد اسانس	تیمار
۰/۳۰ <sup>b</sup>	تراکم ۴۰	۰/۲۰ <sup>cd</sup>	یک ردیفه
۰/۲۶ <sup>c</sup>	تراکم ۶۰	۰/۲۶ <sup>bc</sup>	دو ردیفه
۰/۲۰ <sup>d</sup>	تراکم ۸۰	۰/۲۶ <sup>bc</sup>	یک ردیفه
۰/۱۹ <sup>d</sup>	تراکم ۱۰۰	۰/۳۳ <sup>ab</sup>	دو ردیفه
۰/۳۶ <sup>a</sup>	تراکم ۴۰	۰/۲۹ <sup>b</sup>	تراکم ۴۰
۰/۳۶ <sup>ab</sup>	تراکم ۶۰	۰/۲۶ <sup>bc</sup>	تراکم ۶۰
۰/۲۱ <sup>d</sup>	تراکم ۸۰	۰/۲۳ <sup>cd</sup>	تراکم ۸۰
۰/۱۹ <sup>d</sup>	تراکم ۱۰۰	۰/۱۹ <sup>d</sup>	تراکم ۱۰۰
		۰/۳۷ <sup>a</sup>	تراکم ۴۰
		۰/۳۳ <sup>ab</sup>	تراکم ۶۰
		۰/۲۴ <sup>c</sup>	تراکم ۸۰
		۰/۱۹ <sup>d</sup>	تراکم ۱۰۰

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه گیری شده در دو رقم ریحان

عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در فندقه	تعداد فندقه در بوته	تعداد سنبله در بوته
						۱
					۱	۰/۶۷ <sup>**</sup>
			۱	۰/۷۴ <sup>**</sup>	۰/۳۹ <sup>ns</sup>	۰/۷۸ <sup>**</sup>
			۱	۰/۳۵ <sup>ns</sup>	۰/۳۹ <sup>ns</sup>	۰/۳۶ <sup>ns</sup>
		۱	۰/۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۲۷ <sup>ns</sup>	۰/۴۱ <sup>ns</sup>	۰/۴۸ <sup>ns</sup>
	۱	-۰/۵۲ <sup>*</sup>	۰/۲۷ <sup>ns</sup>	-۰/۳۳ <sup>ns</sup>	-۰/۳۷ <sup>ns</sup>	-۰/۴۴ <sup>ns</sup>
۱	۰/۶۶ <sup>**</sup>	۰/۸۷ <sup>**</sup>	۰/۳۰ <sup>ns</sup>	-۰/۲۷ <sup>ns</sup>	-۰/۳۳ <sup>ns</sup>	-۰/۳۰ <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup>، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد

منابع

1. Bhilla, H.S. 1985. Response of Muskmelon within row plant spacing. J. Ind. Academy Sci., 94: 99-100.
2. 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. Quart. J. Medi. Plants., 27: 60-70.
3. Gardner, F.P., Pearce, R.B., and Mitchell, R.L. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State Univ. Press. 327p.
4. Ghanbari, A., Nadjafi, F., and Shabahang, J. 2007. Effects of irrigation regimes and row arrangement on yield, yield components and seed quality of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Asi. J. Plant Sci., 6: 1072-1079.
5. 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. Natural Res., 45: 501-510.
6. Jalilehvand, H. 2008. Effect of nitrogen and plant density on quantitative characters and some chemical composition of basil seeds. M.Sc. Thesis in Agronomy, Takestan Azad University, Takestan, Iran. 127p.
7. Javanmard, H., Shirani Rad, A., Bani Taba, A., and Naderi Darbaghshahi, M. 2009. Effect of planting pattern on yield and yield components of spring rapeseed in Esfahan. Proceedings of 10<sup>th</sup> Crop Science Congress of Iran. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.
8. Kazemi, Z., Esmaeili, M., Amini, A., Bankehsaz, M., and Moarefiyan, A. 2008. Effects of planting pattern and plant density changes on yield and yield components of two cultivars of maize. Quart. J. Agric. Natural Res. Eng., 26: 38-45.
9. Khajepour, M. 1995. Principles and Fundamental of Agronomy. Esfahan Jihad Daneshgahi Press. 412p.
10. 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, 299 p.
11. Mostafavi Rad, M. 2011. Assessment of integrated crop nutrition management effects on quantitative and qualitative characteristics of some rapeseed cultivars adapted to cold regions in Arak. Ph.D. thesis in agronomy, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. 165p.
12. Omidbeigi, B. 2001. Potential of medicinal plants and herbal medicines production in Iran. Proceedings of the 1<sup>th</sup> International Congress on Traditional Medicine. Tehran. Iran. Pp. 6.
13. Pirzad, A., Aliary, H., Shakiba, M., Salmasi, S., and Mohammadi, A. 2009. Irrigation and plant density effects on water use efficiency in Germany chamomile essence production. J. Agric. Sci., 18:49-58.

14. Quanqi, L., Yuhai, C., Mengyu, L., Xunbo, Z., Songlie, Y., and Baodi, D. 2008. Effects of irrigation and planting patterns on radiation use efficiency and yield of winter wheat in north China. *J. Agric. Water Manag.*, 95: 469-476.
15. Sadeghi, S., Rahnavard, A., and Ashrafi, Z. 2009. The effect of plant density and sowing data on yield of basil (*Ocimum basilicum* L.) in Iran. *J. Sci. Techno. Agric. Natural Res.*, 5: 413-422.
16. Shabahang, J., Khorramdel, S., Asadi, G., Mirabi, A., and Nemati, H. 2010. Effects of intra and inter spaces and planting pattern on yield components, seed and oil yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *J. Agroecol.*, 3: 417-427.
17. Shahkarami, G., and Rafiee, M. 2009. Response of corn (*Zea mays* L.) to planting pattern and density in Iran. *Amer. Euras. J. Agric. Environ. Sci.*, 5: 69-73.
18. Tahmasebi, A., and Rashed Mohassel, M. 2004. Effect of plant density and planting pattern on yield and yield components of two corn hybrids. *Iran. J. Field Crops Res.*, 1:105-114.
19. Torabi Jafroudi, A., Hasanzadeh, A., and Fayaz Moghadam, A. 2007. Effects of plant population on some morpho-physiological characteristics of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *J. Pajo. Saz.*, 47: 63-71.
20. Wahab, J., and Larson, G. 1982. Herb Agronomy. Annual Review of Saskatchewan Irrigation Diversification Center, Canada. p: 119.



## Effect of plant density and planting pattern on quantitative and qualitative yield of two cultivar of basil

A. Nobahar<sup>1</sup>, \*M. Mostafavi Rad<sup>2</sup> and M. Ghazi Pirkouhi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Agronomy expert of Agricultural and Natural Resources Research Center of Guilan Province, Rasht, Iran, <sup>2</sup>Professor Assistant and Scientific Member of Agricultural and Natural Resources Research Center of Guilan Province, Rasht, Iran

<sup>3</sup>Agronomy expert of Anzali free zone, Anzali, Iran

Received: 2012/12/17; Accepted: 2013/10/13

### Abstract

To evaluate quantitative and qualitative of yield and yield components of two cultivars of basil (*Ocimum basilicum* L.) medicinal plant as affected by planting pattern and plant density, an experiment carried out in 2009. This experiment was performed in factorial arrangement based on randomized complete block design with three replications in research farm of Azad university of Takestan, Iran. Two varieties (green and purple) of basil, two planting patterns (single and double row) and four plant densities (40, 60, 80 and 100 per m<sup>2</sup>) comprised experimental factors. Results showed that the interaction effect between varieties × planting patterns × plant densities was significant for spike number per plant, achene number per plant, seed number per achene, seed and essence yield except 1000-seed weight and essence percent. The highest number of spike (14.33) and achene number per plant (45) were obtained in green basil variety, double row planting pattern and density of 40 plants per m<sup>2</sup>. Also, the highest seed yield (2920 kg/ha) was observed in green basil variety, double row planting pattern and density of 100 plants per m<sup>2</sup>. In addition, the interaction effects between purple basil variety × 40 plants per m<sup>2</sup> and purple basil variety × double row planting pattern × 40 plants per m<sup>2</sup> had the highest essence content (0.37 and 0.36 percent), respectively. But the interaction between purple basil variety × double row planting pattern × 40 plants per m<sup>2</sup> showed the greatest essence yield (54.56 kg/ha). The lowest number of spike (9.33) and achene number per plant (22.33) were observed in purple basil variety, single and double row planting pattern and density of 100 plants per m<sup>2</sup>. In general, results showed that with increment of plant density per unit area and decrement of row spacing, essence content and essence yield decreased. In this experiment, purple basil showed superiority to green basil variety for yield quality as affected by planting pattern and plant density per unit of area. In this experiment purple basil with double row planting and 40 plants per m<sup>2</sup> had higher yield quantity than green basil.

**Keywords:** Agronomic Management; Basil; Seed and Essence Production

---

\*Corresponding author; mmostafavirad@gmail.com