Journal of Agroecology
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

CC BY

Research Article
Vol. 14, No. 1, Spring 2022, p. 159-171

The Investigation of Plant Yield and Yield Components of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and Weight and Length of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) as Affected by Application of Nitrogen Levels and Row Intercropping Ratios

H. Mohammadipour[1*], A. Nakhzari Moghaddam[2], M. Mollashahi[2] and M. Naeemi[2]

Received: 10-01-2019
Revised: 15-02-2021
Accepted: 21-02-2021
Available Online: 15-06-2022

How to cite this article:
Mohammadipour, H., Nakhzari Moghaddam, A., Mollashahi, M., and Naeimi, M., 2022. The investigation of plant yield and yield components of chickpea and weight and length of lettuce as affected by application of nitrogen levels and row intercropping ratios. Journal of Agroecology 14(1):159-171.
DOI: 10.22067/agry.2021.68143.1009

Introduction

The main goal of conventional agriculture is to maximize both production and income. Intercropping, the agricultural practice of cultivating two or more crops in the same space at the same time, is an old and commonly used cropping practice that aims to match efficiently crop demands to the available growth resources and labor. The most common advantage of intercropping is the production of greater yield on a given piece of land by making more efficient use of the available growth resources using a mixture of crops of different rooting ability, canopy structure, height, and nutrient requirements based on the complementary utilization of growth resources by the component crops. Mixed cropping of cereals with non-cereal plants, in addition to the optimal and fair use of resources such as land and labor, increased productivity per unit area and strengthened total productivity per unit area and time. In mixed cropping of bean and sesame, treatments including 25:75, 50:50 and 75:25 had 1000-seed weight, number of capsules or pods per plant, number of seeds per pod and harvest index were higher than other treatments.

Materials and Methods

An experiment was carried out as factorial based on a randomized complete block design with three replications in Gonbad Kavous University farm from 2017-to 2018. The intercropping ratios were in nine levels, including sole crop of chickpea and lettuce, replacement intercropping of 33, 50, and 66% lettuce instead of chickpea, and additive intercropping of 100% cicer + 33, 50, 67, and 100% lettuce and pure nitrogen consumption in three levels of 0, 50 and 100 Kg^{-ha}. Row distance was 30cm, and row lengths were 3m. The distance between plants in rows was 20 cm for lettuce and 10 cm for chickpeas. The number of rows in sole cropping of chickpea and lettuce was four, 50% lettuce + 50% chickpeas 4 (chickpea-lettuce-chickpea-lettuce), 33% lettuce + 67% chickpea 5 (chickpea-lettuce-chickpea-chickpea–lettuce), 33% chickpea + 67% lettuce 5 (lettuce-chickpea-chickpea- lettuce-chickpea) and in additive treatments was 8 (lettuce-lettuce-lettuce-lettuce-lettuce-lettuce-lettuce-) with 15 cm from together. In additive treatments distance of plants was 60, 40, 30, and 20 cm for 33, 50, 67, and 100% increase, respectively. SAS Ver. 9.4 was performed for statistical analysis of data, and the least significant difference test (LSD) at the 5% probability level was employed for mean comparisons.

1- M.Sc. of Agroecology, Plant Production Group, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.
2- Assistant Professor, Plant Production Group, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.
(* Corresponding author: hasanmohammadipor@yahoo.com)

Results and Discussion

The results showed that the highest dry weight, number of pods per plant, number of seeds per plant, 1000-seed weight, seed weight per plant, and chickpea harvest index were obtained from replacement series of 33% chickpea and 67% lettuce. This was due to reduced external competition, which provided more space for the plant and produced more photosynthetic material. Also, the lowest dry weight, number of pods per plant, number of seeds per plant, seed weight per plant, and 1000-seed weight of chickpea were obtained from an increase of 100% lettuce to chickpea. With increasing nitrogen consumption, plant weight, the number of pods per plant, number of seeds per plant, seed weight per plant, 1000-seed weight and chickpea harvest index, and lettuce plant height and weight were increased. By increasing of nitrogen, plant growth, yield components, and consequently, chickpea seed yield increased.

Conclusion

Among the two pea and lettuce plants, lettuce plant weight was higher. The higher weight of lettuce can be attributed to the genetic characteristic of the plant (harvest of the whole plant and high level of water content of the plant). The weight of both species increased with increasing nitrogen consumption. The highest harvest index resulted from the treatment of 50 kg nitrogen per hectare, and the lowest harvest index was obtained from the treatment of non-consumption of nitrogen. Chickpea plant dry weight was reduced due to increasing density which in turn resulted in high competition between plants. Seed weight and yield components of chickpea decreased with increasing density.

Keywords: Additive intercropping, Harvest index, 1000-Seed weight, Plant density, Replacement intercropping

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

مقاله پژوهشی

بررسی عملکرد بوته و اجزای عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) و وزن و ارتفاع بوته کاهو (*Lactuca sativa* L.) تحت تأثیر نیتروژن و نسبت‌های مختلف کشت مخلوط

حسن محمدی‌پور[1*]، علی نخ‌زری‌مقدم[2]، مهدی ملاشاهی[2] و معصومه نعیمی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۱
تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۱/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۰۳

محمدی‌پور، ح.، نخ‌زری‌مقدم، ع.، ملاشاهی، م.، و نعیمی، م.، ۱۴۰۱. بررسی عملکرد بوته و اجزای عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) و وزن و ارتفاع بوته کاهو (*Lactuca sativa* L.) تحت تأثیر نیتروژن و نسبت‌های مختلف کشت مخلوط. بوم‌شناسی کشاورزی ۱۴(۱): ۱۷۱-۱۵۹.

چکیده:

به‌منظور بررسی تأثیر کود نیتروژن و نسبت‌های مختلف کشت مخلوط بر عملکرد بوته و اجزای عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) و وزن و ارتفاع بوته کاهو (*Lactuca sativa* L.)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه دانشگاه گنبدکاووس اجرا گردید. عامل الگوی کاشت در نه سطح شامل کشت خالص نخود زراعی و کاهو، کشت مخلوط جایگزین ۳۳، ۵۰ و ۶۷ درصد کاهو به‌جای نخود زراعی و کشت مخلوط افزایش ۳۳، ۵۰، ۶۷ و ۱۰۰ درصد کاهو به نخود زراعی و عامل نیتروژن در سه سطح شامل عدم مصرف و مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بودند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، وزن دانه در بوته و شاخص برداشت نخود زراعی مربوط به تیمار کشت مخلوط جایگزین ۳۳ درصد نخود زراعی و ۶۷ درصد کاهو و کم‌ترین آن مربوط به تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد کاهو + ۱۰۰ درصد نخود زراعی بود. با افزایش مصرف نیتروژن، وزن بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در بوته، وزن ۱۰۰۰ دانه و شاخص برداشت نخود زراعی افزایش یافت. اگرچه در تیمارهای افزایشی ارتفاع بوته کاهو بیشتر بود، امّا وزن بوته در تیمارهای جایگزین بیش از سایر تیمارها بود. در مجموع، افزایش تراکم بوته وزن بوته نخود زراعی و کاهو را کاهش داد، امّا مصرف نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار وزن بوته را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: تراکم بوته، شاخص برداشت، سری افزایشی، کشت مخلوط جایگزین، وزن هزار دانه

مقدمه

هدف اصلی کشاورزی رایج به حداکثر رساندن توأم تولید و درآمد است. به‌منظور دستیابی به این اهداف مجموعه‌ای از عملیات بدون توجه به پیامدهای درازمدت آن‌ها و بدون در نظر گرفتن پویایی بوم‌شناختی نظام‌های زراعی تکامل یافته‌اند که پیامد آن‌ها گسترش تک‌کشتی در مقیاس وسیع و وابستگی شدید آن به انرژی‌های فسیلی غیرقابل‌تجدید می‌باشد. چنین نظامی در رفع نیازهای غذایی جمعیت رو به رشد کنونی و نسل‌های آتی ناتوان بوده و این مسئله لزوم شکل‌گیری تفکر پایدار در کشاورزی جهت حل مشکلات موجود را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد (Borghi et al, 2013). از فواید کشت مخلوط می‌توان به افزایش عملکرد گیاهان زراعی و بهبود وضعیت زمین

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران.
۲- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران.
(*- نویسنده مسئول:
(Email: hasanmohammadipor@yahoo.com
DOI: 10.22067/agry.2021.68143.1009

اشاره کرد (Yang et al., 2018).

یکی از دلایل اصلی که کشاورزان در جهان کشت مخلوط را بر کشت خالص ترجیح می‌دهند این است که در اغلب موارد تولید بیشتری از کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص از همان مقدار زمین به‌دست می‌آید (Yang et al., 2014). کشت مخلوط حبوبات با گیاهان غیر حبوبات علاوه‌بر استفاده صحیح و بهینه و عادلانه از منابع مثل زمین و نیروی کار، باعث افزایش بهره‌وری در واحد سطح و تقویت بهره‌وری کل در واحد سطح و زمان شد (Najafi & Keshtehgar, 2014). گزارش شد که در کشت مخلوط لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) تیمارهای ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ وزن هزار دانه، تعداد کپسول یا غلاف در بوته، تعداد بذر در غلاف و شاخص برداشت بیش‌تری از سایر تیمارها داشتند (Ghale Noyee et al., 2017). یکی از دلایل اثر مثبت حضور لوبیا بر کنجد می‌تواند خاصیت تثبیت‌کنندگی نیتروژن توسط ریشه‌های لوبیا باشد. بررسی کشت مخلوط نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.) نشان داد که بیش ترین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه باقلا از نسبت ۳ ردیف باقلا و ۲ ردیف نعناع‌فلفلی به‌دست آمد (Amani Machiani et al., 2017). با بررسی نتایج ویژگی‌های مورد بررسی در کشت مخلوط نخود (*Cicer arietinum* L.) و زعفران (*Crocus sativus* L.) مشخص شد که اثر نسبت‌های کشت مخلوط بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه نخود معنی‌دار بود. وزن خشک کلاله زعفران با افزایش درصد حضور افزایشی نخود از ۲۰ درصد به ۱۰۰ درصد کاهش یافت (Asadi et al., 2016b). در بررسی کشت مخلوط شوید (*Anethum graveolens* L.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)، گیاه شوید در نسبت‌های افزایشی بیش‌ترین وزن تر و خشک، تعداد چتر، وزن هزار دانه، تعداد دانه در گیاه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را داشت و گیاه شنبلیله نیز در نسبت‌های جایگزینی دارای حداکثر عملکرد بیولوژیک، نیام در شاخه اصلی، نیام در شاخه فرعی، دانه در نیام، وزن دانه در نیام و وزن خشک برگ بود بنابراین، گیاه شنبلیله به‌عنوان گیاه داروئی- علوفه‌ای و تثبیت‌کننده نیتروژن توانست ویژگی‌های رشد گیاه شوید را بهبود بخشد و گیاهی مؤثر در سیستم‌های کشت مخلوط باشد (Shokati & Zehtab Salmasi, 2014). اثر کشت مخلوط آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) بر ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در طبق، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه در بوته آفتابگردان معنی‌دار بود (Nasrollahzadeh Asl & Talebi, 2016). در بررسی رفتاری و همکاران (Raftari et al., 2019) مصرف نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد غلاف در بوته نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) شد. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمارهای افزایش ۱۰۰ و ۶۷ درصد کاهو به نخودفرنگی بود و بیشترین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد غلاف در بوته نخودفرنگی از تیمار کشت مخلوط جایگزین ۶۷ درصد کاهو به‌جای نخودفرنگی به‌دست آمد.

با توجه به فقدان اطلاعات لازم در خصوص کشت مخلوط نخود زراعی و کاهو در منطقه گنبدکاووس، این بررسی با هدف بررسی اثر الگوی کاشت و نیتروژن بر عملکرد بوته و اجزای عملکرد نخود زراعی و وزن و ارتفاع بوته کاهو انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد بوته و اجزای عملکرد نخود زراعی و وزن و ارتفاع بوته کاهو در کشت مخلوط، آزمایشی در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس در سال زراعی ۹۷- ۱۳۹۶ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. طول جغرافیایی محل آزمایش ۵۵ درجه و ۱۱ دقیقه شرقی و عرض آن ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی است. ارتفاع از سطح دریا ۴۶ متر و براساس تقسیم‌بندی آب و هوایی کوپن، دارای اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه‌خشک است.

خصوصیات خاک منطقه تحت کشت بنابر اطلاعات حاصل از آزمون خاک در سال ۱۳۹۶ در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه دانشگاه گنبدکاووس
Table 1- Farm soil specifications of Gonbad Kavous University

بافت Texture	ماده آلی Organic matter (%)	هدایت الکتریکی Ec ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	پتاسیم قابل جذب Available K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب Available P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل Total N (%)
سیلتی لوم Silty loam	0.78	0.77	7.94	409	11	0.08

عامل‌های مورد بررسی مشتمل بر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط در نه سطح شامل کشت خالص نخود زراعی و کاهو، کشت مخلوط جایگزین ۳۳، ۵۰ و ۶۷ درصد کاهو به‌جای نخود زراعی، کشت مخلوط افزایش ۳۳، ۵۰، ۶۷ و ۱۰۰ درصد کاهو به نخود زراعی و نیتروژن در سه سطح شامل عدم مصرف نیتروژن و مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص با منشأ اوره ۴۶ درصد در هکتار بود.

در این بررسی از کاهوی سفید فرانسوی و رقم آزاد نخود زراعی استفاده شد. فواصل خطوط کاشت ۳۰ سانتی‌متر و طول آن‌ها سه متر در نظر گرفته شد. فاصله بوته در روی ردیف برای کاهو ۲۰ سانتی‌متر و برای نخود زراعی ۱۰ سانتی‌متر بود. تعداد ردیف‌های کاشت در کشت خالص نخود زراعی و کاهو چهار بود. در کشت مخلوط جایگزین ۵۰ درصد کاهو به‌جای نخود زراعی تعداد ردیف چهار و به‌صورت نخود زراعی- کاهو - نخود زراعی- کاهو بود. در تیمار کشت مخلوط جایگزین ۳۳ درصد کاهو و ۶۷ درصد نخود زراعی تعداد ردیف کاشت پنج و به‌صورت نخود زراعی- کاهو - نخود زراعی- نخود زراعی- کاهو و در تیمار کشت مخلوط جایگزین ۳۳ درصد نخود زراعی و ۶۷ درصد کاهو تعداد ردیف کاشت پنج و به‌صورت نخود زراعی- کاهو- کاهو - نخود زراعی- کاهو بود. در تیمارهای افزایشی تعداد ردیف هشت و کاهو در وسط ردیف‌های نخود زراعی (به‌فاصله ۱۵ سانتی‌متر از نخود زراعی) با فواصل ۶۰، ۴۰، ۳۰ و ۲۰ سانتی‌متر (به‌ترتیب برای ۳۳، ۵۰، ۶۷ و ۱۰۰ درصد افزایش) کشت شد. بذرهای نخود زراعی به تعداد دو عدد در هر کپه به عمق حدود سه سانتی‌متر در تاریخ ۲۶ آذر ماه ۱۳۹۶ کشت گردید. در مرحله چهار الی پنج برگی، بوته‌های اضافی نخود زراعی حذف و در هر کپه یک بوته باقی گذاشته شد. کاهو نیز همزمان با نخود به‌صورت نشائی کشت شد. در زمان کاشت ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل (۴۶ درصد فسفر) در هکتار مصرف گردید. ۵۰ درصد نیتروژن خالص با توجه به‌میزان تعیین‌شده در تیمارها در زمان کاشت و ۵۰ درصد بقیه به‌صورت سرک در زمان شروع غلاف‌دهی نخود زراعی مصرف شد.

برای تعیین وزن خشک بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در بوته، وزن هزار دانه و شاخص برداشت نخود زراعی و وزن و ارتفاع کاهو از هر کرت پنج بوته به تصادف انتخاب و اندازه‌گیری شدند. زمان برداشت کاهو ۱۷ اردیبهشت ماه و نخود زراعی نهم خرداد ماه ۱۳۹۷ بود. برای تعیین وزن کاهو، برگ‌های پیر و نامرغوب که دارای لکه‌های قهوه‌رنگ بود و باعث کاهش بازارپسندی می‌شد، حذف گردید. برای تعیین وزن نخود زراعی، دانه خشک برداشت شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) انجام و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) [1] در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن بر وزن خشک بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه و وزن دانه در بوته در سطح یک درصد و بر شاخص برداشت در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. اثر الگوی کاشت بر وزن خشک بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، وزن دانه در بوته و شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

وزن خشک نخود زراعی

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک نخود زراعی با ۲۹/۰۹ گرم متعلق به تیمار کشت مخلوط جایگزین ۳۳ درصد نخود زراعی + ۶۷ درصد کاهو بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار کشت مخلوط جایگزین ۵۰ درصد نخود زراعی + ۵۰ درصد کاهو نداشت. کم‌ترین وزن خشک نخود زراعی به تیمار ۱۰۰ درصد نخود

1 - Least Significant Difference

زراعی +۱۰۰ درصد کاهو با ۱۵/۹۱ گرم تعلق داشت که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای کشت مخلوط افزایش ۶۷ و ۵۰ درصد کاهو به نخود زراعی نداشت (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر الگوی کاشت با کاهو و نیتروژن بر صفات مورد بررسی نخود زراعی

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) of effect of planting pattern with lettuce and nitrogen on studied traits of chickpea

ویژگی‌ها Traits / منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات						
		وزن خشک Dry weight	تعداد غلاف در بوته Pod per plant	تعداد دانه در غلاف Seed per pod	تعداد دانه در بوته Seed per plant	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000-seed Weight	وزن دانه در بوته Seed weight per plant	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	5.007	9.038	0.002	1.565	231.8	0.226	14.79
نیتروژن Nitrogen (N)	2	52.86**	13.1**	0.009	206.6**	1681**	35.17**	176.7*
نسبت‌های کاشت مخلوط Intercropping ratios	7	218.3**	442.0**	0.017	542.8**	1341**	83.36**	160.3**
الگوی کاشت × نیتروژن (N × PP)	14	0.75	3.744	0.005	7.146	46.17	0.755	21.02
خطای آزمایش Error	46	7.468	7.533	0.008	19.17	337.9	2.866	37.32
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	12.32	9.98	9.19	15.84	5.37	17.71	14.39

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد. * and **: Significant at 5 and 1% probability levels, respectively

در تیمارهای کشت مخلوط جایگزین، با افزایش نسبت نخود زراعی وزن بوته کاهش یافت. این امر را می‌توان به رشد بیش‌تر گیاهان با توجه به فضای بیش‌تری که در اختیار داشتند نسبت داد، زیرا کاهو گیاهی است که مستقیم رشد می‌کند. بنابراین، فضای بیش‌تری در اختیار گیاه همراه قرار می‌دهد. در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی وزن بوته بسیار کم بود، زیرا در این تیمارها تراکم در واحد سطح و در نتیجه، رقابت بین بوته‌ها بیشتر بود. با افزایش تراکم، وزن خشک بوته نخود زراعی کاهش بیش‌تری یافت، به‌طوری‌که وزن بوته در تیمار ۱۰۰ درصد نخود زراعی + ۱۰۰ درصد کاهو نسبت به تیمار ۳۳ درصد نخود زراعی + ۶۷ درصد کاهو ۴۵/۳۱ درصد و نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نخود زراعی + ۳۳ درصد کاهو ۲۳/۳۶ درصد کاهش یافت. در بررسی کشت مخلوط باقلا و نعناع فلفلی، با افزایش ردیف‌های باقلا و نعناع فلفلی افزایش وزن خشک در واحد سطح مشاهده شد و دلیل این امر را به اصل تولید رقابتی و مساعدتی نسبت دادند (Amani Machiani et al., 2017).

با مصرف نیتروژن وزن خشک بوته نخود زراعی افزایش یافت. این افزایش، در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار ۸/۹۴ درصد و در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار ۱۴/۲۸ درصد نسبت به تیمار عدم مصرف نیتروژن بود (جدول ۴). حداکثر وزن خشک بوته به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۲۳/۵۳ گرم تعلق داشت که با تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. افزایش نیتروژن باعث افزایش فتوسنتز و در نتیجه، رشد گیاه می‌شود. همچنین، نیتروژن باعث افزایش کارآیی جذب آب و عناصر غذایی شده و مجموعه این عوامل باعث افزایش رشد و افزایش وزن خشک بوته نخود زراعی می‌گردد. نتایج بررسی کشت مخلوط کلزا (*Brassica napus* L.) و نخودفرنگی نشان داد در همه سطوح نیتروژن، وزن خشک در دو گیاه کلزا و نخودفرنگی نسبت به کشت خالص آن‌ها بیش‌تر بود (Baharlouie & Fallah., 2015).

جدول ۳- مقایسه میانگین وزن خشک بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، وزن دانه در بوته و شاخص برداشت نخود زراعی تحت تأثیر الگوی کاشت با کاهو

Table 3- Mean comparison of plant dry weight, number of pods per plant, number of seeds per plant, 1000-seed weight, seed weight per plant and harvest index of chickpea under planting pattern influence with lettuce

ویژگی‌ها Traits / نسبت‌های کاشت مخلوط Intercropping ratios	وزن خشک بوته Plant dry weight (g)	تعداد غلاف در بوته Pod per plant	تعداد دانه در بوته Seed per plant	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000-seed weight (g)	وزن دانه در بوته Seed weight per plant (g)	شاخص برداشت Harvest index (%)
C_{100}	22.7	28.01	26.15	341.7	8.972	39.16
$C_{67}L_{33}$	24.47	30.17	30.96	348.7	10.82	44.36
$C_{50}L_{50}$	28.43	36.54	35.77	356.7	12.77	44.63
$C_{33}L_{67}$	29.09	38.06	41.39	360.9	14.97	51.43
$C_{100}L_{33}$	20.76	21.51	24.34	335.6	8.187	39.41
$C_{100}L_{50}$	18.48	22.40	21.84	335	7.337	39.66
$C_{100}L_{67}$	17.47	21.17	21.50	332.2	7.182	41.07
$C_{100}L_{100}$	15.91	19.24	19.71	325.9	6.257	40.01
LSD value	2.59	2/6	4/15	17.44	1.61	5.8

C_{100}: کشت خالص نخود زراعی $C_{67}L_{33}$، $C_{50}L_{50}$ و C33L67: به‌ترتیب کشت مخلوط جایگزین ۳۳، ۵۰ و ۶۷ درصد کاهو به‌جای نخود زراعی $C_{100}L_{33}$، $C_{100}L_{50}$، $C_{100}L_{67}$ و $C_{100}L_{100}$: به‌ترتیب کشت مخلوط افزایش ۳۳، ۵۰، ۶۷ و ۱۰۰ درصد کاهو به نخود زراعی

C_{100}: Sole crop chickpea, $C_{67}L_{33}$,$C_{50}L_{50}$ and C33L67: 33, 50 and 67% of letuce instead of chickpea, respectively, $C_{100}L_{33}$ ،$C_{100}L_{50}$ ، $C_{100}L_{67}$ and $C_{100}L_{100}$: 33, 50, 67% of letuce + 100% chickpea, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین وزن خشک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن ۱۰۰۰ دانه، وزن دانه در بوته و شاخص برداشت نخود زراعی تحت تأثیر سطوح نیتروژن

Table 4- Mean comparison of plant dry weight, number of pods per plant, number of seeds per plant, 1000-seed weight, seed weight per plant and harvest index of chickpea under nitrogen levels influence

ویژگی‌ها Traits / نیتروژن Nitrogen	وزن بوته Plant weigh (g)	تعداد غلاف در بوته Pod per plant	تعداد دانه در بوته Seed per plant	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000-seed weight (g)	وزن دانه در بوته Seed weight per plant (g)	شاخص برداشت Harvest Index (%)
0	20.59	25.04	24.65	333.9	8.337	39.92
50	22.43	27.71	27.75	342.1	9.589	42.15
100	23.53	29.79	30.52	350.7	10.76	45.32
LSD value	1.59	1.6	2.54	10.68	0.98	3.55

تعداد غلاف در بوته

کاهش نسبت نخود زراعی در کشت مخلوط جایگزین باعث افزایش تعداد غلاف در بوته شد. حداکثر تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار ۳۳ درصد نخود زراعی+ ۶۷ درصد کاهو بود (جدول ۳). این امر به‌علت افزایش تعداد شاخه‌های جانبی با توجه به در اختیار بودن فضای بیشتر برای هر بوته بود که منجر به افزایش تعداد اندام زایشی در گیاه شد. افزایش تعداد ردیف و در نتیجه، تراکم بوته در واحد سطح در تیمارهای افزایشی عامل اصلی کاهش تعداد غلاف در بوته نخود زراعی به‌علت رقابت بیش‌تر بین بوته‌ها بود. نتایج فوق با نتایج رفتاری و همکاران (Raftari et al., 2019) مطابقت دارد. در بررسی احمدوند و حاجی‌نیا (Ahmadvand & Hajinia 2015) تعداد غلاف در بوته سویا (*Glycine max* L.) در تیمار کشت مخلوط بیش از کشت خالص بود. تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف، عملکرد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت و وزن تر بوته نخودفرنگی در تیمارهای کشت خالص نخودفرنگی و کشت مخلوط جایگزین با اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) بیش از تیمارهای کشت مخلوط افزایشی بود (Nakhzari Moghaddam et al., 2019).

با افزایش مصرف نیتروژن، تعداد غلاف در بوته افزایش یافت (جدول ۴). افزایش تعداد غلاف در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۱۰/۶۶ درصد و در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار ۱۸/۹۷ درصد بود. افزایش تعداد غلاف در بوته به‌واسطه تعداد بیشتر گل به‌دلیل بهبود فراهمی و کارآیی مصرف نیتروژن اتفاق افتاد. نتایج

حاصل از بررسی کشت مخلوط نخودفرنگی و کاهو نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار (حداکثر مصرف) تعداد غلاف در بوته نخودفرنگی هم افزایش یافت (Raftari et al., 2019).

تعداد دانه در بوته

افزایش رقابت بین بوته‌های نخود زراعی و کاهو در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی که باعث کاهش تعداد غلاف در بوته شد، تعداد دانه در بوته را در این تیمارها کاهش داد (جدول ۳). بالا بودن تعداد غلاف در بوته در تیمارهای کشت مخلوط جایگزین به‌دلیل وجود فضا و عناصر غذایی بیشتر برای هر بوته و در نتیجه، رقابت کم‌تر بین بوته‌ها بود که باعث افزایش تعداد دانه در بوته در این تیمارها شد، به‌طوری‌که حداکثر تعداد دانه در بوته با ۴۱/۳۹ مربوط به تیمار کشت مخلوط جایگزین ۳۳ درصد نخود زراعی و ۶۷ درصد کاهو بود. با بررسی کشت مخلوط نخودفرنگی و کاهو نیز حداکثر تعداد دانه در بوته از تیمار کشت مخلوط جایگزین ۳۳ درصد نخودفرنگی و ۶۷ درصد کاهو به‌دست آمد (Raftari et al., 2017). بررسی کشت مخلوط سویا و ارزن (*Setaria miliaceum* L.) نشان داد که تعداد دانه در بوته سویادر همه الگوهای کشت مخلوط جایگزین سویا و ارزن معمولی بالاتر از کشت خالص بود (Ahmadvand & Hajinia., 2015).

مصرف کود نیتروژن تعداد دانه در بوته را افزایش داد. تعداد دانه در بوته به‌دلیل افزایش تعداد غلاف در بوته با افزایش مصرف نیتروژن، افزایش یافت (جدول ۴). حداکثر تعداد دانه در بوته به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۳۰/۵۲ دانه تعلق داشت. کم‌ترین تعداد دانه در بوته مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن بود. افزایش تعداد دانه در بوته به‌واسطه تلقیح بیش‌تر گل‌ها به‌دلیل وجود نیتروژن کافی بود.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه گیاهان تا حدود بسیار زیادی تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی آن‌ها می‌باشد، امّا تحت تأثیر شرایط محیطی و کاشت نیز قرار می‌گیرد. با توجه به نتایج جدول ۳، حداکثر وزن هزار دانه به تیمار جایگزین ۳۳ درصد نخود زراعی + ۶۷ درصد کاهو تعلق داشت که با بقیه تیمارهای جایگزین از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نشان نداد، ولی با تیمارهای افزایشی اختلاف معنی‌داری نشان داد. کم‌ترین آن به تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود زراعی + ۱۰۰ درصد کاهو تعلق داشت. گزارش شده است که وزن هزار دانه نخود زراعی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت، امّا وزن هزار دانه باقلا تحت تأثیر قرار نگرفت (Soleimanpur et al., 2015). در کشت مخلوط ذرت و سویا، بیش‌ترین وزن ۱۰۰ دانه از کشت خالص ذرت به‌دست آمد (Undie et al., 2012). وزن ۱۰۰ دانه و وزن تر بوته نخودفرنگی در تیمارهای کشت خالص نخودفرنگی و کشت مخلوط جایگزین با اسفناج، بیش از تیمارهای کشت مخلوط افزایشی بود (Nakhzari Moghaddam et al., 2019).

بیش‌ترین وزن هزار دانه متعلق به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۳۵۰/۷ گرم بود که با تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۳۴۲/۱ گرم از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). در تیمار عدم مصرف نیتروژن دانه‌های ریزتری تولید شد. مصرف نیتروژن سبب بهبود ظرفیت فتوسنتزی در دوره قبل از گل‌دهی نخود زراعی می‌شود و در مرحله پس از گل‌دهی، با انتقال مجدد این مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن و همچنین فتوسنتز بیشتر در دوره زایشی، وزن هزار دانه را بهبود می‌یابد. نتایج حاصل از بررسی کشت مخلوط نخودفرنگی و کاهو نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین وزن ۱۰۰ دانه نخودفرنگی با ۵۴/۹۸ گرم و ۵۲/۰۴ گرم به‌ترتیب مربوط به تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (بیشترین مقدار) و عدم مصرف نیتروژن بود (Raftari et al., 2019).

وزن دانه در بوته

وزن دانه در بوته متأثر از تعداد دانه در بوته و وزن دانه است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین وزن دانه در بوته با ۱۴/۹۷ متعلق به تیمار کشت مخلوط جایگزین ۳۳ درصد نخود زراعی + ۶۷ درصد کاهو بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد کاهش رقابت برون‌گونه‌ای به‌دلیل برداشت زودتر کاهو فضای بیش‌تری در اختیار گیاه قرار داد و مواد فتوسنتزی بیش‌تری تولید گردید. در این تیمار، تعداد دانه در بوته و وزن دانه بیش از تیمارهای دیگر بود. کم‌ترین وزن دانه در بوته به تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود زراعی + ۱۰۰ درصد کاهو با ۶/۲۵۷ تعلق داشت. تعداد دانه در بوته و وزن دانه در این تیمار کم‌تر از تیمارهای دیگر بود. در پژوهشی که روی ذرت شیرین و بادمجان انجام شد، بیش‌ترین وزن دانه در بوته از

تیمار جایگزین ۵۰:۵۰ به‌دست آمد. وزن دانه در بوته ذرت شیرین در تیمارهای کشت مخلوط بیش از کشت خالص بود (Asadi et al., 2016a). بررسی کشت مخلوط نخود و گندم نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه نخود به تیمار کشت خالص نخود با ۹۹۷/۲ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین عملکرد دانه آن به تیمار ۱۰۰ درصد نخود + ۱۰۰ درصد گندم با ۲۹۸/۲ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت (Javanmard et al., 2016). در کشت مخلوط آفتابگردان و ذرت به‌روش جایگزینی بیش‌ترین وزن دانه از کشت مخلوط جایگزین ۶۶ درصد آفتابگردان و ۳۴ درصد ذرت به‌دست آمد (Nasrollahzadeh Asl & Talebi, 2016).

وزن دانه در بوته با افزایش مصرف نیتروژن افزایش یافت. بیش‌ترین وزن دانه در بوته مربوط به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که با تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در این دو تیمار تعداد دانه و ورن دانه در بوته بیش‌تر بود. کم‌ترین وزن دانه در بوته متعلق به تیمار بدون مصرف نیتروژن بود. در این تیمار هر دو ویژگی حداقل مقدار را داشت (جدول ۴). در بررسی پهلوان‌لو و همکاران (Pahlavanlo et al., 2015) نیز مصرف کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه شد. در پژوهشی نشان داده شد که با افزایش مصرف نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه گندم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Moradi Talawat & Siadat, 2013).

شاخص برداشت نخود زراعی

نتایج حاصل از بررسی شاخص برداشت نشان داد که بالاترین شاخص برداشت با ۵۱/۴۳ مربوط به تیمار کشت مخلوط جایگزین ۳۳ درصد نخود زراعی و ۶۷ درصد کاهو بود که اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارهای کشت مخلوط جایگزین، افزایشی و کشت خالص نخود زراعی داشت (جدول ۳). شاخص برداشت در کشت خالص نخود زراعی کم بود. کاهش درصد نخود زراعی در کشت مخلوط جایگزین و حذف زود کاهو (قبل از گل‌دهی نخود زراعی) شرایط را برای رشد بهتر نخود زراعی فراهم و باعث افزایش شاخص برداشت گردید. تراکم پایین در تیمارهای جایگزین باعث کاهش رقابت بین بوته‌ها و افزایش تشکیل اجزای زایشی شد و به این ترتیب شاخص برداشت هم افزایش یافت. در کشت مخلوط زنیان (*Carum copicum* L.) و لوبیا پایین‌ترین و بالاترین شاخص برداشت به‌ترتیب از تیمار کشت مخلوط افزایشی ۵۰ درصد زنیان + ۱۰۰ درصد لوبیا و کشت مخلوط جایگزین ۷۵ درصد زنیان + ۲۵ درصد لوبیا با ۳۹/۲ و ۵۶/۵ به‌دست آمد (Khorramdel et al., 2016).

با مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۴) مشخص شد که شاخص برداشت با افزایش مصرف نیتروژن افزایش یافت، به‌طوری‌که بیش‌ترین شاخص برداشت متعلق به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (با ۴۵/۳۲ درصد) و کم‌ترین شاخص برداشت (با ۳۹/۹۲ درصد) متعلق به عدم مصرف نیتروژن بود. افزایش شاخص برداشت به افزایش فراهمی نیتروژن نسبت داده می‌شود، زیرا نیتروژن باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی و در نتیجه، بهبود عملکرد و شاخص برداشت می‌گردد (Baharlouie & Fallah, 2015).

ارتفاع بوته کاهو

بررسی نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ارتفاع بوته کاهو تحت تأثیر نیتروژن مصرفی و الگوی کاشت نشان داد که اثر نیتروژن بر این صفت در سطح یک و تأثیر الگوی کاشت در سطح پنج درصد معنی‌دار شد.

با افزایش مصرف نیتروژن ارتفاع بوته کاهو هم افزایش یافت. حداکثر ارتفاع کاهو با ۳۱/۳۸ سانتی‌متر مربوط به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. حداقل ارتفاع بوته کاهو با ۲۹/۶۸ سانتی‌متر به تیمار عدم کاربرد کود نیتروژن تعلق داشت. کیانی و همکاران (Kiani et al., 2015) نشان دادند که ارتفاع ساقه بوته جو (*Hordeum vulgare* L.) با افزایش مصرف نیتروژن افزایش یافت. با مصرف ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین ارتفاع به‌میزان ۸۷/۲ سانتی‌متر مشاهده شد.

با بررسی اثر الگوی کاشت بر ارتفاع بوته کاهو مشخص شد که ارتفاع بوته در تیمار کشت مخلوط افزایش ۱۰۰ درصد کاهو به نخود زراعی با ۳۱/۱۸ سانتی‌متر بیش از تیمارهای دیگر بود. این تیمار با تیمارهای دیگر کشت مخلوط افزایشی و تیمار کشت مخلوط جایگزین ۵۰ درصد نخود زراعی و ۵۰ درصد کاهو تفاوت معنی‌داری نشان نداد. کم‌ترین ارتفاع کاهو با ۳۰ سانتی‌متر متعلق به تیمار ۶۷ درصد نخود زراعی + ۳۳ درصد کاهو بود که با پنج تیمار دیگر تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۶).

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر الگوی کاشت و نیتروژن بر ارتفاع و وزن بوته کاهو

Table 5- Analysis of variance (mean of squares) of effect of planting pattern and nitrogen on the height and weight of lettuce

ویژگی‌ها Traits / تیمار Treatment	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات: ارتفاع بوته کاهو Lettuce plant length	میانگین مربعات: وزن بوته کاهو Lettuce weight per plant
تکرار Replication	2	2.162	3639
نیتروژن Nitrogen (N)	2	17.42**	5855*
نسبت‌های کاشت مخلوط Intercropping ratios (IP)	7	1.774*	29293**
نسبت کاشت × نیتروژن IP × N	14	0.449	34.4
خطای آزمایش Error	46	0.785	1396
ضریب تغییرات CV (%)	-	2.9	11.16

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد * and **: Significant at 5 and 1% probability, respectively

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر نیتروژن بر ارتفاع و وزن بوته کاهو

Table 6- Mean comparison of effect of nitrogen on height and weight of lettuce

ویژگی‌ها Traits / نیتروژن Nitrogen	ارتفاع بوته کاهو Lettuce length (cm)	وزن بوته کاهو Lettuce weight per plant (g)
0	29.68	315.1
50	30.63	333.7
100	31.38	346.1
LSD value	0.52	21.5

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر الگوی کاشت بر ارتفاع و وزن بوته کاهو

Table 7- Mean comparison of effect of planting pattern on length and weight of lettuce

ویژگی‌ها Traits / نسبت‌های کاشت Intercropping ratio	ارتفاع بوته کاهو Lettuce height (cm)	وزن بوته کاهو Lettuce weight per plant (g)
L_{100}	30.13	346.6
$C_{67}L_{33}$	30.00	379.6
$C_{50}L_{50}$	30.36	392.4
$C_{33}L_{67}$	30.31	408.4
$C_{100}L_{33}$	30.60	299.6
$C_{100}L_{50}$	31.13	284.5
$C_{100}L_{67}$	30.82	276.5
$C_{100}L_{100}$	31.18	265.3
LSD value	0.84	35.11

L_{100}: Sole crop of letuce, $C_{67}L_{33}$ ،$C_{50}L_{50}$ and C33L67: 33, 50 and 67% of letuce instead of chickpea, respectively, $C_{100}L_{33}$ ، $C_{100}L_{50}$ ،$C_{100}L_{67}$ and $C_{100}L_{100}$: 33, 50, 67% of letuce + 100% chickpea, respectively.

دلیل افزایش ارتفاع بوته کاهو در تیمارهای افزایشی، کاهش فضا و افزایش رقابت بین بوته‌های کاهو و نخود زراعی برای به‌دست آوردن نور بود. نتایج حاصل از بررسی کشت مخلوط باقلا و نعناع فلفلی نیز نشان داد که ارتفاع بوته نعناع فلفلی تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت و چین قرار گرفت. بیش‌ترین ارتفاع بوته نعناع فلفلی در نسبت ۲:۳ و ۳:۲ بدون تفاوت معنی‌دار با تیمارهای ۱:۱، ۱:۲، ۱:۳ و ۳:۱ (ردیف باقلا : ردیف نعناع فلفلی) مشاهده شد (Amani Machiani et al., 2017). نتایج تحقیقی دیگر نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع جو از کشت مخلوط و کم‌ترین ارتفاع از کشت خالص جو به‌دست آمد (Mahdavi Marj et al., 2015).

وزن بوته کاهو

اثر نیتروژن بر وزن بوته کاهو در سطح پنج درصد و الگوی کاشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵).

با افزایش مصرف نیتروژن وزن بوته کاهو هم افزایش یافت. حداقل وزن بوته کاهو با ۳۱۵/۱ گرم به تیمار عدم مصرف کود نیتروژن مربوط بود. وزن بوته کاهو در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۳۴۶/۱ گرم بود که نسبت به تیمار عدم مصرف کود نیتروژن ۹/۸۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۷). با توجه به برداشت زود کاهو (فروردین)، در طول دوره رشد شرایط ازجمله رطوبت (بارندگی) و درجه حرارت مناسب بود، لذا تفاوت کمی بین تیمارها از نظر این صفت مشاهده شد. این نتیجه از بررسی رفتاری و همکاران (2019 Raftari et al.,) نیز حاصل شده است.

بیش‌ترین وزن بوته کاهو مربوط به تیمارهای کشت مخلوط جایگزین و کم‌ترین وزن بوته کاهو مربوط به تیمارهای کشت مخلوط افزایشی بود (جدول ۶). در تیمارهای کشت مخلوط جایگزین با توجه به کاهش رقابت درون‌گونه‌ای و برون‌گونه‌ای، بوته‌های کاهو از فضای موجود و همچنین مواد غذایی بیش‌تر استفاده کردند، لذا وزن بوته‌ها افزایش یافت. در بررسی رفتاری و همکاران (Raftari et al., 2019) نیز افزایش تراکم در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی باعث کاهش وزن بوته‌های کاهو شد.

نتیجه‌گیری

از بین دو گیاه نخود زراعی و کاهو، وزن بوته کاهو بیش‌تر بود. وزن بیش‌تر کاهو را می‌توان به ویژگی ژنتیکی گیاه و بخش برداشت شده نسبت داد. مصرف نیتروژن باعث افزایش وزن و ارتفاع کاهو و همچنین کلیه صفات مورد بررسی نخود زراعی به‌جز تعداد دانه در غلاف شد. وزن دانه و اجزای عملکرد نخود زراعی با افزایش تراکم به‌خصوص در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی به‌دلیل رقابت بیشتر بین بوته‌ها کاهش نشان داد. افزایش تراکم وزن بوته کاهو را نیز کاهش داد. در این تیمارها تراکم بالا بود، لذا کاهش اجزای عملکرد و در نتیجه، عملکرد بوته نخود و همچنین وزن بوته کاهو مانع تولید بالا نشد، بلکه در مجموع، کشت مخلوط مفید هم بود. با توجه به کاهش کمتر عملکرد نخود زراعی و وزن کاهو در تیمارهای افزایشی نسبت به افزایش تراکم، به‌نظر می‌رسد در مجموع، افزودن کاهو به نخود زراعی از نظر تولید و در نتیجه درآمد بیشتر برای زارع مفید باشد، لذا بهتر است کشت مخلوط افزایشی این دو گیاه مد نظر قرار گیرد.

References

Asadi, G.A., Ghorbani, A., Bicharanlou, B., and Bagheri Shirvan, M., 2016a. Influence of different ratios of intercropping on yield and yield components of sweet corn (*Zea mays var. saccharata*) and eggplant (*Solanum melongena* L.). Agricultural Science and Sustainable Production 26(2): 1-15. (In Persian with English Summary)

Asadi, G.A., Khurramdel, S., and Hatefi Farajian, M.H., 2016b. The effects of row intercropping ratios of chickpea and saffron on their quantitative characteristics and yield. Saffron Agronomy and Technology 4(2): 93-103. (In Persian with English Summary)

Ahmadvand, G., and Hajinia, S., 2015. Ecological aspects study of replacement intercropping patterns of soybean (*Glycine max* L.) and millet (*Panicum miliaceum* L.). Journal of Agroecology 7(4): 485-498. (In Persian with English Summary)

Amani-Machiani, M., Javanmard, A., and Shekari, F., 2017. The effect of intercropping patterns on peppermint (*Mentha*

piperita L.) dry biomass yield and essential oil content and faba bean (*Vicia faba* L.) seed yield. Journal of Crop Production and Processing 7(3): 79-97. (In Persian with English Summary)

Baharlouie, S., and Fallah, S.A., 2015. Optimization of use of nitrogen for growth and yield of canola and peas intercropping. Journal of Production and Processing of Agricultural and Garden Products 5(17): 31-41. (In Persian with English Summary)

Borghi, E., Crusciol, C.A.C., Nascente, A.S., Sousa, V.V., and Martins, P.O., 2013. Sorghum grain yield, forage biomass production and revenue as affected by intercropping time. European Journal of Agronomy 51: 130-139.

Ghale-Noyee, Sh., Koocheki, A., Naseri- Poor- Yazdi, M.T., and Jahan, M., 2017. Effect of different treatments of mixed and row intercropping on yield and yield components of sesame and bean. Iranian Journal of Field Crops Research 15(3): 588-602. (In Persian with English Summary)

Javanmard, A., Rostami, A., Nouraein, M., and Gharekhani, G., 2016. Agronomical, ecological and economical evaluation of wheat- chickpea intercropping under rainfed condition of Maragheh. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 26(1): 19-37. (In Persian with English Summary)

Khorramdel, S., Siahmargue, A., and Mahmoodi, G., 2016. Effect of replacement and additive intercropping series of ajowan with bean on yield and yield components. Electronic Journal of Crop Production 9(1): 1-24. (In Persian with English Summary)

Kiani, S., Moradi Telavat, M.R., Siadat, S.A., Abdali- Mashhadi, A.R., and Sari, M., 2015. Evaluation of quantitative and qualitative forage yield in barley and fennel intercropping at different nitrogen levels. Journal of Crops Improvement 16(4): 973-986. (In Persian with English Summary)

Lithourgidis, A.S., Dordas, C.A., Damalas, D.N., and Vlachostergios, D.N. 2011. Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture. Australian Journal of Crop Science 5(4): 396-410.

Mahdavi Marj, T., Ghanbari, A., and Asgharipour, M.R., 2015. Intercropping of barley and ajwan under different levels of manure and chemical fertilizers. Journal of Applied Research in Plant Ecology 1(4): 63-78. (In Persian with English Summary)

Moradi Talawat, M.R., and Siadat, A.A., 2013. Growth and nitrogen use efficiency response of wheat and wild mustard to increased nitrogen levels. Journal of Crops Improvement 15(2): 111-124. (In Persian with English Summary)

Nakhzari Moghaddam, A., Salehi Sheikhi, M., Rahemi Karizi, A., and Mohammad Esmaili, M., 2019. The investigation of yield and seed protein of pea cultivars, total yield and LER in intercropping with spinach. Journal of Crops Improvement 21(4): 435-445. (In Persian with English Summary)

Najafi, S., and Keshtehgar, A., 2014. Effect of intercropping on increase yield. International Research. Journal of Applied and Basic Sciences 8(5): 549-552. (In Persian with English Summary)

Nasrollahzadeh-Asl, A., and Talebi, M., 2016. Evaluation of sunflower (*Heliantus annuus* L.) and corn (*Zea mays* L.) intercropping based on replacement method in Khoy region. Journal of Plant Ecophysiology 8(27): 204-215. (In Persian with English Summary)

Pahlavanlo, P., Rahimizadeh, M., and Tookaloo, M.R., 2015. Evaluation of nitrogen use efficiency in intercropping of maize and soybean. Journal of Crops Improvement 17(4): 967-987. (In Persian with English Summary)

Raftari, E., Nakhzari Moghaddam, A., Mollashahi, M., and Hosseini Moghaddam, H., 2019. The effect application of nitrogen level and intercraoping ratios of pea (*Pisum sativum*) and lettuce (*Lactuca sativa*). Iranian Journal of Pulses Research 10(1): 171-181. (In Persian with English Summary)

Soleimanpur, I., Naderi, R., Bijanzadeh, A., and Emam, Y., 2015. Response of faba bean and pea yield and yield

components to cereal-legume intercropping under weed competitions. Iranian Journal of Pulses Research 8(1): 150-163. (In Persian with English Summary)

Shokati, B., and Zehtab Salmasi, S., 2014. Effect of different intercropping patterns on yield and yield components of dill and ferugreek. Azarian Journal of Agriculture 1(1): 1-5.

Undie, U.L., Uwah, D.F., and Attoe, E.E., 2012. Effect of intercropping and crop arrangement on yield and productivity of late season maize/soybean mixtures in the humid environment of south southern Nigeria. Journal of Agricultural Science 4(4): 37-50.

Yang, F., Huang, S., Gao, R., Liu, W., Yong, T., Wang, X., Wu, X., and Yang, W., 2014. Growth of soybean seedling in relay strip intercropping systems in relation to light quantity and red: far- red ratio. Field Crops Research 155: 245-253.

Yang, C., Fan, Zh., and Chai, Q., 2018. Agronomic and economic benefits of pea/maize intercropping systems in relation to N fertilizer and maize density. Agronomy Journal 8(4): 52. 14 p.