نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۳ شماره ۳ / پاییز ۱۴۰۲/ صفحات ۱۳۵-۱۲۱

The Effect of Different Tillage Systems on Yield-Related Traits and Seed Quality of Autumn-Seeded Chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars

Ali Rashidzadeh[1], Gholamreza Mohammadi[2*], Payam PezeshkPour[3]

Received: 08 March 2022 Accepted: 03 November 2022
1-MSc Student of Agroecology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.
2-Assoc. Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.
3-Assist. Prof., the Center of Agricultural and Natural Resources Research and Education, Lorestan, Khoram Abad, Iran.
*Corresponding Author Email: gr_mohammadi@razi.ac.ir

Abstract

Background and Objective: This study was conducted to evaluate the effect of different tillage systems including conservation and conventional on yield-related traits and seed quality of some autumn-seeded chickpea cultivars.

Materials and Methods: The experiment was carried out as split plot based on a completely randomized block design during the 1399-1400 growing season. Tillage systems including conventional, reduced and no tillage were arranged as main factor and chickpea cultivars (Adel, Arman, Hashem, Mansour, Azad, Azkan, Aksu and Goksu) were arranged as sub factor.

Results: Among the traits under study only 100-seed weight was significantly affected by tillage systems and the interaction between tillage and cultivar. The highest 100-seed weight (42 g) was obtained for Aksu under no till system whereas, the lowest value was recorded for Arman and Hashem under all three tillage systems. However, the effect of cultivar on 100-seed weight, the number of pods per plant, harvest index, reproductive effort index and seed protein percent was significant. The highest harvest index (47%) and protein percent (19%) were observed in Adel and Mansour, respectively.

Conclusion: Overall, the findings of this research showed that chickpea yield and related traits (excluding 100-seed weight) as well as grain quality were not significantly affected by tillage systems. There was no significant difference in grain yield between the studied cultivars, although the difference between them was significant in terms of some yield-related traits and grain protein percentage.

Keywords: Conventional Tillage, No Tillage, Rainfall Efficiency, Reduced Tillage, Reproductive Effort Index, Seed Protein

CC BY NC

DOI: 10.22034/saps.2022.50709.2847

اثر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر صفات مرتبط با عمکرد و کیفیت دانه ارقام نخود پاییزه (*Cicer arietinum* L.)

علی رشید زاده[۱]، غلامرضا محمدی[۲*]، پیام پزشک پور[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۱۲

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲-دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳-استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، لرستان، خرم آباد، ایران
*مسئول مکاتبه: Email: gr_mohammadi@razi.ac.ir

چکیده

اهداف: این مطالعه به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف خاکورزی شامل حفاظتی و مرسوم بر صفات مرتبط با عملکرد و کیفیت دانه چند رقم نخود پاییزه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش بصورت اسپلیت‌پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ اجرا شد. روش‌های خاکورزی شامل خاکورزی مرسوم، خاکورزی کاهشی و بدون خاکورزی به عنوان فاکتور اصلی و ارقام نخود (عادل، آرمان، هاشم، منصور، آزاد، آزکان، آکسو و گوکسو) به عنوان فاکتور فرعی لحاظ شدند.

یافته‌ها: در بین صفات مورد بررسی تنها وزن صددانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر سیستم‌های خاکورزی و اثر متقابل خاکورزی و رقم قرار گرفت. بالاترین وزن صددانه (۴۲ گرم) در رقم آکسو تحت سیستم بدون خاکورزی به دست آمد، در صورتی که کمترین مقدار این صفت در هر سه سیستم خاکورزی در ارقام آرمان و هاشم ثبت شد. با وجود این، اثر رقم بر صفات وزن صددانه، تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت، شاخص تلاش زادآوری و درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود. بالاترین شاخص برداشت (۴۷ درصد) در رقم عادل و بیشترین میزان پروتئین دانه (۱۹ درصد) در رقم منصور مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: به طور کلی، یافته های این پژوهش نشان داد، عملکرد نخود و صفات مرتبط با آن (به استثنای وزن صددانه) و نیز کیفیت دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر روش‌های خاکورزی قرار نگرفتند. بین ارقام مورد بررسی نیز از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری دیده نشد، اگرچه اختلاف بین آن‌ها از نظر برخی از صفات مرتبط با عملکرد و نیز درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری از بارش، بی خاکورزی، پروتئین دانه، خاکورزی رایج، شاخص تلاش زادآوری، کم خاک-ورزی

مقدمه

در میان گیاهان خانواده حبوبات بعد از لوبیا، نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) دومین جایگاه را داشته و دانه آن به طور متوسط دارای ۲۵ – ۱۸ درصد پروتئین می‌باشد (نجفی ۲۰۱۹). سطح زیر کشت این محصول در جهان ۱۲۶۵۰۰۷۸ هکتار و تولید آن ۱۲۰۹۲۹۵۰ تن با عملکردی معادل ۹۵۶ کیلوگرم در هکتار است و میانگین تولید جهانی آن (در حدود ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار) بسیار پایین تر از تولید واقعی آن است (فائو ۲۰۲۰). در ایران نیز سطح زیر کشت نخود ۵۳۷۵۲۳ هکتار می‌باشد (آمارنامه کشاورزی ۲۰۲۱).

در دیم‌زارها حفظ بقایای گیاهی اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا امکان حفظ بیشتر رطوبت در خاک و بالا بردن مادهٔ آلی خاک را فراهم می‌آورد و حفظ دست‌کم نیمی از بقایای گیاهی در سطح خاک ضروری است (فورستال و همکاران ۲۰۱۴). سیستم شخم مرسوم ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، ظرفیت نگهداری آب و خاکدانه‌ها را تحت تأثیر قرار داده و در ساختار و فعالیت جمعیت میکروبی خاک تغییر ایجاد می‌نماید (متیو و همکاران ۲۰۱۲). در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی ورودی مواد آلی افزایش می‌یابد و مدیریت خاک‌ورزی میزان مواد غذایی قابل دسترس را تحت تأثیر قرار می‌دهد (مالهی و لمک ۲۰۰۷). سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی دارای اثراتی بر رشد و تولید گیاهان زراعی هستند و نتایج متفاوتی از سیستم‌های مختلف حاصل شده است. در مطالعه‌ای روی سیستم‌های مختلف خاک-ورزی مشخص شد که بالاترین عملکرد دانه سویا به سیستم بدون خاک‌ورزی اختصاص داشت و این افزایش عملکرد به دلیل بیشتر بودن رطوبت خاک در این سیستم و اثر مثبت آن بر وزن هزار دانه بود (بارازالی و همکاران ۲۰۰۳). بر اساس دیدگاه کوچکی و همکاران (۲۰۲۰) هر سیستم خاک‌ورزی که منجر به حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک شود، می‌تواند علاوه بر تأثیر مفید در نگهداری رطوبت خاک، موجب بهبود کارایی مصرف آب، کاهش دمای خاک و رواناب و در نهایت افزایش عملکرد شود. در مطالعه‌ای که توسط بانجارا و همکاران (۲۰۱۷) روی گیاه نخود صورت گرفت، مشخص شد که بیشترین میزان عملکرد دانه و اجزای عملکرد آن در سیستم شخم کاهشی به دست آمد.

چن و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای ۷ ساله، اثرات خاک‌ورزی حفاظتی را بر روی عملکرد سویا و ذرت در شمال شرقی چین بررسی و گزارش کردند که عملکرد سویا به طور معنی‌داری در سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم و حداقل افزایش پیدا کرد، در حالی که عملکرد ذرت به طور معنی‌داری در سیستم بدون خاک‌ورزی کاهش یافت. چکیده‌ای از ۸۰ مطالعه‌ی مختلف بر روی جو، ذرت، سویا، گندم و دیگر محصولات دانه‌ای نیز به طور آشکار برتری عملکرد پایدار در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی را در مقایسه با سیستم‌های رایج رد کرد (فرانزلوبرز ۲۰۰۴) به طور کلی بررسی‌های انجام شده در رابطه با تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر عملکرد گیاهان زراعی بسته به نوع گیاه و شرایط محیطی نتایج مشابهی نداشته و در بسیاری از موارد، یافته‌های حاصل در تناقض با یکدیگر هستند.

علاوه بر آن، پاسخ ارقام زراعی به سیستم‌های خاک-ورزی یکسان نیست، به طوری که برخی از آنها سازگاری بهتری را با سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی نشان می‌دهند. در بین ارقام زراعی از جنبه‌های مختلف تفاوت‌هایی وجود دارد که این تفاوت‌ها ناشی از خصوصیات ژنتیکی آنها می‌باشد (علی و همکاران ۲۰۰۹). در ارقام مختلف زراعی طول دوره رشد تغییر پذیری بسیار بالایی دارد، این امر موجب می شود تا عملکرد گیاهان به شدت تحت تاثیر طول دوره رسیدگی قرار گیرد (داردانلی و همکاران ۲۰۰۶). بین ارقام نخود نیز از نظر صفات زراعی، مورفولوژیک، بیوشیمیایی و خصوصیات مولکولی که به طور مستقیم یا غیر مستقیم تحت تاثیر ژن‌ها هستند، اختلاف وجود دارد (طاهیر و کریم ۲۰۱۱). در برخی از مطالعات مشخص شده است که رقم دارای نقش تعیین کننده‌ای در تعیین عملکرد دانه بوده که این نقش از طریق اجزای عملکرد دانه بر عملکرد

نهایی اعمال شده و این خود نتیجه خصوصیات ژنتیکی رقم می‌باشد (کبیر فضلول و همکاران ۲۰۰۹). تفاوت‌های ژنوتیپی از نظر طول و گسترش سیستم ریشه در اکثر گیاهان و از جمله نخود گزارش شده است (اولک ۲۰۰۴). در مطالعه‌ای که منصوری‌فر و همکاران (۲۰۱۲) روی ارقام مختلف نخود انجام دادند به این نتیجه رسیدند که بین چهار رقم نخود که منشأهای متفاوتی داشتند از نظر خصوصیات رشدی و عملکرد دانه اختلاف وجود داشت. مندنی و جلیلیان (۲۰۱۹) نیز در مطالعه خود روی ارقام مختلف نخود عنوان داشتند که ارقام مختلف دارای خصوصیات ژنتیکی متفاوتی هستند و در نتیجه این اختلافات عملکردهای متفاوتی نیز تولید می‌نمایند. به عقیده سیدی و همکاران (۲۰۱۸) یکی از دلایل اختلاف در عملکرد ارقام می‌تواند تفاوت در مورفولوژی ریشه ارقام باشد. البته عنوان شده است که هر رقمی که اجازه گسترش بیشتر شاخه‌ها را می‌دهد اجزای عملکرد و عملکرد دانه بیشتری تولید می‌کند (عسگری و همکاران ۲۰۱۸). کبرایی و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیق خود گزارش کردند تعداد غلاف در ساقه فرعی نسبت به تعداد غلاف در ساقه اصلی و بوته در ارقام مختلف نخود متفاوت بود که این امر ناشی از متفاوت بودن خصوصیات ژنتیکی و همچنین اختلاف در واکنش این ارقام نسبت به تغییر در شرایط محیطی بود.

در گیاهان زراعی مختلف مشکل پایین بودن عملکرد ناشی از عوامل ژنتیکی را می‌توان با انتخاب رقم مناسب تا حد زیادی مرتفع کرد، ولی عامل مهم در تغییرات عملکرد گیاهان زراعی مدیریت زراعی است که می‌تواند عملکرد را به شدت تحت تاثیر قرار دهد (شفارودی و همکاران ۲۰۱۲). از مهم‌ترین جنبه های مدیریت زراعی صحیح، اجرای سیستم خاک‌ورزی مناسب است که می‌تواند تاثیر به‌سزایی بر رشد و عملکرد گیاه زراعی داشته باشد. از این رو، این پژوهش با هدف بررسی اثر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی رایج، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی بر صفات مرتبط با عملکرد و کیفیت دانه هشت رقم نخود پاییزه در منطقه کوهدشت استان لرستان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در زمین‌های دیم منطقه آب‌باریکی شهرستان کوهدشت انجام شد. محل جغرافیایی انجام آزمایش در طول جغرافیایی۴۷ درجه و ۶۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی با آب وهوای مدیترانه ای و ارتفاع ۱۲۲۰ متر از سطح دریا قرار داشت و بر اساس طبقه بندی اقلیمی دکتر کریمی، آب وهوای محل آزمایش نیمه مرطوب با تابستان گرم وزمستان معتدل با متوسط درجه حرات حداقل و حداکثر به ترتیب ۷/۱ و ۲۴/۸ درجه سانتی گراد ومیانگین بارندگی سالانه ۳۶۵ میلی‌متر می‌باشد (اداره کل هواشناسی استان لرستان). میزان بارندگی در سال آزمایش برابر اعلام ایستگاه هواشناسی منطقه برابر۲۸۸/۱ میلی متر که حدود ۲۱ درصد کمتر از میانگین درازمدت بود.

زمین زراعی مورد استفاده در این آزمایش در سال قبل زیر کشت مستقیم گندم در طرح ایکاردا بود. در ابتدا برای اطلاع از خصوصیات خاک از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی‌متر خاک به روش استاندارد نمونه‌گیری انجام وجهت انجام آزمون خاک و تجزیه به آزمایشگاه آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان ارسال گردید که نتیجه آزمون خاک در جدول ۱ آمده است. میزان بارندگی منطقه طی فصل رشد مطابق با جدول ۲ بود:

جدول ۱- خواص شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش

بافت خاک	درصد رس	درصد لای	درصد شن	پتاسیم قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	درصد کربن آلی	pH	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	عمق نمونه برداری (cm)
رسی لای	۳۹	۴۱	۲۰	۳۰۱	۸/۳	۱/۰۲	۷/۷۹	۰/۶۱	۱۵-۰

جدول ۲- میانگین حداقل و حداکثر دما و میزان بارندگی منطقه در طول دوره آزمایش

ماه	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
میانگین حد اقل دما (°C)	۳/۵	-۲/۸	۰	۲/۱	۱۴/۳	۱۰/۲	۵
میانگین حداکثر دما (°C)	۱۴/۱	۱۴/۸	۱۵/۵	۱۶/۱	۳۷/۲	۳۱/۶	۲۴/۱
میزان بارندگی (mm)	۹۵	۰/۴	۱۰۷/۵	۳۹/۶	۲/۱	۱/۶	۴/۴

آزمایش به‌صورت اسپلیت‌پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در منطقه کوهدشت واقع در استان لرستان اجرا شد. روش‌های خاک‌ورزی در سه سطح (خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی کاهشی و بدون خاک‌ورزی) به عنوان فاکتور اصلی و ارقام نخود (عادل، آرمان، هاشم، منصور، آزاد، آزکان، آکسو و گوکسو) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. مشخصات ارقام مورد بررسی در جدول ۳ نشان داده شده است:

جدول ۳- مشخصات ارقام مورد بررسی

خصوصیات/ نام رقم	عادل	آرمان	آزاد	منصور	هاشم	آزکان	آکسو	گوکسو
منشاء	ایکاردا	ایکاردا	ایکاردا	ایکاردا	ایکاردا	ترکیه	ترکیه	ترکیه
تیپ	کابلی	کابلی	کابلی	کابلی	کابلی	کابلی	کابلی	کابلی
تیپ بوته	ایستاده	ایستاده	ایستاده	ایستاده	ایستاده	ایستاده	ایستاده	ایستاده
قابلیت برداشت مکانیزه	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد
زمان کشت	پاییز	پاییز	پاییز	پاییز	پاییز	پاییز	پاییز	پاییز

روش خاک‌ورزی مرسوم شامل یک مرحله گاوآهن برگردان دار و یک مرحله چیزل بود و خاک‌ورزی کاهشی شامل یک مرحله استفاده از چیزل و در روش بدون خاک‌ورزی هیچگونه عملیاتی صورت نگرفت.

بذر مورد نیاز ارقام نخود از شرکت تولید بذر نمایندگی ملکیان کوهدشت تهیه وجهت جلوگیری از بروز بیماریهای قارچی و برق زدگی نخود، قبل از کاشت بذور با سم کاربندازیوم ضد عفونی شد. سپس بذرهای هر کرت در بسته های جداگانه قرار داده و شماره گذاری شد و در نهایت کاشت بصورت دستی انجام شد. عملیات کاشت در تاریخ ۲۰ آذر ۱۳۹۹ انجام شد و تاریخ انتخاب شده منطبق با تاریخ کاشت اعلامی مرکز تحقیقات کشاورزی در منطقه بود. هر کرت فرعی شامل ۵ ردیف کاشت با عمق کاشت ۵ سانتی‌متر بود. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف ۷ سانتی‌متر و تراکم ۳۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. کنترل علف‌های هرز در سرتاسر فصل رشد و به صورت دستی انجام شد.

صفات مورد بررسی

عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه

برای اندازه گیری عملکرد بیولوژیک (زیست توده) و عملکرد دانه نخود، در پایان دوره رشد گیاه و زمان رسیدگی فیزیولوژیک (یکم خردادماه ۱۴۰۰، در این زمان برگ‌ها و غلاف‌ها به زردی گراییده و دانه‌ها سخت و شکننده و دارای حدود ۱۶ درصد رطوبت بودند) با رعایت حاشیه و از ردیف‌های میانی در هر کرت، مساحتی معادل یک متر مربع از سطح زمین کف بر، برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد و سپس به مدت ۴۸ ساعت در آونی با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و پس از رسیدن به وزن ثابت، وزن خشک کل نمونه ها اندازه گیری و ثبت شد. پس از آن، دانه‌ها جداسازی و آن‌ها نیز به صورت جداگانه توزین شدند.

تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف

برای اندازه گیری تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف ، تعداد ۵ بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و غلاف‌ها و دانه‌های آن‌ها شمارش و سپس میانگین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف برای هر کرت بدست آمد.

وزن صد دانه

برای تعیین وزن صد دانه، از دانه‌های برداشت شده از هر کرت تعداد ۴ نمونه ۱۰۰تایی شمارش و توزین گردید و میانگین وزن چهار نمونه به‌عنوان وزن صد دانه منظور شد.

شاخص برداشت

برای محاسبه شاخص برداشت درهر کرت، ابتدا عملکردهای دانه و بیولوژیک برای هر کرت به روشی که در بالا توضیح داده شد، اندازه‌گیری و با تقسیم عملکرد دانه (اقتصادی) بر عملکرد بیولوژیک شاخص برداشت بدست آمد:

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{عملکرد دانه}}{\text{عملکرد بیولوژیک}} \times ۱۰۰$$

بهره‌وری از بارش یا شاخص کارایی مصرف آب بارندگی

شاخص بهره‌وری بارش، (RWP) شکل ساده و خلاصه شده شاخص کارآیی مصرف آب (WUE) است که به جهت سادگی و قابلیت کاربردی آن، در پژوهش‌ها کاربرد فراوان دارد. برای محاسبه این شاخص یعنی میزان محصول بدست آمده به ازای میزان آب مصرفی حاصل از بارندگی از فرمول زیر استفاده شد (سپاسخواه و همکاران ۲۰۰۶):

$$\text{بهره وری از بارش} = \frac{\text{عملکرد دانه}}{\text{میزان بارندگی}}$$

که با توجه به داده های هواشناسی میزان بارندگی در سال زراعی مورد آزمایش ۲۸۸,۱ میلی متر در فرمول منظور و شاخص بهره وری از بارش بر حسب گرم بر میلی متر بدست آمد.

شاخص تلاش زادآوری

به منظور تعیین شاخص تلاش زادآوری، وزن کل و نیز وزن دانه و غلاف نمونه‌های برداشت شده از سطحی معادل یک متر مربع در هرکرت پس از قرارگرفتن در آونی با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد و به مدت ۴۸ ساعت اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از رابطه زیر، شاخص تلاش زادآوری که معیاری از درصد انتقال مواد فتوسنتزی از گیاه به اندام‌های زایشی می باشد محاسبه گردید (خوشکیش ۲۰۱۸):

$$\text{شاخص تلاش زادآوری} = \frac{\text{وزن دانه وغلاف}}{\text{وزن خشک کل}} \times 100$$

درصد و عملکرد پروتئین دانه

اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه به روش NIR یا همان طیف‌سنجی مادون قرمز توسط دستگاه اتوآنالیزور ساخت کشور سوئد و در آزمایشگاه دانشگاه لرستان انجام شد. این روش غیر تخریبی و سریع است، بدین ترتیب که با قراردادن نمونه‌های تصادفی ۱۰ گرمی از دانه‌های نخود مربوط به هر کرت در این دستگاه، میزان پروتئین روی صفحه نمایش نشان داده می‌شد و این اعداد به‌عنوان درصد پروتئین دانه برای هر کرت منظور گردید. از حاصلضرب درصد پروتئین در عمکرد دانه هر کرت، عملکرد پروتئین دانه به دست آمد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای انجام تجزیه داده‌ها از نرم افزار SAS استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودار نیز با استفاده از نرم افزار اکسل انجام شد.

نتایج و بحث

وزن صددانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴)، اثر متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و رقم بر وزن صددانه نخود معنی‌دار به دست آمد. وزن صددانه در سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم و کاهشی در رقم گوکسو و در سیستم بدون خاک‌ورزی در رقم آکسو بالاتر از سایر ارقام بود (شکل ۱). در بین تیمارهای مختلف بالاترین

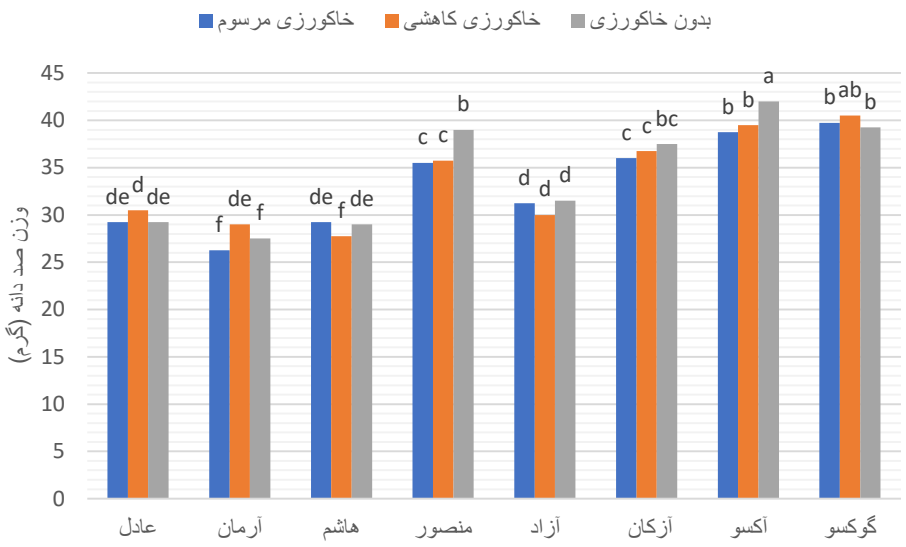
میزان وزن صددانه نخود به میزان ۴۲ گرم در رقم آکسو و در سیستم بدون خاک‌ورزی حاصل گردید. رقم آکسو کشت شده تحت شرایط سیستم بدون خاک‌ورزی از نظر وزن صد دانه با رقم گوکسو کشت شده در شرایط خاک‌ورزی کاهشی (۴۰/۵ گرم) اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی با سایر ارقام کشت شده در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی دارای اختلاف آماری معنی‌دار بود. بر اساس نتایج به دست آمده، به طور متوسط در سیستم بدون خاک‌ورزی وزن صددانه نخود به ترتیب ۲ و ۳/۴ درصد بالاتر از خاک‌ورزی کاهشی و خاک‌ورزی مرسوم بود (شکل ۱). در دو سیستم خاک‌ورزی مرسوم و بدون خاک‌ورزی کمترین میزان وزن صد دانه در رقم آرمان حاصل شد، در حالی که در سیستم خاک‌ورزی کاهشی رقم هاشم دارای کمترین میزان وزن صد دانه در بین ارقام مختلف بود. رقم آرمان کشت شده در سیستم خاک‌ورزی مرسوم دارای کمترین وزن صد دانه به میزان ۲۶/۲۵ گرم بود و این رقم با رقم آرمان کشت شده در سیستم بدون خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی با رقم آرمان کشت شده در سیستم خاک‌ورزی کاهشی دارای اختلاف آماری معنی‌دار بود. رقم منصور نیز در سیستم بدون خاک‌ورزی دارای وزن صد دانه بالاتری (۳۹ گرم) نسبت به دو سیستم خاک‌ورزی کاهشی و خاک‌ورزی مرسوم بود و از این نظر با این دو سیستم خاک‌ورزی دارای اختلاف معنی‌دار بود و دو سیستم خاک‌ورزی کاهشی و خاک‌ورزی مرسوم با هم اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند (شکل ۱).

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در ارقام نخود تحت سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن صددانه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	شاخص تلاش زادآوری	بهره‌وری از بارش	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه
تکرار	۳	۰/۴۵	۳۵	۰/۰۰۸	۳۰۷۹۹	۷۸۸۳	۰/۰۲	۲۱۵	۰/۰۹	۸۹	۳۶۸۶/۶۴
روش خاک‌ورزی (a)	۲	۱۰/۲۱*	۲/۷۹ns	۰/۰۳۲ ns	۱۰۵۰ ns	۱۴۶ ns	۰/۰۰۱ ns	۵۰ ns	۰/۰۰۱ ns	۱۳ ns	۸۲۰/۹۱ ns
خطای اصلی	۶	۰/۹۹	۵/۰۷	۰/۰۲۵	۸۳۱	۳۸۲	۰/۰۰۸	۱۱۴	۰/۰۰۴	۸/۲۸	۱۳۰۹/۵۰
رقم (b)	۷	۳۱۴**	۱۷/۴۴**	۰/۰۱۵ ns	۴۷۱ ns	۲۴۹ ns	۰/۰۰۹*	۱۱۸*	۰/۰۰۲ ns	۲۰/۴۱**	۹۸۹/۰۷ ns
a*b	۱۴	۵/۰۴**	۳/۷۶ ns	۰/۰۱۲ ns	۵۵۱ ns	۱۷۳ ns	۰/۰۰۱ ns	۵۷ ns	۰/۰۰۲ ns	۴/۶۳ ns	۷۹۷/۸۸ ns
خطای فرعی	۶۳	۰/۶۹	۲/۷۵	۰/۰۱۴	۵۲۱	۱۵۳	۰/۰۰۲	۵۲	۰/۰۰۱	۲/۳۶	۵۸۹/۵۶
CV (%)		۲/۴۷	۲۶/۲۵	۱۲/۴۶	۱۹/۴۸	۲۳/۹۷	۱۱/۲	۱۲/۷۴	۲۳/۸۲	۸/۷۷	۲۶/۱۲

ns، *و** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

همانطور که در بالا آمده، به طور متوسط در سیستم بدون خاک‌ورزی وزن صد دانه نخود اندکی بالاتر از سایر سیستم‌های خاک‌ورزی بود و این می‌تواند بیانگر اثر مثبت حضور بقایای گیاهی در سطح خاک بر وزن دانه نخود باشد. کوچکی و همکاران (۲۰۲۰) عنوان کردند که افزایش رشد گیاه زراعی و تاثیر مثبت آن بر اجزای عملکرد دانه در تیمارهای حفظ بقایا در سطح خاک، ناشی از بهبود شرایط خاک برای رشد گیاه است. حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک منجر به بهبود خصوصیات رشدی گیاه شده که به دنبال آن وزن دانه گندم افزایش می‌یابد. البته وزن صد دانه نخود در سیستم خاک‌ورزی مرسوم تفاوت معنی‌داری با سیستم بدون خاک‌ورزی نداشت و این می‌تواند بدین دلیل باشد که در خاک‌ورزی مرسوم اختلاط بقایای گیاهی با خاک باعث افزایش تخلخل خاک و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک شده و محیط مناسبی برای گسترش ریشه فراهم می‌آورد (کوچکی و همکاران ۲۰۲۰).



شکل ۱- اثر سیستم‌های مختلف خاکورزی بر وزن صددانه ارقام نخود

ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند

در دو سیستم خاکورزی کاهشی و بدون خاکورزی به ترتیب ارقام گوکسو و آکسو دارای بالاترین وزن صد دانه بودند، اگرچه بین این دو رقم در سیستم خاکورزی کاهشی اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. در سیستم خاکورزی مرسوم نیز ارقام گوکسو و آکسو وزن صد دانه بالاتری نسبت به سایر ارقام داشتند و اختلاف آنها با سایر ارقام معنی‌دار بود (شکل ۱). صفری (۲۰۱۸) نیز بیان نمود که بین ارقام مختلف نخود از نظر وزن صددانه تفاوت معنی‌دار وجود دارد که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. بر اساس سید شریفی و همکاران (۲۰۱۳) به نظر می‌رسد که به لحاظ یکسان بودن شرایط برای ارقام، اختلاف موجود در وزن صددانه ارقام بیشتر جنبه ژنتیکی داشته باشد. هر چه رقمی زودرس‌تر باشد، طول دوره‌ی پر شدن دانه در آن کم شده و در نتیجه وزن هر دانه کاهش می‌یابد. کم بودن وزن صد دانه در رقم آرمان احتمالاً با زودرسی این رقم ارتباط دارد و نیز زیادبودن وزن صددانه در ارقام گوکسو و آکسو را نیز می‌توان با دلیل مشابهی توجیه نمود.

کیانی و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه خود عنوان داشتند که اثر متقابل رقم و سیستم خاکورزی بر وزن صد دانه نخود معنی‌دار بود که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت. آنها عنوان نمودند که رقم هاشم دارای وزن صد دانه بالاتری نسبت به سایر ارقام بوده و دلیل این امر احتمالا کم بودن تعداد دانه در بوته در سیستم بدون خاکورزی بوده است. در این مطالعه نیز، سیستم بدون خاکورزی بیشترین افزایش در وزن صد دانه ارقام نخود را موجب شد و البته در این سیستم نسبت به سیستم خاکورزی مرسوم تعداد دانه کمتری در غلاف شکل گرفت که این امر می‌تواند به افزایش وزن صد دانه منجر شده باشد. این وضعیت در هر سه سیستم خاکورزی و در ارقام گوکسو و آکسو مشاهده گردید. وزن ۱۰۰ دانه یکی از اجزای مهم عملکرد در نخود است و شرایط محیطی و ساختار ژنتیکی ژنوتیپ‌ها بر آن اثر می‌گذارد (ناموار و همکاران ۲۰۱۱).

تعداد غلاف در بوته

بین تیمارهای مختلف خاکورزی از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). صفاتی که تحت تأثیر تیمارهای مختلف خاکورزی قرار می‌گیرند بدین معنی است که روش‌های مختلف خاکورزی هر کدام به نحو متفاوتی بر این صفات اثر گذاشته و منجر به افزایش و یا کاهش این صفات می‌گردند. در این مطالعه سیستم‌های مختلف خاکورزی سبب تغییر معنی‌داری در تعداد غلاف در بوته نگردید. نتایج مشابهی توسط فراد و والنسیائو (۲۰۰۵) به دست آمده است. آنان اظهار داشتند که تعداد غلاف در بوته، بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد.

با وجود این، بین ارقام مختلف از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف آماری معنی‌دار وجود داشت (جدول ۴). در بین ارقام، آرمان دارای بالاترین تعداد غلاف در بوته بود (۷/۵۸ عدد) و این رقم با ارقام عادل (۷/۵۱ عدد)، هاشم (۷/۲۵ عدد)، آزاد (۶/۶۳ عدد) و آزکان (۶/۳۵ عدد) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. هر چند که بین ارقام گوکسو و منصور از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، ولی کمترین تعداد غلاف در بوته در بین همه ارقام متعلق به رقم گوکسو (۴/۳۵ عدد) بود (جدول ۵).

در این زمینه صفری (۲۰۱۸) عنوان داشت که بین ارقام نخود از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف معنی‌داری وجود دارد و رقم ILC482 دارای بالاترین تعداد غلاف در بوته بود. تعداد غلاف در بوته در هر رقم تا حدودی تحت تأثیر ژنتیک بوده و شرایط تغذیه‌ای گیاه نیز بر این صفت اثر تعیین کننده دارد (صفری ۲۰۱۸). ایشان همچنین عنوان داشتند که ارقام مختلف از نظر پاسخ فعالیت مریستم‌ها به دما متفاوت بوده و ارقام مقاوم به دماهای پایین زمستانه با توجه به فعالیت بیشتر مریستم‌ها، می توانند تعداد شاخه بیشتری تولید کنند که در مطالعه آن‌ها رقم ILC482 موفق بوده و توانسته تعداد نیام بیشتری در بوته تشکیل دهد. در این مطالعه نیز رقم آرمان دارای بالاترین تعداد غلاف در بوته بود و نسبت به رقم گوکسو حدود ۴۳ درصد برتری داشت. در این زمینه کیانی و همکاران (۲۰۱۶) نیز در مطالعه خود بیان داشتند که بین ارقام مختلف نخود از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف وجود داشته و رقم هاشم دارای تعداد غلاف بالاتری نسبت به سایر ارقام بود و کمترین تعداد غلاف در بوته در رقم ILC482 مشاهده گردید. آنها دلیل بالاتر بودن تعداد غلاف در بوته در رقم هاشم را بیشتر بودن سرعت رشد نسبی در این رقم عنوان داشتند و بیان کردند رقمی که دارای کمترین تعداد غلاف در بوته بود دارای سرعت رشد نسبی کمتری نسبت به سایر ارقام بود.

همچنین سیدشریفی و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود در شرایط آب و هوایی اردبیل بین ارقام مختلف نخود از نظر تعداد غلاف در بوته تفاوت معنی‌داری مشاهده نمودند و بیان داشتند که بخشی از اختلاف بین ارقام مختلف از نظر این صفت به ارتفاع ارقام مربوط بوده و ارقامی که دارای ارتفاع بالاتری هستند، تعداد غلاف بیشتری در بوته تشکیل می‌دهند.

عملکرد دانه

عملکرد دانه به عنوان مهمترین صفت اندازه‌گیری شده تحت تأثیر تیمارهای خاک‌ورزی، رقم و اثر متقابل آنها قرار نگرفت (جدول ۴). عدم اثر معنی‌دار سیستم‌های خاک‌ورزی بر عملکرد دانه می‌تواند با در نظر گرفتن عدم تاثیر معنی‌دار این فاکتور بر اجزا و صفات موثر بر عملکرد دانه از قبیل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و همچنین عملکرد بیولوژیک قابل توجیه باشد. به دلیل رابطه مستقیمی که بین عملکرد دانه با اجزای عملکرد وجود دارد، عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین سیستم‌ها مختلف خاک‌ورزی از نظر اجزای عملکرد دانه سبب می‌شود که بین عملکرد دانه نیز از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشته باشد. در مطالعه‌ای که رحیم زاده و نوید (۲۰۱۱) روی گندم انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که تیمارهای مختلف خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشتند که نتایج آن‌ها با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت دارد. به عقیده این پژوهشگران ممکن است توزیع مناسب باران در سال آزمایش به‌ویژه در بهار (بیشترین بارندگی بهاره در این سال رخ داد) موجب افزایش عملکرد و در نتیجه عدم اختلاف بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی شده باشد. سیدی و حمزه‌ای (۲۰۱۷) نیز در مطالعه خود روی گیاه سویا بیان داشتند که اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد معنی‌دار نبود که نتایج این پژوهشگران نیز با یافته‌های حاصل از بررسی حاضر سازگار است.

اثر رقم بر عملکرد دانه نخود غیر معنی دار بود (جدول ۴). از آنجا که بین ارقام مختلف از نظر برخی از اجزای عملکرد دانه مانند تعداد دانه در بوته و همچنین عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴) و با توجه به اینکه ارقام مورد مطالعه از نظر

برخی ویژگی‌های اساسی تشابه داشتند (جدول ۳) و نیز در شرایط محیطی یکسانی نیز رشد یافتند، می‌توان انتظار داشت که این امر با توان تولید مشابه این ارقام مرتبط باشد.

شاخص برداشت

بر اساس نتایج به دست آمده بین سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

با وجود این، بین ارقام نخود از نظر شاخص برداشت تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۴). بیشترین شاخص برداشت به میزان ۴۷ درصد در رقم عادل به دست آمد و این رقم با ارقام آرمان (۴۴ درصد)، هاشم (۴۴ درصد)، آزاد (۴۳ درصد) و آکسو (۴۳ درصد) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. همچنین هرچند که کمترین شاخص برداشت به مقدار ۳۹ درصد در ارقام آزکان و گوکسو به دست آمد، ولی این دو رقم با رقم منصور (۴۳ درصد) اختلاف آماری معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۵).

پزشکپور و همکاران (۲۰۱۴)، با مطالعه روی ۵ رقم نخود بیان داشتند که بین ارقام مختلف نخود از نظر شاخص برداشت اختلاف وجود داشت و این به دلیل تفاوت در میزان مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به تولید دانه‌ها در بین ارقام بود. توزیع مجدد ماده خشک در ژنوتیپ های مختلف نخود متفاوت است و تعدادی از ارقام با وجود بیوماس کم ممکن است شاخص برداشت بیشتری داشته باشند (صباغ‌پور و همکاران ۲۰۰۶). در این مطالعه هر چند رقم عادل دارای بالاترین میزان شاخص برداشت بود، ولی این رقم با ارقام هاشم، آرمان، آزاد و آکسو نیز اختلاف معنی‌داری نداشت و همگی در گروه برتر از نظر شاخص برداشت قرار گرفتند. ا توجه به اینکه نخود گیاهی غیر گل‌انتهایی است و رشد نامحدود دارد، بهبود خصوصیات رشدی رقم می‌تواند سبب افزایش رشد در این گیاه شده و در نتیجه بر شاخص برداشت اثرگذار باشد. ویژگی‌های رقم مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته و همچنین میزان سایه‌اندازی بوته در کنوپی گیاهی از عواملی هستند که بر شاخص برداشت تاثیر می-گذارند، زیرا در صورت سایه‌اندازی زیاد و یا کاهش اندام‌های فتوسنتزی در یک رقم خاص ممکن است گیاه به حداکثر پتانسیل خود جهت فتوسنتز نرسیده و در نتیجه شاخص برداشت کاهش یابد (کیانی و همکاران ۲۰۱۶). در مطالعه نامداری و همکاران (۲۰۲۰) بر روی ارقام نخود مشخص شد که بین ارقام مختلف نخود از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود دارد و عنوان داشتند که این موضوع بیانگر تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های نخود از نظر شاخص برداشت است. آنها دلیل اختلاف بین شاخص برداشت را تفاوت در توان انتقال مواد فتوسنتزی به دانه دانستند و بیان داشتند که ارقامی از نخود که بتوانند مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه‌ها اختصاص دهند، نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک را افزایش داده و در نتیجه شاخص برداشت آنها افزایش می‌یابد. با وجود این، ارقام با عملکرد دانه بیشتر الزاماً از شاخص برداشت بالاتری برخوردار نبودند.

شاخص تلاش زادآوری

نتایج نشان داد بین سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی از نظر شاخص تلاش زادآوری نخود اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت، ولی اختلاف بین ارقام از این نظر معنی‌دار بود (جدول ۴).

رقم آرمان نسبت به سایرین دارای بالاترین شاخص تلاش زادآوری بود (۶۱/۷۸ درصد). با وجود این، آرمان از نظر این شاخص با ارقام عادل، هاشم و آکسو اختلاف معنی‌داری نداشت. در بین ارقام، کمترین شاخص تلاش زادآوری مربوط به رقم آزکان (۵۲/۷ درصد) بود و این رقم نیز از نظر آماری با ارقام منصور، آزاد، آکسو و گوکسو اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۵).

شاخص تلاش زادآوری معیاری از کارایی انتقال مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه به کل اندام زایشی است (خوشکیش ۲۰۱۸). در این مطالعه بالاتر بودن شاخص تلاش زادآوری در رقم آرمان در نتیجه انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی در این رقم نسبت به سایر ارقام می‌باشد. به نظر می‌رسد که طول دوره رشد هر رقم به ویژه در مرحله زایشی بر شاخص تلاش زادآوری آن اثرگذار باشد. کوتاه‌تر بودن روز تا سبز شدن در یک رقم می‌تواند به افزایش طول دوره رشد و در نتیجه طولانی‌تر شدن مرحله زایشی منجر شده که پیامد آن

انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی و در نتیجه افزایش شاخص تلاش زادآوری آن رقم است. در مقابل، رقم آزکان دارای طول دوره رشد کمتری نسبت به سایر ارقام بود. به بیان دیگر، در این رقم به دلیل زودرس‌تر بودن، طول دوره زایشی و انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی کمتر از سایر ارقام بوده که می‌تواند به کاهش شاخص تلاش زادآوری آن منجر شده باشد. نتایج بررسی خوش‌کیش (۲۰۱۸) نشان داد که شاخص تلاش زادآوری در رقم عدس کیمیا بالاتر از رقم بیله سوار و اختلاف آنها نیز از نظر آماری معنی دار بود. آنها یکی از دلایل اختلاف بین این دو رقم عدس از نظر تلاش زادآوری را تفاوت ژنتیکی بین آن‌ها و همچنین تفاوت در سرعت انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی دانستند. آنها همچنین عنوان داشتند که یکی دیگر از دلایل بالا بودن شاخص تلاش زادآوری در رقم کیمیا بیشتر بودن تعداد غلاف در بوته و در نتیجه بیشتر بودن تعداد واحدهای زایشی در این رقم بوده که پتانسیل زادآوری و تولید دانه را در آن افزایش داده است. در مطالعه حاضر نیز تعداد غلاف در بوته در رقم آرمان بالاتر از سایر ارقام بود و در نتیجه بیشتر بودن تعداد واحدهای زایشی در این رقم، شاخص تلاش زادآوری آن نیز بالاتر از سایر ارقام مورد بررسی به دست آمد. به عقیده پزشکپور و همکاران (۲۰۱۴) در شرایطی که گیاه ماده خشک کمتری تولید نماید، میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به بخش زایشی کاهش یافته و شاخص تلاش زادآوری کمتر می‌شود.

بهره‌وری از بارش

نتایج این مطالعه نشان داد که اثر تیمارهای خاک‌ورزی و رقم بر صفت بهره‌وری از بارش معنی‌دار نبود. همچنین اثر متقابل آنها نیز بر این صفت غیر معنی‌دار به دست آمد (جدول ۴). معنی‌دار نبودن اثر عوامل مورد بررسی بر بهره‌وری از بارش بیانگر این مطلب است که بین سه نوع سیستم خاک‌ورزی و همچنین بین ارقام مختلف مورد بررسی از نظر تاثیر بر میزان عملکرد دانه (اقتصادی) تولید شده به ازای بارندگی نازل شده در طول فصل رشد، اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است. از آنجا که میزان بارندگی برای کلیه تیمارهای خاک‌ورزی و ارقام مورد آزمایش یکسان و مقداری ثابت بود (۲۸۸/۱ میلی‌متر)، بنابراین نبود تفاوت معنی‌دار بین سیستم‌های خاک‌ورزی و نیز ارقام نخود از نظر بهره‌وری از بارش می‌تواند به معنی‌دار نبودن اختلاف بین آن‌ها از نظر میزان عملکرد دانه تولید شده نسبت داده شود. به عبارت دیگر، روش‌های مختلف خاک‌ورزی و نیز ارقام نخود نتوانستند از نظر بهره‌گیری از بارندگی نازل شده در طول فصل رشد و تبدیل آن به عملکرد دانه برتری قابل ملاحظه‌ای را نسبت به یکدیگر نشان دهند.

درصد و عملکرد پروتئین دانه

بر اساس نتایج به دست آمده، عملکرد پروتئین دانه تحت تاثیر فاکتورهای آزمایشی و نیز اثر متقابل آنها قرار نگرفت. همچنین، بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی از نظر درصد پروتئین دانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و درصد پروتئین دانه در محدوده ۱۶/۷۶ تا ۱۷/۹۶ درصد در هر سه سیستم مورد مطالعه متغیر بود. با وجود این، ارقام نخود از نظر این صفت اختلاف آماری معنی‌دار نشان دادند (جدول ۴). در بین ارقام، منصور دارای بالاترین پروتئین دانه به میزان ۱۹/۰۹ درصد بود. همچنین میزان پروتئین دانه در ارقام آزکان، آکسو و گوکسو به ترتیب ۱۸/۴۲، ۱۸/۳۵ و ۱۸/۱۸ درصد بود که هر سه رقم با رقم منصور اختلاف معنی‌داری نداشتند. بین ارقام عادل، آرمان و هاشم نیز از نظر درصد پروتئین دانه اختلاف معنی‌داری دیده نشد. کمترین پروتئین دانه به میزان ۱۶/۵۶ درصد در رقم آرمان به دست آمد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی ارقام نخود تحت سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی

تیمارها	وزن صد دانه (g)	تعداد غلاف در بوته	شاخص برداشت (%)	شاخص تلاش زادآوری (%)	درصد پروتئین دانه
روش خاک‌ورزی					
خاک‌ورزی مرسوم	۳۳/۲۵b	۶/۶۵a	۴۳/۶۲a	۵۷/۰۰a	۱۷/۷۷a
خاک‌ورزی کاهشی	۳۳/۷۱b	۶/۱۱a	۴۳/۰۹a	۵۸/۳۰a	۱۷/۹۶a
بدون خاک‌ورزی	۳۴/۳۷a	۶/۱۷a	۴۲/۳۴a	۵۵/۷۷a	۱۶/۷۶a
LSD (0.05)	۰/۶۱	۱/۳۷	۵/۷۰	۶/۵۵	۱/۷۶
رقم					
عادل	۲۹/۶۶d	۷/۵۱a	۴۷/۲۵a	۵۹/۸۳ab	۱۷/۴۸bc
آرمان	۲۷/۵۷f	۷/۵۸a	۴۴/۷۵ab	۶۱/۷۸a	۱۶/۵۶c
هاشم	۲۸/۶۶e	۷/۲۵ab	۴۴/۵۸ab	۵۹/۴۷ab	۱۶/۸۴c
منصور	۳۶/۷۵b	۴/۸۳cd	۴۰/۹۱bc	۵۴/۴۶bc	۱۹/۰۹a
آزاد	۳۰/۹۱c	۶/۶۳ab	۴۳/۶۶ab	۵۵/۳۶bc	۱۵/۰۴d
آزکان	۳۶/۷۵b	۶/۳۵ab	۳۹/۵۸c	۵۲/۷c	۱۸/۴۲ab
آکسو	۴۰/۰۸a	۶/۰۱bc	۴۳/۸۳ab	۵۷/۶۰abc	۱۸/۳۵ab
گوکسو	۳۹/۸۳a	۴/۳۵d	۳۹/۵۸c	۵۴/۹۷bc	۱۸/۱۸ab
LSD (0.05)	۰/۶۸	۱/۳۵	۳/۹۵	۵/۹۲	۱/۲۵

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

یکی از دلایل تغییر در درصد پروتئین دانه ارقام زراعی، تاثیر شرایط محیطی و همچنین طول دوره رشد گیاه می‌باشد. در این مطالعه ارقام عادل، آرمان و هاشم بدون اختلاف معنی‌دار کمترین درصد پروتئین دانه را دارا بودند که یکی از دلایل آن می‌تواند دیررسی این ارقام باشد. مواد پروتئینی در اوایل دوره پر شدن دانه در آن تجمع می‌یابند بدین ترتیب که با افزایش طول دوره پر شدن دانه سایر ترکیبات نیز فرصت تجمع در دانه را یافته و در نتیجه از درصد پروتئین دانه کاسته می‌شود (شعبان ۲۰۱۱). گزارش شده است که رقم هاشم با برخورداری از تیپ رشدی زمستانه، دیررسی و احتمالاً نیاز به بهاره‌سازی، دیرتر به گلدهی و مراحل بعدی نموی رسیده و همین امر یکی از دلایل تغییر در ترکیبات تجمع یافته درون دانه از جمله کاهش میزان پروتئین آن می‌باشد (باهاری و همکاران ۲۰۰۶). آنها همچنین عنوان داشتند که احتمالاً تأخیر چند هفته‌ای در کاشت، سبب عدم تأمین مدت زمان کافی برای تکمیل رشد و نیاز احتمالی جهت بهاره‌سازی آن و متعاقباً تأخیر قابل توجه در ورود به مرحله زایشی در این رقم شده است که پیامد آن تغییر در نسبت ترکیبات دانه می باشد. در بررسی‌های دیگری نیز وجود اختلاف بین ارقام نخود از نظر درصد پروتئین دانه گزارش شده است (سیاهکوهیان و همکاران ۲۰۱۰ و باهر ۲۰۰۷)، که با یافته‌های حاصل از مطالعه حاضر مطابقت دارد. آنها اختلاف بین ژنوتیپ‌های نخود از نظر میزان پروتئین دانه را به تفاوت در سرعت و مدت پر شدن دانه در شرایط دیم نسبت دادند. به طور کلی، ارقامی که طول دروه رشد بالاتری دارند، به دلیل داشتن فرصت کافی برای انتقال مواد نشاسته‌ای به دانه از درصد پروتئین دانه کمتری برخوردار هستند، ولی ارقام زودرس‌تر فرصت کافی برای انتقال مواد نشاسته‌ای به دانه را نداشته و در نتیجه میزان پروتئین دانه آنها نسبت به سایر ترکیبات افزایش بیشتری حاصل نموده و در نتیجه درصد پروتئین دانه بیشتر می‌گردد. البته توان ژنتیکی هر رقم در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه و ظرفیت دانه از نظر محدودیت منبع و مقصد نیز بایستی در نظر گرفته شود. به عقیده پیرظهیری و همکاران (۲۰۲۱) هر چند که توان ژنتیکی هر رقم می‌تواند بر میزان پروتئین دانه نخود اثر داشته باشد، ولی باید توجه کرد که درصد

پروتئین دانه در ارقام مختلف نخود به شدت به شرایط محیطی و توان هر رقم در مقاومت در برابر این شرایط و استفاده از منابع محیطی نیز بستگی دارد. در بررسی حاضر، عملکرد پروتئین دانه تحت تاثیر روش‌های خاک‌ورزی قرار نگرفت. از آنجا که عملکرد پروتئین دانه تابعی از درصد پروتئین و عملکرد دانه است، بنابراین عدم تاثیر معنی‌دار روش‌های خاک‌ورزی بر این دو صفت می‌تواند نتیجه به دست آمده را توجیه کند. تاثیر معنی‌دار رقم بر درصد پروتئین و عدم تاثیر معنی‌دار آن بر عملکرد پروتئین دانه را نیز می‌توان به پائین‌تر بودن عملکرد دانه (هرچند غیر معنی‌دار از نظر آماری) در ارقام با درصد پروتئین دانه بیشتر نسبت داد که در نهایت به عدم تفاوت معنی‌دار بین ارقام از نظر عملکرد پروتئین دانه منجر شده است.

نتیجه‌گیری کلی

یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان دادند که عملکرد و صفات مرتبط با آن (به استثنای وزن صددانه) و نیز کیفیت دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی (شامل حفاظتی و رایج) قرار نگرفتند. علاوه بر آن، بین ارقام مورد بررسی از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری دیده نشد، اگرچه اختلاف بین آن‌ها از نظر برخی از صفات مرتبط با عملکرد و نیز درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود. به طور کلی، با وجود گزارش‌هایی مبنی بر تاثیر منفی خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد گیاهان زراعی می‌توان انتظار داشت که این سیستم‌ها بتوانند عملکردهایی مشابه با سیستم‌های خاک‌ورزی رایج تولید کنند. بنابراین، با در نظر گرفتن سایر جنبه‌های مثبت سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی و نیز صرفه جویی اقتصادی حاصل از آن‌ها (از جنبه کاربرد ماشین آلات و مصرف سوخت‌های فسیلی) این سیستم‌ها می‌توانند گزینه مناسبی برای کشاورزان تولید کننده نخود باشند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری دانشگاه رازی و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان جهت پشتیبانی‌های مالی و اجرایی این پایان‌نامه سپاسگزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده

Agricultural Statistics. 2021. Crop Products Department. 211 pages. (In Persian).

Ali H, Afzal MN, Ahmad S and Muhammad D. 2009. Effect of cultivars and sowing dates on yield and quality of *Gossypium hirsutum* L. Crop. Journal of Food Agriculture and Environment, 7(4): 244 - 247.

Asgari SR, Dadashi MR and Feyzbakhsh MT. 2018. Investigation of the effect of plant density on yield and yield components of green pods of four pea cultivars in Gorgan region. Journal of Agricultural Research, 10(2): 97-115. (In Persian).

Bahari M, Pahlavni R, Akbari N and Ehsanzadeh P. 2006. Growth and productivity of dryland chickpea (*Cicer arietinum*) under varying levels of Fe and Cu in Aligoodarz-Azna, Loretan. Journal Agricultural Science Natural Resource, 12(5): 190-201. (In Persian).

Bahr AA. 2007. Effect of plant density and urea foliar application on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(4): 220-223.

Banjara TR, Pali GP, Kumar Tigga B, Kumar S and Shori A. 2017. Effect of Different Tillage Practices on Growth, Yield and Economics of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Rainfed Condition of Chhattisgarh. International Journal of Current Microbiology and Applied Science, 6(2): 1464-1470.

Barzali M, Javanshir A, Shakiba MR, Moghaddam M and Nourinia A. 2003. Effect of different tillage methods on yield and yield components of soybean in Gorgan region. Journal of Seedling and Seed, 19(2): 173-189. (In Persian).

Dardanelli JL, Balzarini M, Martınez MJ, Cuniberti M, Resnik S, Ramunda SF, Herrero R and Baigorri H. 2006. Soybean maturity groups, environments, and their interaction define mega-environments for seed composition in argentina. Crop Science, 46:1939–1947.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2020. FAO Production Year Book, 2020. FAO.

Forrestal P, Meisinger J and Kratochvil R. 2014. Winter wheat starter nitrogen management: a preplant soil nitrate test and site-specific nitrogen loss potential. Soil Science Society of America Journal, 78: 1021-1034.

Frade M and Valenciano JB. 2005. Effect of sowing density on the yield and yield components of spring sown irrigated chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown in Spain. New Zeal. Journal of Crop and Horticultural Science, 33: 367-371.

Kabir-fazlul AHM, Bari MN, Abdul-karim MD, Khaliq QA and Uddin-ahmad J. 2009. Effect of sowing time and cultivars on the growth and yield of Chikpea under rainfed condition Bangladesh. Journal of Agricultural Research, 34: 335-342.

Khoshkish F. 2018. The effect of fertile phosphate 2 and Fosamco 4 biological fertilizers on morphophysiological characteristics and yield of two rainfed lentil cultivars. M.Sc Thesis. Lorestan University. (In Persian).

Kiani M, Jahansuz MR and Ahmadi A. 2016. The effect of different tillage methods on vegetative characteristics and yield of several autumn chickpea cultivars. Journal of Crops Improvement, 17(4): 984-977. (In Persian).

Kobraei S, Shams K and Pakzi A. 2010. Effect of cultivar and planting date on grain yield and quantitative traits in chickpea. Journal of Agriculture and Plant Breeding, 6(2): 64-53.

Kouchaki A, Nasiri Mahallati M and Azimzadeh SJ. 2020. The effect of different tillage systems and crop residues on wheat yield of *Triticum aestivum* L and physical properties of soil in fallow-wheat rotation in Dry conditions. Agricultural Ecology, 12(2): 299-317. (In Persian).

Malhi SS and Lemke R. 2007. Tillage, crop residue and N fertilizer effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality and nitrous oxide gas emissions in a second 4-yr rotation cycle. Soil and Tillage Research, 96: 269–283.

Mansoori-Far S, Shaban M, Ghobadi M and Sabbaghpour SH. 2012. Physiological characteristics of chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer. Iranian Journal of Pulses Research, 3 (1): 53-66. (In Persian).

Mathew R, Feng Y, Githinji L, Ankumah R and Balkcom K. 2012. Impact of no-tillage and conventional tillage systems on soil microbial communities. Journal of Applied and Environmental Soil Science. 5(8): 31-40.

Mendani F and Jalilian A. 2019. Evaluation of interaction of planting date and cultivar on different traits of chickpea in Kermanshah climatic conditions. Plant Production Technology, 19(1): 51-37. (In Persian).

Najafi P. 2019. Effect of planting density and supplementary irrigation in flowering and pod stage on yield and yield components of dryland chickpeas in Kermanshah climate. M.Sc Thesis. Islamic Azad University, Kermanshah Branch. (In Persian).

Namdari A, Kanuni H, Ahmadi H and Ismaili A. 2020. Evaluation of some agronomic characteristics in chickpea genotypes in autumn dryland cultivation of Kurdistan province. Iranian Crop Science, 51(2): 14-1. (In Persian).

Namvar A, Seyed-Sharifi R and Khandan T. 2011. Growth analysis and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in relation to organic and inorganic nitrogen fertilization. Ekologija, 57(3): 97–108.

Oelck MM. 2004. Biotechnoogy- New perspective for future crop production. Acta Horticulture (ISHS), 560: 565-566.

Pezeshkpour P, Ahmadi A and Daneshvar M. 2014. The effect of planting date on grain yield and grain yield components, regenerative effort and chlorophyll index of leaves and the rate of light penetration in the plant canopy floor, Proceedings of the National Conference on Cereals, 7 p. (In Persian).

Pirzahiri K, Kanoni H and Rokhzadi, 1. 2021. Investigation of the response of some chickpea cultivars to changes in plant density. Scientific Journal of Crop Ecophysiology, 2 (54): 310-293. (In Persian).

Rahimzadeh R and Navid H. 2011. The effect of different tillage methods on clay soil properties and wheat yield in rotation with chickpeas in rainfed conditions. Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 21(1): 41-29. (In Persian).

Sabaghpour SH, Mahmodi AA, Saeed A, Kamel M and Malhotra RS. 2006. Study on chickpea drought tolerance lines under dryland condition of Iran. Indian Journal of Crop Science, 1(2): 70-73.

Safari R. 2018. Investigation of the effect of planting date and application of mepiquat chloride on agrophysiological traits of chickpea cultivars in Kermanshah. M.Sc Thesis. Islamic Azad University, Kermanshah Branch. (In Persian).

Sepaskhah A, Tavakoli AR, Moosavi SF. 2006. Principles of Limited Irrigation. National Committee of Irrigation and Drainage Press of Iran, 288 p. (In Persian).

Seyed Sharifi R, Mohammadi Khaneghah P and Raee Y. 2013. Effect of plant density on yield, yield components and some physiological indices of three chickpea cultivars. Journal of Crop Physiology, 5(20): 25-38. (In Persian).

Seyedi M and Hamzaei S. 2017. Effect of conservation and conventional tillage on weed biodiversity and water and nitrogen use efficiency in single crop and mixed soybean and sunflower cultivation. Journal of Ecological Agriculture, 7 (2): 133-120. (In Persian).

Seyedi S M, Azadbakht A and Fesahat A. 2018 .Evaluation of growth characteristics, yield and yield components of three cultivars of chickpea in expected and spring cultivation. Scientific-Research Journal of Agriculture and Plant Breeding, 14(1): 86-73. (In Persian).

Shaban M. 2011. Effect of drought stress and nitrogen fertilizer on yield and yield components of chickpea. M.Sc Thesis. Razi University of Kermanshah. (In Persian).

Shafaroodi A, Valiollahi S and Zavareh M. 2012 .Effects of planting date and plant density on leaf area index of two native bean stands. Fifth National Conference on Cereals .Iran .Karaj. 7 p. (In Persian).

Siahkuhian S, Golavi M, Ramroudi M, Nezami A and Heydari M. 2010. Investigation of yield components, yield and grain protein content of autumn chickpea genotypes in Zabol. New Agricultural Findings, 4(1): 70-63. (In Persian).

Tahir NA and Karim HFH. 2011. Determination of Genetic Relationship among Some Varieties of Chickpea (*Cicer arietinum* L) in Sulaimani by RAPD and ISSR Markers. Jordan Journal of Biological Sciences, 4: 77-86.