Journal of Vegetables Sciences, Autumn & Winter 2025, Vol 8, No 16(2), Pages 69-84

Ilam University

doi: 10.22034/iuvs.2023.2005978.1297 Article Type: Research Online ISSN: 2676-4822

Effects of farmyard manure and plant density on growth and vegetative yield of basil cultivars (*Ocimum basilicum* L.)

Hossein Shadipour[1], Alireza Koocheki[2*], Mahdi Nassiri Mahallati[2], Soroor Khorramdel[3]

1- MSc student in Agroecolology, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

[*]**Corresponding author:** akooch@um.ac.ir

(**Received:** 02 July 2023 **Revise:** 01 August 2023 **Accepted:** 26 August 2023)

Extended Abstract

1. **Introduction:** Vegetables daily is vital for maintaining good health. They provide essential vitamins, minerals, and other nutrients, including antioxidants and fiber. Research consistently shows that individuals who consume at least five servings of vegetables each day have a lower risk of various diseases, including cancer and heart disease. A diet rich in vegetables and fruits can help lower blood pressure, reduce the risk of heart disease and stroke, prevent certain types of cancer, decrease the likelihood of eye and digestive problems, and positively influence blood sugar levels, which can help regulate appetite. Non-starchy vegetables and fruits, such as apples, pears, and leafy greens, may even promote weight loss due to their low glycemic loads, which prevent blood sugar spikes that can trigger hunger. Basil (*Ocimum basilicum*) is regarded as one of the most important edible crops in the Lamiaceae family. This plant is widely distributed across tropical Asia, Africa, Central America, and South America. Traditionally, basil has been used globally as both a fresh and dried medicinal herb to treat various disorders, offering antispasmodic, carminative, and digestive remedies for conditions such as abdominal cramps, fever, poor digestion, migraines, insomnia, depression, and dysentery. Fertilizers are essential for balancing soluble nutrients in agricultural soil to support the germination and growth of crops, ultimately maximizing yield. However, the continuous application of chemical fertilizers can lead to diminishing returns over time as soil fertility declines and the physicochemical properties of the soil deteriorate, resulting in arid conditions. Over time, it has become evident that chemical fertilizers can degrade soil quality and disrupt microbial communities that are crucial for crop growth.This research was conducted to evaluate the yield, growth, and quantitative characteristics of basil cultivars (green and purple) across three consecutive cuttings under varying plant densities and manure rates in the climatic conditions of Mashhad.
2. **Materials and Methods:** An experiment was conducted using a split-split plot layout based on a randomized complete block design with three replications in Mashhad, located in Northeastern Iran under a semi-arid climate. The main plot consisted of three harvests (first, second, and third), while subplots included farmyard manure treatments (0 and 5 t/ha). Sub-subplots were randomized as factorial combinations of three plant densities (30, 40, and 50 plants/m²) and two basil cultivars (green and purple). The following parameters were statistically evaluated across the three consecutive harvests: plant height, number of lateral branches per plant, maximum leaf area index, leaf fresh weight, total dry weight, and total fresh yield. The data were analyzed using ANOVA, and means were compared using the LSD test.
3. **Results and Discussion:** The effect of plant density was significant for several parameters: the number of branches per plant, maximum leaf area index, fresh yield of leaves, total fresh weight, and total dry weight of the basil plants. The effect of harvest timing was significant on plant height, number of branches per plant, maximum leaf area index, fresh yield of leaves, and total fresh weight. Additionally, plant height, fresh yield of leaves, total dry weight, and total fresh weight of basil were significantly influenced by the interaction between plant densities and cow manure levels. The interaction between cultivars and harvest timing significantly affected plant height. Furthermore, both total dry weight and total fresh weight of basil were significantly influenced by the interactions between plant density and harvest timing as well as between plant density and cultivar selection. Total dry weight and total fresh weight of basil were significantly affected by the interaction between cow manure and other factors. The results of this

research revealed that across three harvests, the application of decomposed cow manure, in conjunction with plant density and cultivar selection, significantly influenced the characteristics of the basil plants. The highest yield was observed during the second harvest, while the optimal total fresh weight and fresh leaf weight were recorded during the initial harvest. Among the three plant densities tested, the most favorable yields were achieved at densities of 30 and 50 plants per square meter, with the highest total fresh weight, dry weight, and leaf fresh weight observed at a density of 50 plants per square meter. When comparing the two cultivars, the green basil variety demonstrated the highest yield.

4. **Conclusion:** The results of this experiment indicated that basil cultivars exhibited varying responses to different planting densities and levels of cow manure. In general, the findings suggest that the most effective fertilizer treatment for the green basil cultivar involves applying 5 tons per hectare of manure at a plant density of 50 plants per square meter. These results imply that a sustainable approach can effectively enhance vegetable production by providing essential nutrients and improving soil structure.

Keywords: Organic fertilizer, Sustainable agriculture, Planting distance, Dried weight.

Citation: Shadipour, H., Koocheki, A., Nassiri-Mahallati. M. & Khorramdel, S. (2025). Effects of farmyard manure and plant density on growth and vegetative yield of basil cultivars (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Vegetables Sciences*, 16(2), 69-84. doi: 10.22034/iuvs.2023.2005978.1297

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Vegetables Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/ by/4.0).

دوفصلنامه علمی علوم سبزی‌ها، سال۸ ، دوره ۱۶، شماره ۲، پاییز و زمستان۱۴۰۳، صفحات (۸۴-۶۹)

دانشگاه ایلام شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۲-۲۶۷۶ نوع مقاله: پژوهشی doi: 10.22034/iuvs.2023.2005978.1297

اثر سطوح کود دامی و تراکم بوته بر رشد و عملکرد رویشی ارقام ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

حسین شادی‌پور[۱]، علیرضا کوچکی[۲*]، مهدی نصیری محلاتی[۲] و سرور خرم دل[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- استاد، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- دانشیار، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: akooch@um.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۱ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۴)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سطوح کود دامی و تراکم بوته بر رشد و عملکرد رویشی دو رقم ریحان سبز و بنفش در سه چین، آزمایشی به‌صورت اسپلیت-اسپلیت پلات (کرت‌های دو بار خرد شده) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط آب‌وهوایی مشهد در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از: چین (اول، دوم و سوم) به‌عنوان عامل کرت اصلی، کود دامی از نوع گاوی پوسیده (صفر و ۵ تن در هکتار) به‌عنوان عامل کرت فرعی و ترکیب فاکتوریل سه تراکم بوته (۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع) و دو رقم ریحان (سبز و بنفش) به‌عنوان عوامل کرت‌های فرعی فرعی. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی در بوته، حداکثر شاخص سطح برگ، عملکرد تر برگ، وزن ترکل بوته و وزن خشک کل بوته در سه چین بودند. نتایج نشان داد که مصرف کود دامی همراه با تراکم و رقم بر صفات رویشی، وزن تر و خشک کل بوته، عملکرد تر برگ گیاه تأثیر معنی‌داری داشت و سبب افزایش عملکرد شد. همچنین مصرف ۵ تن در هکتار کود دامی نسبت به شاهد عملکرد بالاتری داشت. در مقایسه سه تراکم، بهترین عملکرد مربوط به صفات رویشی برای تراکم‌های ۳۰ و ۵۰ بوته در مترمربع و بالاترین عملکرد وزن تر و خشک کل بوته و بهترین عملکرد تر برگ برای تراکم ۵۰ بوته در مترمربع مشاهده شد. در مقایسه دو رقم، بالاترین عملکرد صفات رویشی (به جز ارتفاع بوته)، وزن تر و خشک کل بوته و عملکرد تر برگ برای رقم سبز به دست آمد. همچنین در مقایسه سه چین، بهترین عملکرد صفات رویشی به چین دوم و بهترین عملکرد وزن تر کل بوته و عملکرد تر برگ به چین اول اختصاص داشت. بر اساس نتایج، مصرف ۵ تن در هکتار کود دامی و تراکم ۵۰ بوته در مترمربع برای رقم سبز ریحان در شرایط آب و هوایی مشهد توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: فاصله کشت، کشاورزی پایدار، کود آلی، وزن خشک.

استناد: شادی‌پور، ح.، کوچکی، ع. ل.، نصیری‌محلاتی، م. و خرم‌دل، س. (۱۴۰۳). اثر سطوح کود دامی و تراکم بوته بر رشد و عملکرد رویشی ارقام ریحان (*Ocimum basilicum* L.). *علوم سبزی‌ها*، ۱۶(۲)، ۸۴-۶۹.

حق چاپ:

حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به‌صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل‌دسترس است.

مقدمه

امروزه بروز عوارض جانبی ناشی از مصرف داروهای شیمیایی، گرایش عمومی به کاربرد داروهای گیاهی و محصولات طبیعی و اکولوژیک را افزایش داده و این امر مستلزم توجه بیشتر به گیاهان دارویی و تولید آن‌ها بر اساس رهیافت‌های اکولوژیکی است (Purushothaman, 2018).

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) از جمله گیاهان دارویی متعلق به تیره نعناعیان، علفی و یک‌ساله بوده که منشأ آن قاره آسیا است. این گیاه از زمان‌های بسیار قدیم برای درمان انواع اختلالات و بیماری‌ها استفاده می‌شده است(Omidbeigi, 2008). اکوتیپ‌های جنس *Ocimum* از تنوع مورفولوژیکی زیادی برخوردار هستند. بعضی منابع تعداد گونه‌های این جنس را ۱۵۰ و بعضی دیگر ۶۵ گونه معرفی نموده‌اند که در بین این‌گونه‌ها، ریحان معمولی (*O. basilicum*) بیشترین استفاده را دارد، مهم‌ترین گونه اقتصادی این جنس محسوب شده و تقریباً در تمام مناطق گرم و معتدل در دنیا کشت و کار می‌شود (Khalid & Bayram, 2006).

کاربرد بیش از اندازه کودهای شیمیایی رایج، علاوه بر افزایش آلودگی‌ها و بروز خسارت‌های زیست‌محیطی، پیامدهایی همچون انباشت عناصر سنگین، کاهش حلالیت عناصر ریزمغذی، تخریب ساختمان، کاهش فعالیت زیستی و افت محتوی مواد آلی و ذخایر آن را در خاک در پی دارد (Khan *et al*., 2018; Miao *et al*., 2011). وابستگی بیش از حد به مصرف نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی رایج، اصول کشاورزی پایدار را در معرض تهدید قرار داده است. براین‌اساس، به‌منظور دستیابی به تولید پایدار در کشاورزی، کاهش مصرف کودهای شیمیایی، تلفیق و یا جایگزینی آنها با انواع کودهای آلی مورد توجه زیادی قرار گرفته است (Roussos *et al*., 2017).

کودهای آلی به دلیل فراهم‌کردن تدریجی و متعادل عناصر غذایی از جمله عناصر پرمصرف و ریزمغذی، در مقایسه با کودهای شیمیایی از مزایای بیشتری برخوردار هستند (Han *et al*., 2016). کود دامی نقش مثبت و غیرقابل‌انکاری در مدیریت پایدار خاک و در نهایت، پایداری سیستم‌های تولید به همراه دارد. کودهای آلی از قبیل کود گاوی منابع طبیعی مناسبی جهت تقویت حاصلخیزی خاک بوده و باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب و نیز بهبود ویژگی‌های زیستی خاک از جمله افزایش زیست‌توده میکروبی می‌شوند (Mir Arab *et al*., 2016)؛ بنابراین، استفاده از کودهای آلی نقش مهمی در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، حمایت از فعالیت ریز جانداران مفید، تأمین عناصر غذایی موردنیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم داشته که در نتیجه بهبود رشد و عملکرد گیاه را موجب می‌شود.

نتایج برخی پژوهش‌های موجود حاکی از تأثیر مثبت کودهای آلی ازجمله کود دامی بر افزایش عملکرد کمی گیاهان دارویی است. در همین راستا نتایج آزمایشی در مورد تأثیر کاربرد کودهای آلی اعم از دامی و ورمی‌کمپوست بر گیاه دارویی ریحان نشان داده است که کاربرد کودهای آلی باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های فرعی در بوته، طول ساقه‌های فرعی در بوته، تعداد سرشاخه‌های گل‌دار در بوته و تعداد برگ در بوته شد (Nasiri, 2021). در مطالعه‌ای روی اثر سطوح مختلف کود دامی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و برگ وسمه (*Indigofera tinctoria*) گزارش شد که با افزایش تراکم از ۱۰ به ۳۰ بوته در مترمربع، رشد، اجزای عملکرد و عملکرد برگ، ساقه، غلاف در این‌گونه به طور معنی‌داری افزایش یافت (Khorramdel *et al*., 2017).

به‌منظور به‌دست‌آوردن عملکرد بالا و کیفیت مطلوب، تعیین فاصله کاشت مناسب می‌تواند به عنوان پارامتری مهم در برنامه‌های مدیریت زراعی مدنظر باشد. عملکرد حاصل رقابت برون و درون بوته‌ای برای عوامل محیطی رشد بوده و حداکثر عملکرد در واحد سطح

هنگامی حاصل می‌شود که این رقابت‌ها به حداقل رسیده و گیاه بتواند از این پارامترها حداکثر استفاده را به عمل آورد (Koocheki & Sarmadnia, 2001). براین‌اساس، باتوجه‌به لزوم کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی، به نظر می‌رسد که کودهای آلی از جمله کود دامی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی می‌باشند. از طرفی، تعیین فاصله کاشت مناسب می‌تواند به‌عنوان یک پارامتر زراعی مهم در برنامه‌های مدیریتی مدنظر باشد، به‌طوری‌که در تراکم مناسب کشت، کلیه عوامل محیطی به طور کامل مورداستفاده گیاه قرار می‌گیرد؛ بنابراین، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر سطوح کود دامی و تراکم بوته بر رشد، عملکرد رویشی رقم‌های ریحان سبز و بنفش در سه چین در شرایط آب‌وهوایی مشهد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه و ارتفاع ۹۵۸ متری از سطح دریا اجرا شد. قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک به‌طور تصادفی نمونه‌برداری انجام و خصوصیات شیمیایی کود دامی از نوع گاوی پوسیده تعیین شد. نتایج خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک و ویژگی شیمیایی کود گاوی به ترتیب در جدول‌های ۱و ۲ آورده شده است.

جدول ۱ -خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک

Table 1 - Physical and chemical characteristics of the soil

بافت Texture	شن Sand (٪)	سیلت Silt (٪)	رس Clay (٪)	نیتروژن N (ppm)	پتاسیم K (mg/kg)	فسفر P (mg/kg)	کربن آلی OC (%)	غلظت یون هیدروژن pH	هدایت الکتریکی EC ($ds.m^{-1}$)
لوم Loam	36	48	16	986	252	38.1	0.4	8.2	2.2

جدول ۲- مشخصات شیمیایی کود گاوی

Table 2- Chemical characteristics of cow manure

نیتروژن N (%)	فسفر P (%)	پتاسیم K (%)	غلظت یون هیدروژن pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
2.13	0.55	1.55	9.73	12.71

آزمایش به‌صورت اسپلیت-اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در زمینی به ابعاد ۱۰×۵۰ متر اجرا گردید. هر یک از کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۲×۳ مترمربع ایجاد شد. فاصله کرت‌ها از یکدیگر یک متر و فاصله بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. چین (اول، دوم و سوم) به‌عنوان عامل کرت اصلی، کود دامی از نوع گاوی پوسیده (صفر و ۵ تن در هکتار) به‌عنوان عامل کرت فرعی و ترکیب سه تراکم بوته (۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع) و دو رقم ریحان (سبز و بنفش) به‌صورت فاکتوریل به عنوان عوامل کرت‌های فرعی فرعی تصادفی شدند. لازم به ذکر است که سطوح تراکم، ۳۳ و ۶۶ درصد بیشتر از تراکم متداول (۳۰ بوته در مترمربع) انتخاب شدند.

در تاریخ، ششم فروردین ابتدا زمین موردنظر دو نوبت دیسک عمود برهم زده شد و به‌منظور تسطیح خاک از لولر استفاده گردید. سپس به کمک ردیف‌ساز جوی‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی‌متر ایجاد شد. پس از آن، کود دامی از نوع گاوی پوسیده با خاک مخلوط و با استفاده از شن‌کش، جوی‌ها و پشته‌ها بازسازی شد. عملیات کاشت دستی در تاریخ بیستم فروردین و بدون توجه به تراکم به صورت یکسان در تمام کرت‌ها انجام گرفت. بدین‌منظور، ابتدا شیارهایی با عمق بسیار کم (حدود ۰/۵ سانتی‌متر) روی هر پشته ایجاد شد. سپس بذور به‌صورت ممتد در داخل هر شیار ریخته و با مقدار اندکی خاک نرم، روی بذرها پوشانیده شد.

اولین آبیاری به شیوه نشتی بلافاصله بعد از کاشت و بعد از آن هر پنج روز یک‌بار تا زمان رسیدن گیاه به مرحله ۵۰ درصد گلدهی انجام شد. به‌منظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها در زمان آبیاری، انتهای کرت‌ها با خاکریزی مسدود شد.

بعد از گذشت حدود یک هفته پس از کاشت، بذرها سبز شدند. به‌منظور رسیدن به تراکم مناسب، پس از استقرار کامل گیاهان در مرحله شش‌برگی، عملیات تنک به‌صورت دستی انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز با وجین دستی در طی سه نوبت در تاریخ‌های ۳ تیر، ۳۰ تیر و ۲ شهریور انجام گرفت. در طول دوره آزمایش از هیچ‌گونه سم و آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد.

در طی فصل رشد، گیاهان طی سه چین در تاریخ‌های ۲۲ تیر، ۲۴ مرداد و ۵ مهر، در مراحل رشدی یکسان در زمان ۵۰ درصد گلدهی برداشت شدند. قبل از هر چین، پنج بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و صفاتی شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی در بوته، عملکرد تر برگ و حداکثر شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شد.

تعیین سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل Leaf Area Meter, Li-Cor انجام شد. برای تعیین وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، ۲۰ سانتی‌متر از طرفین هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای حذف و از سطح باقی‌مانده، برداشت محصول انجام و عملکرد تر و خشک اندام‌های هوایی و عملکرد تر برگ گیاه اندازه‌گیری و تعیین شد. عملکرد تر برگ هم به طور جداگانه اندازه‌گیری شد.

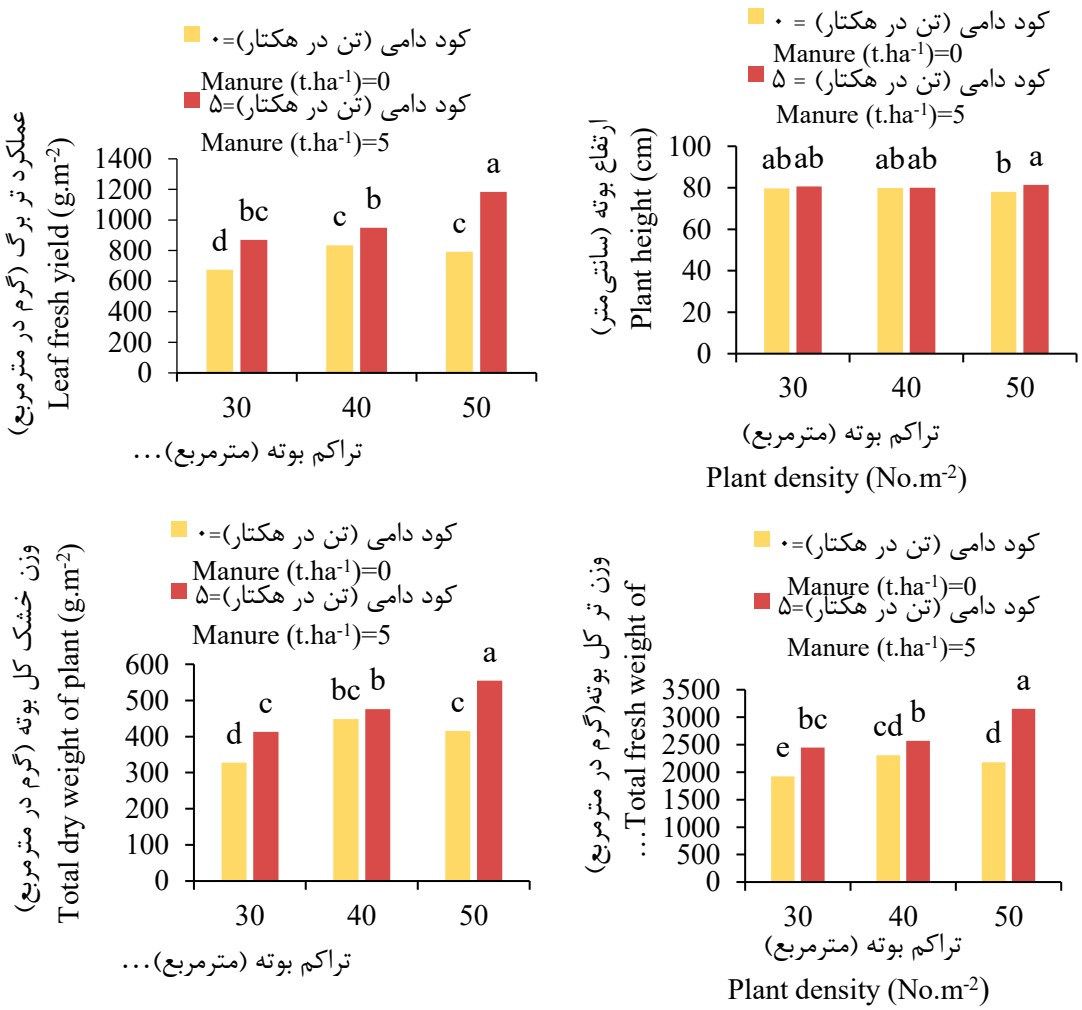
تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab Ver. 21.0 انجام شد و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار MS-EXCEL 2016 صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارتفاع بوته در چین‌های دوم و سوم نسبت به چین اول بیشتر بود، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته در چین سوم برابر با ۸۲/۷ سانتی‌متر به دست آمد که نسبت به کمترین مقدار در چین اول، ۱۰/۵۶ درصد بیشتر بود (جدول ۳). اثر متقابل کود دامی و تراکم نشان داد که مصرف ۵ تن در هکتار کود دامی در هر سه تراکم سبب افزایش ارتفاع بوته نسبت به شاهد شد، به‌طوریکه مصرف کود دامی در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع بالاترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد، اما در شاهد با افزایش تراکم به ۵۰ بوته در مترمربع، کمترین ارتفاع بوته مشاهده شد (شکل ۱). در آزمایشی روی بررسی اثر کود گاوی، کود گوسفندی، کود مرغی، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی در گیاه ریحان مشخص شد که تمام تیمارهای کود آلی ارتفاع بوته را نسبت به شاهد و تیمار کود شیمیایی افزایش دادند (Tahami Zarandi, 2010). نتایج مطالعه El-gendy و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که با افزایش تراکم ریحان، ارتفاع گیاه افزایش یافت. اثر متقابل چین و رقم نیز نشان داد که در چین اول، رقم سبز ارتفاع بوته بیشتری نسبت به رقم بنفش داشت، اما در چین‌های دوم و سوم بالاترین ارتفاع بوته برای رقم بنفش به دست آمد. رقم سبز در چین‌های دوم و سوم ارتفاع بوته کمتری داشت و بیشترین ارتفاع در چین سوم و کمترین ارتفاع در چین اول برای رقم بنفش مشاهده شد (شکل ۲) که احتمالاً این تغییرات به دلیل ویژگی‌های ژنتیکی

این ارقام و همچنین اثر متقابل شرایط آب و هوایی با رقم مربوط می‌باشد.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر دوگانه کود دامی و تراکم بر ارتفاع بوته، عملکرد تر برگ و وزن تر و خشک کل ارقام ریحان (در هر شکل، میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

Figure 1- Mean comparisons for the interaction effects of manure and density on plant height, leaf fresh yield and total fresh and dry yield of basil cultivars (In each figure, means followed by the same letters are not significantly different according to LSD test P≤0.05).

تعداد شاخه‌های جانبی در بوته

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد شاخه جانبی در بوته در چین دوم نسبت به کمترین آن در چین سوم (۱۲/۳۲ درصد) بالاتر بود (جدول ۳). همچنین بیشترین تعداد شاخه جانبی در بوته با ۸/۲ شاخه در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع به دست آمد و با افزایش تراکم، بدلیل تشدید رقابت درون گونه‌ای تعداد انشعابات جانبی کاهش پیدا کرد (جدول ۵). Koocheki و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که با افزایش تراکم بیش از سطح بهینه، تعداد شاخه‌های جانبی کاهش پیدا کرد. به نظر می‌رسد کم شدن تعداد شاخه جانبی در تراکم‌های بالاتر به علت تشدید رقابت بین بوته‌های مجاور می‌باشد، به‌طوریکه در تراکم‌های

بالاتر گیاه ترجیح می‌دهد که تعداد شـــاخه جانبی کمتری تولید کند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر چین بر صفات رویشی ارقام ریحان

Table 4- Mean comparisons for the effect of harvest on the vegetative traits of basil cultivars

چین Harvest	ارتفاع بوته Plant height(cm)	تعداد شاخه جانبی در بوته Number of branches per plant	حداکثر شاخص سطح برگ Maximum leaf area index	عملکرد تر برگ Fresh yield of leaves ($g.m^{-2}$)	وزن تر کل بوته Total fresh weight of plant($g.m^{-2}$)
1st	74.8 b*	7.5 b	6.1 b	991.5 a	2893.5 a
2nd	82.7 a	8.2 a	6.7 a	850.3 b	2252.9 b
3rd	82.2 a	7.3 b	5.9 b	809.5 b	2146.8 b

*در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

*In each column, means followed by the same letters are not significantly different according to LSD test (P≤0.05).

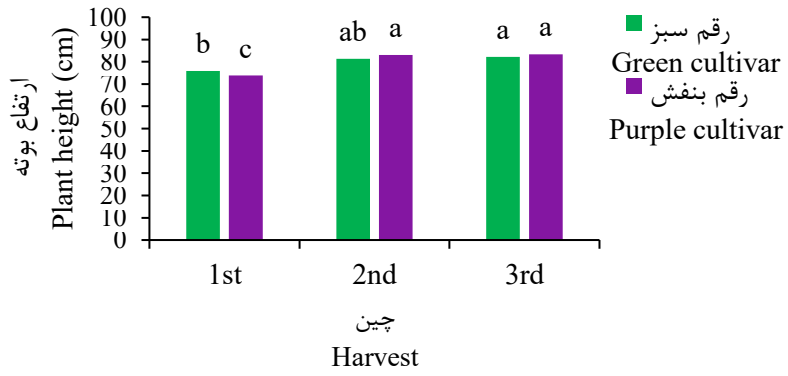
جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تراکم بر صفات مورد بررسی ارقام ریحان

Table 5- Mean comparisons for the effect of density on the measured traits of basil cultivars

تراکم بوته Plant density ($No.m^{-2}$)	تعداد شاخه جانبی در بوته Number of branches per plant	حداکثر شاخص سطح برگ Maximum leaf area index	عملکرد تر برگ Leaf fresh yield ($g.m^{-2}$)	وزن تر کل بوته Total fresh weight of plant ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کل بوته Total dry weight of plant ($g.m^{-2}$)
30	8.2 a*	5.15 c	772.5 c	2186.4 c	370.5 b
40	7.5 b	5.98 b	891.1 b	2439.4 b	461.9 a
50	7.4 b	7.7 a	987.7 a	2667.4 a	485 a

*در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

*In each column, means followed by the same letters are not significantly different according to LSD test (P ≤0.05).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل چین و رقم بر ارتفاع بوته ارقام ریحان سبز و بنفش (میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

Figure 2- Mean comparisons for the interaction effect of harvest and cultivar on plant height of green and purple cultivars of basil (Means followed by the same letters are not significantly different according to LSD test P≤0.05).

حداکثر شاخص سطح برگ

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر شاخص سطح برگ با ۶/۷ در چین دوم حاصل شد و بیشترین آن در چین دوم نسبت به کمترین مقدار در چین سوم برابر با ۱۳/۵۵ درصد بیشتر بود (جدول ۳). حداکثر شاخص سطح برگ با مصرف ۵ تن در هکتار کود دامی نسبت به عدم مصرف کود دامی بیشتر بود و عملکرد بالاتری حاصل کرد. افزایش شاخص سطح برگ تحت تاثیر مصرف کود دامی از طریق فراهمی عناصر غذایی به خصوص نیتروژن باعث تحریک رشد رویشی گیاه شده که بهبود شاخص سطح برگ (Mirhashemi *et al.*, 2009) و افزایش عملکرد رویشی را به دنبال دارد.

با افزایش تراکم بوته نیز حداکثر شاخص سطح برگ افزایش پیدا کرد و بیشترین میزان آن با ۷/۷ در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع نسبت به کمترین میزان با ۵/۵ در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع، ۴۹/۵ درصد بیشتر بود (جدول ۴). در پژوهشی بر روی اثر تراکم بر گیاه ریحان مشخص شد که بالاترین تراکم (۸۰ بوته در مترمربع) بیشترین شاخص سطح برگ را تولید نمود و کمترین مقدار مربوط به تیمار ۴۰ بوته در مترمربع بود (Zokaee *et al.*, 2014). اثر ساده رقم نیز نشان داد که حداکثر شاخص سطح برگ برای رقم سبز بیشتر بود. بدین‌ترتیب، به نظر می‌رسد بالا بودن شاخص سطح برگ در رقم سبز مربوط به بیشتر بودن رشد رویشی بوده که احتمالا ناشی از خصوصیات ژنتیکی بهتر و سازگاری بالاتر این رقم در مقایسه با رقم بنفش در شرایط آب و هوایی مشهد می‌باشد.

عملکرد تر برگ

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در چین اول بالاترین عملکرد تر برگ با ۹۹۱/۵ گرم در مترمربع حاصل شد. چین‌های دوم و سوم به ترتیب کمترین عملکرد را داشتند و بیشترین وزن تر برگ در چین اول نسبت به کمترین میزان آن در چین سوم ۲۲/۵ درصد بیشتر بود (جدول ۳). مصرف کود دامی نسبت به شاهد عملکرد را بهبود بخشید. Badalzadeh و همکاران (2016) نیز افزایش وزن برگ گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) در اثر استفاده از کودهای دامی را گزارش کردند. به نظر می‌رسد مصرف کود دامی در این مطالعه، به دلیل تحریک فعالیت‌های بیولوژیکی خاک و بهبود دسترسی به عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف رشد گیاه ریحان را افزایش داده است.

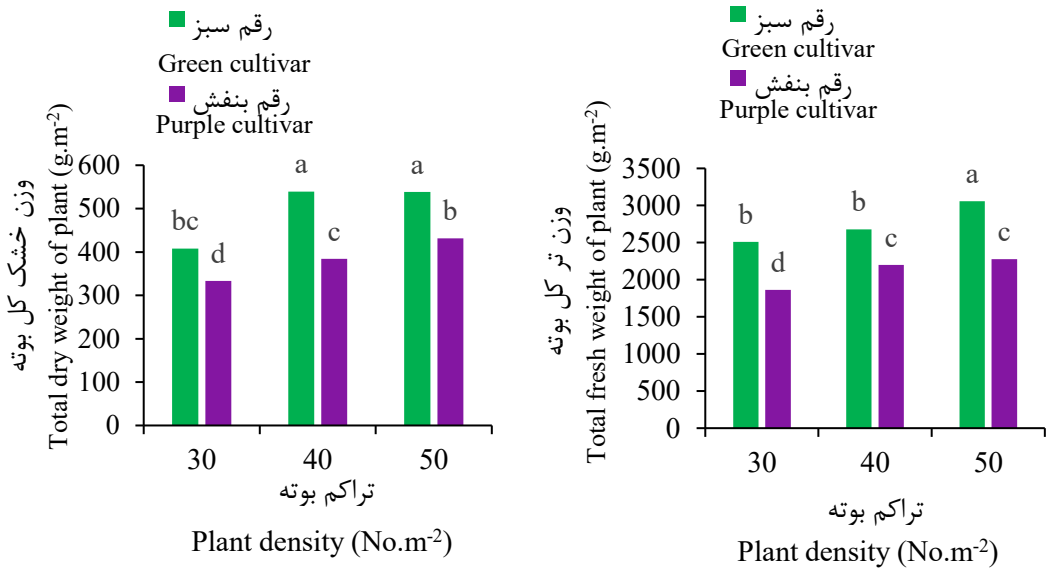
افزایش تراکم نیز با افزایش تعداد بوته در واحد سطح سبب شد که عملکرد تر برگ ریحان افزایش یابد، به‌طوری‌که بیشترین میزان با ۹۸۷/۷ گرم در مترمربع برای تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به دست آمد (جدول ۴). در بررسی Zokaee و همکاران (2014) نیز طی بررسی بر روی اثر تراکم بر گیاه ریحان نتیجه گرفتند که افزایش تراکم کاشت به طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد تر برگ شد، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد تر برگ از تیمارهای ۸۰ و ۴۰ بوته در مترمربع به دست آمد. به نظر می‌رسد افزایش تراکم (البته تا حد مطلوب) سبب شده است که عوامل محیطی به طور موثرتری مورد استفاده گیاه قرار گرفته و در عین حال، رقابت درون بوته‌ای و برون بوته‌ای به حداقل رسیده که در نهایت افزایش وزن تر برگ را موجب شده‌است. مقایسه میانگین اثر ساده رقم نیز نشان داد که رقم سبز عملکرد بالاتری نسبت به بنفش داشته که همانطور که قبلا نیز ذکر گردید، این امر احتمالا به دلیل خصوصیات ژنتیکی بهتر این رقم و اثر عوامل آب و هوایی مربوط می‌باشد. اثر متقابل کود دامی و تراکم نیز نشان داد که مصرف کود در هر سه تراکم سبب افزایش عملکرد تر برگ نسبت به شاهد شد، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد تر برگ برای مصرف کود دامی در بالاترین تراکم (۵۰ بوته در مترمربع) و کمترین میزان نیز در شاهد و تراکم ۳۰ بوته در مترمربع به دست آمد (شکل ۱).

وزن تر کل بوته

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار وزن تر کل بوته در چین اول با ۲۸۹۳/۵ گرم در مترمربع به دست آمد که نسبت به کمترین آن در چین سوم، ۳۴/۸ درصد بیشتر بود (جدول ۳). بررسی اثر ساده کود دامی نیز نشان داد که مصرف ۵ تن در هکتار کود دامی، وزن تر کل بوته را افزایش داد. دارا بودن مواد آلی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و فراهمی عناصر غذایی از جمله دلایل متعددی است که برخی محققین با استناد به آنها برتری کودهای آلی در افزایش عملکرد گیاهان را مورد تأیید قرار داده‌اند (Mahfouz & Sharafaldin, 2007; Khalid *et al*., 2006). مقایسه میانگین اثر ساده تراکم نیز نشان داد که افزایش تراکم، وزن تر کل بوته را افزایش داد و بیشترین وزن تر کل بوته در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع با ۲۶۶۷/۴ گرم در مترمربع مشاهده شد که نسبت به کمترین میزان آن در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع با ۲۱۸۶/۴ گرم در مترمربع برابر با ۲۳ درصد بالاتر بود (جدول ۴). Heidari و همکاران (2008) در بررسی اثر تراکم‌های متفاوت روی گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) بیشترین عملکرد تر را از بالاترین تراکم گزارش کردند.

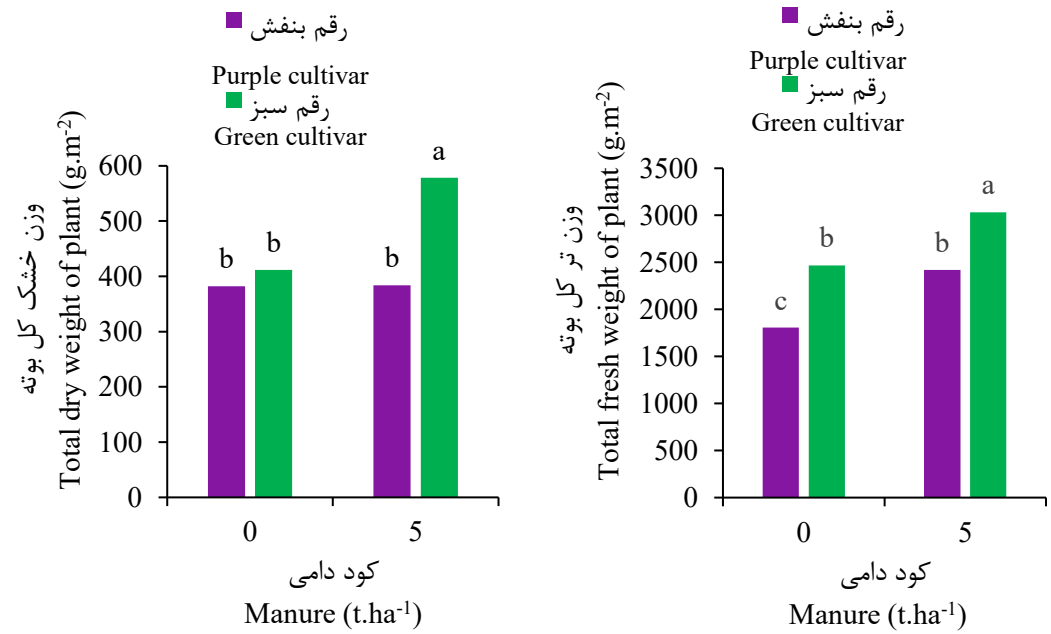
مقایسه میانگین اثر ساده رقم نیز نشان داد که رقم سبز نسبت به بنفش وزن تر کل بالاتری داشت. اثر متقابل دوگانه کود دامی و رقم نشان داد که مصرف ۵ تن در هکتار کود دامی نسبت به شاهد سبب افزایش وزن تر کل در هر دو رقم شد و رقم سبز وزن تر کل بوته بالاتری به خود اختصاص داد (شکل ۴). اثر متقابل دوگانه تراکم و رقم نشان داد که افزایش تراکم سبب افزایش وزن تر کل بوته در هر دو رقم ریحان شد، به‌طوری‌که رقم سبز در هر سه تراکم نسبت به بنفش وزن تر کل بوته بیشتری تولید کرد و بالاترین وزن تر کل بوته برای رقم سبز در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و کمترین نیز برای رقم بنفش در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع به دست آمد (شکل ۳).

اثر متقابل کود دامی و تراکم نشان داد که مصرف ۵ تن در هکتار کود دامی در هر سه تراکم باعث افزایش وزن تر کل بوته در مترمربع نسبت به شاهد شد، به گونه‌ای که بالاترین وزن تر کل بوته برای مصرف ۵ تن در هکتار کود دامی و تراکم بوته ۵۰ بوته در مترمربع و کمترین نیز در شاهد و تراکم ۳۰ بوته در مترمربع به دست آمد (شکل ۱). اثر متقابل چین و تراکم نشان داد که در هر سه چین تراکم ۵۰ بوته در مترمربع وزن تر کل بوته بالاتری داشت، به‌طوری‌که بالاترین وزن تر کل بوته برای چین اول و تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و کمترین نیز برای چین سوم و تراکم ۳۰ بوته در مترمربع به دست آمد (شکل ۵).



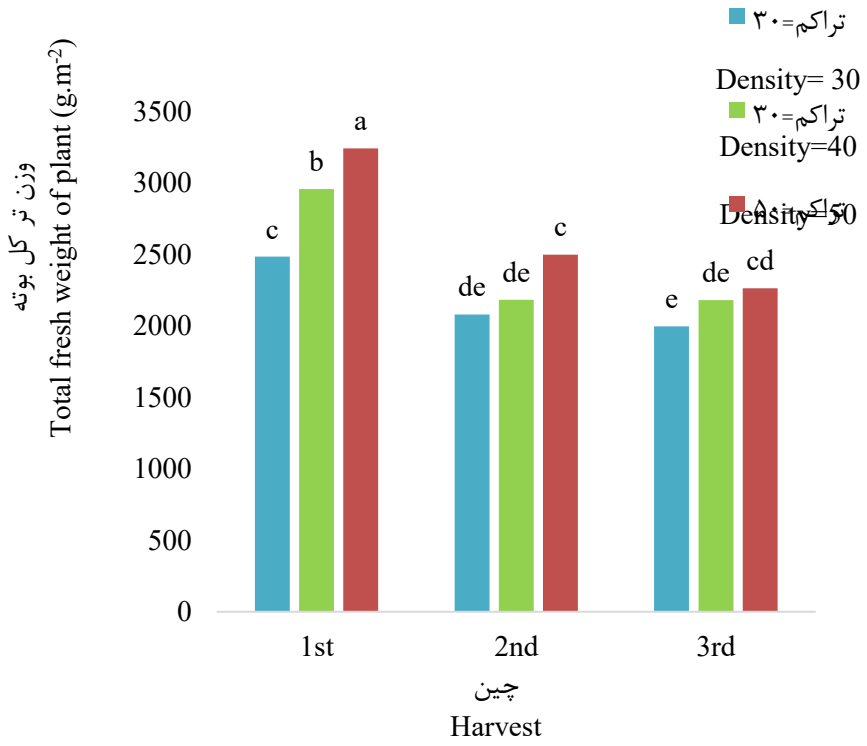
شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بر وزن تر و خشک کل بوته ارقام ریحان (در هر شکل، میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

Figure 3- Mean comparisons for the interaction effects of density on the total fresh and dry weight of basil cultivars (In each figure, means followed by the same letters are not significantly different according to LSD test P≤0.05).



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی بر وزن تر و خشک کل بوته ارقام ریحان (در هر شکل، میانگین-های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

Figure 4- Mean comparisons for the interaction effects of manure on the total fresh and dry weight of basil cultivars



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه چین و تراکم بر وزن تر کل بوته ارقام ریحان (میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

Figure 5- Mean comparisons for the interaction effects of harvest and density on the total fresh weight of basil cultivars (Means followed by the same letters are not significantly different according to LSD test P≤0.05).

وزن خشک کل بوته

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک کل بوته برای مصرف ۵ تن در هکتار کود دامی به دست آمد و نسبت به شاهد عملکرد بالاتری داشت. وزن خشک بوته یکی از شاخص‌های مهم رشدی گیاه بوده و افزایش آن، نشان‌دهنده موفقیت بیشتر گیاه در فتوسنتز به دلیل بهبود شرایط رشدی مناسب‌تر می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که مصرف کود دامی از طریق افزایش سطح برگ، بهبود شرایط برای دریافت انرژی خورشیدی و نیز شرکت در ساختار آنزیم‌های درگیر در متابولیسم کربن، موجب افزایش بازده فتوسنتزی و عملکرد در گیاه دارویی نعناع فلفلی می‌شود (Arabaci & Bayram, 2004). مقایسه میانگین بررسی اثر ساده تراکم نشان داد که افزایش تراکم سبب افزایش وزن خشک کل بوته شد و بیشترین و کمترین وزن خشک کل بوته به ترتیب برای تراکم‌های ۵۰ و ۳۰ بوته در مترمربع به دست آمد (جدول ۴). Tahmasebi و همکاران (2020) در بررسی اثر تراکم‌های مختلف (۱۰۰۰۰، ۲۰۰۰۰، ۳۰۰۰۰و ۴۰۰۰۰ بوته در هکتار) بر روی گیاه کنگرفرنگی (*Cynara scolymus* L.) مشاهده کردند که بیشترین وزن خشک کل اندام‌های هوایی در تراکم ۴۰۰۰۰ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد، همچنین نتایج مطالعات دیگر نیز نشان داده است که عملکرد کل ماده خشک تولیدی با تراکم بوته همبستگی معنی‌داری دارد (Tharp & Kells, 2001). اثر ساده رقم نشان داد که بیشترین وزن خشک کل بوته به رقم سبز اختصاص داشت.

اثر متقابل کود دامی و رقم نشان داد که مصرف ۵ تن در هکتار کود دامی سبب افزایش وزن خشک کل بوته در مترمربع در رقم سبز نسبت به شاهد شد، درحالی‌که مصرف کود دامی در رقم بنفش تغییرات زیادی را نسبت به شاهد از خود نشان نداد (شکل ۴).

اثر متقابل دوگانه تراکم و رقم نیز نشان داد که افزایش تراکم سبب افزایش وزن خشک کل بوته شد، به‌طوری‌که در هر سه تراکم، رقم سبز عملکرد بالاتری داشت و بیشترین وزن خشک کل بوته در مترمربع در تراکم‌های ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع برای رقم سبز به دست آمد که از لحاظ آماری در یک سطح آماری قرار گرفتند. کمترین میزان در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع برای رقم بنفش مشاهده شد (شکل ۳). اثر متقابل دوگانه کود دامی و تراکم نیز نشان داد که مصرف ۵ تن در هکتار کود دامی در هر سه تراکم سبب افزایش وزن خشک کل بوته در مترمربع شد، اما در شاهد افزایش تراکم تا ۴۰ بوته در مترمربع افزایش عملکرد را به دنبال داشت. همچنین در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع وزن خشک کل بوته به‌شدت کاهش یافت و بیشترین وزن خشک کل بوته برای مصرف کود و تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و کمترین میزان برای شاهد در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع مشاهده شد (شکل ۱). Heidari و همکاران (2008) در بررسی چهار تراکم ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در مترمربع روی گیاه نعناع فلفلی بیشترین عملکرد تر و خشک را از بالاترین تراکم گزارش کردند. Dadvand Sarab و همکاران (2008) در بررسی بر روی ریحان در سه تراکم ۲۶۶۶۶۶، ۲۰۰۰۰۰ و ۱۶۰۰۰۰ بوته در هکتار نتیجه گرفتند که بیشترین و کمترین عملکرد ماده خشک به ترتیب در تراکم‌های ۲۶۶۶۶۶ و ۱۶۰۰۰۰ بوته در هکتار به دست آمد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که به‌طورکلی مصرف کود آلی در کشت ریحان به‌عنوان راهکاری مطمئن و اکولوژیک در راستای حفظ محیط زیست می‌تواند در جهت کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی مدنظر قرار گیرد. مصرف کودهای آلی به دلیل فراهم‌کردن تدریجی و متعادل‌تر عناصر غذایی در طول فصل رشد از جمله عناصر پرمصرف و ریزمغذی بر رشد و صفات رویشی ارقام ریحان تأثیر معنی‌داری داشت. به‌طوری‌که مصرف کود گاوی پوسیده، همراه با تراکم و رقم بر صفات مورد بررسی تأثیر بسزایی داشت. در مقایسه بین دو تیمار کودی، بهترین عملکرد برای مصرف ۵ تن در هکتار کود دامی به دست آمد. در مقایسه بین سه تراکم، بهترین عملکرد برای تراکم‌های ۳۰ و ۵۰ بوته در مترمربع و بالاترین عملکرد تر و خشک اندام‌های هوایی و عملکرد تر برگ برای تراکم ۵۰ بوته در مترمربع مشاهده شد. در مقایسه بین دو رقم، بالاترین عملکرد برای رقم سبز به دست آمد. در مقایسه سه چین نیز بالاترین عملکرد کل در چین دوم و بیشترین عملکرد اندام‌های هوایی‌تر بوته و عملکرد تر برگ در چین اول به دست آمد. به‌طورکلی، باتوجه‌به نتایج این پژوهش می‌توان بیان داشت که مصرف کودهای آلی همراه با انتخاب تراکم و رقم مناسب در راستای بهره‌گیری از اصول اکولوژیک در مدیریت زراعی می‌تواند تولید سالم در ارقام گیاه ریحان را به دنبال داشته باشد.

سپاسگزاری

اعتبار این پروژه توسط معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌شود.

References

Arabaci, O. & Bayram, E. (2004). The effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agronomy*, 3(4), 255-262. https://doi.org/10.3923/ja.2004.255.262

Badalzadeh, A., Rafiei Al-Hosseini, M., Danesh Shahraki, A. & Ghobadinia, M. (2016). The effect of deficit irrigation and different levels of manure, chemical and combined fertilizers on yield and some agro-morphological traits of dragonhead. *Journal of Crop Improvement*, 18(1), 141-156. (In Persian). https://doi.org/10.22059/jci.2016.56554

Dadvand Sarab, M., Naghdi Badi, H., Nasri, M., Makki zadeh, M. & Omidi, H. (2008). Changes in essential oil content and yield of basil in response to different levels of nitrogen and plant density. *Journal of Medicinal plants*, 7(27), 60-70. (In Persian). URL: http://jmp.ir/article-1-435-fa.html

El-Gendy, S. A., Hosni, A.M., Ahmed, S.S., Ömer, E.A. & Reham, M.S. (2001). Variation in herbage yield and oil composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) var. 'Grande Verde' grown organically in a newly reclaimed land in Egypt. *Journal of Agricultural Science*, 9, 915-933.

Han, S.H., Young, A., Hwang, J. & Bae Park, B. (2016). The effects of organic manure and chemical fertilizer on the growth and nutrient concentrations of yellow poplar (*Liriodendron tulipifera* Lin.) in a nursery system. *Forest Science and Technology*, 12(3), 137-143.

Heidari, F., Zehtab Salmasi, S., Javanshir, A., Aliari, H. & Dadpoor, M. (2008). The effects of application microelements and plant density on yield and essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *24*(1), 1-9. (In Persian).

Khalid, A.K., Hendawy, S.F. & El-Gezawy, E. (2006). Basil (*Ocimum basilicum* L.) production under organic farming. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(1), 25-32.

Khorramdel, S., Rezvani Moghaddam, P., Hooshmand, M. & Moallem Banhangi, F. (2017). Effects of cow manure levels and plant densities on yield and seed yield components, leaf and indigo yields of true indigo. *Journal of Plant Production Research*, 23(4), 117-143. p. (In Persian). https://doi.org/10.22069/jopp.2017.10284.1966

Koocheki, A. & Sarmadnia, G.H. (2001). Physiology of Crop Plants (translation). Jihad Daneshgahi Mashhad press, Mashhad, Iran, 630p.

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. & Azizi, E. (2006). The effect of different irrigation intervals and plant densities on yield and yield components of two fennel (*Foenicolum vulgare*) landraces. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 4(1), 131-140. (In Persian). https://doi.org/10.22067/gsc.v4i1.1323

Mahfouz, S.A. & Sharaf-Eldin, M.A. (2007). Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and

essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International Agrophysics*, 21, 361-366. https://doi.org/10.1055/s-2007-987419

Miao, Y., Stewart, B.A. & Zhang, F. (2011). Long-term experiments for sustainable nutrient management in China-A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 31, 397-414. https://doi.org/10.1051/agro/2010034

Mir Arab, T., Piri, E., Tavassoli, A. & Babaeiyan, M. (2016). The effect organic fertilizer on quantitative and qualitative characters of basil (*Ocimum basilicum* L.) in Sistan Region. *Journal of Crop Ecophysiology*, 10,38 (2) , 327-338.

Mirhashemi, S. M., Koocheki, A., Parsa, M. & Nassiri Mahallati, M. (2009). Evaluation of growth physiological indices of Fenugreek in pure cropping and intercropping based on principles of organic Agriculture. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 7(2), 685-694. (In Persian).

Nasiri, Y. (2021). Evaluation of morphological characteristics, yield and essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.) under the influence of organic fertilizers. *Agricultural Ecology*, 13(4), 721-705. (In Persian). https://doi.org/10.22067/jag.v13i4.85677

Omidbeigi, R. (2008). Production and processing of medicinal plants. Mashhad, Astan Ghods Razavy, 348p. (In Persian).

Purushothaman, B., Prasanna Srinivasan, R., Suganthi, P., Ranganathan, B., Gimbun, J. & Shanmugam, K. (2018). A comprehensive review on (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Natural Remedies*, 18(3), 71-83. https://doi.org/10.18311/jnr/2018/21324

Roussos, P.A., Gasparatos, D., Kechrologou, K., Katsenos, P. & Bouchagier, P. (2017). Impact of organic fertilization on soil properties, plant physiology and yield in two newly planted olive (*Olea europaea* L.) cultivars under mediterranean conditions. *Scientia Horticulturae*, 220, 11-19. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.03.019

Tahami Zarandi, M.K., Rezvani Moghaddam, S. & Jahan, M. (2010). Comparison of the effect of organic and chemical fertilizers on yield and percentage of essential oil of medicinal basil plant (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural Ecology*, 2(1), 74-63. (In Persian). https://doi.org/10.22067/jag.v2i1.7603

Tahmasebi, M., Hamidoghli, Y., Rezaei, M.B. & Hoseini, A. (2020). Effect of different irrigation levels and planting density on yield, yield components and morphological traits of artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Journal of Vegetables Sciences*, *3*(2),123-134. (In Persian). https://doi.org/10.22034/iuvs.2020.109034.1050

Tharp, B.E. & Kells, J. (2001). Effect of glufosinate-resistant corn (*Zea mays* L.) population and row spacing on light interception, corn yield, and common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) growth. *Weed Technology*, 15, 413-418. https://doi.org/10.1614/0890-037X(2001)015[0413:EOGRCZ]2.0.C

O;2

Zokaee, A., Seifzadeh, S. & Taheri, M. (2014). Effect of planting densities and patterns on physiological and agronomical traits in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agricultural Research* (*Environmental Stresses in Plant Sciences)*, 6(2), 143-157. (In Persian).