دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره نهم، شماره ۱۶، بهار و تابستان ۱۴۰۳
http://arpe.gonbad.ac.ir

بررسی اثرات آبیاری تکمیلی و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود سبز در منطقه گنبد

فرامرز سیدی[1*]، یونس محمدنژاد[2]

[1]مربی پژوهش بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گرگان

[2]استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۷

چکیده

مقدمه: نخود سبز (*Pisum sativum* L.) لگوم یکساله فصل خنک، غنی از اسیدهای آمینه ضروری لیسین و تریپتوفان بوده و از نظر تناوب زراعی و نیز افزایش تنوع زیستی حائز اهمیت است. این گیاه با توانایی تثبیت نیتروژن، استفاده از بارندگی‌های پائیزه و شکستن چرخه بیماری‌ها و آفات اهمیت ویژه‌ای دارد. این آزمایش به‌منظور تعیین زمان آبیاری و آرایش کاشت مناسب نخود سبز اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثرات آبیاری تکمیلی و آرایش کاشت بر عملکرد غلاف و اجزای عملکرد در نخود سبز رقم گرین‌ارو آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد واقع در استان گلستان طی دو سال (۱۳۹۸-۱۳۹۷) اجرا شد. کرت اصلی شامل چهار تیمار آبیاری: یک نوبت آبیاری در مرحله شروع گلدهی، یک نوبت آبیاری در مرحله شروع غلاف‌دهی، دو نوبت آبیاری در مراحل شروع گلدهی و شروع غلاف‌دهی و بدون آبیاری و کرت فرعی ترکیبی از دو عامل فاصله ردیف کاشت (۱۷ و ۳۴ سانتی متر) و فاصله روی ردیف (۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ سانتی‌متر) بود. صفات مورد بررسی تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد غلاف و تعداد شاخه فرعی بود.

نتایج: نتایج تجزیه مرکب در این آزمایش نشان داد اثر سال، فاصله ردیف و روی ردیف و اثر متقابل سال و آبیاری بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود. تعداد دانه در غلاف به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر فاصله روی ردیف قرار گرفت. وزن صد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر فاصله ردیف و روی ردیف قرار گرفت. عملکرد غلاف به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر آبیاری، فاصله ردیف و روی ردیف قرار گرفت. یک نوبت آبیاری در مرحله شروع غلاف‌دهی و یا دو نوبت آبیاری (مرحله شروع گلدهی + شروع غلاف‌دهی) موجب افزایش عملکرد غلاف نخود سبز در حدود ۱۸۰۰ کیلوگرم در هکتارگردید. افزایش فاصله ردیف کاشت از ۱۷ به ۳۴ سانتی‌متر موجب افزایش تعداد

*نویسنده مسئول: fsayyedi@gmail.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.101]

غلاف در بوته و عملکرد غلاف گردید. حداکثر عملکرد غلاف (۱۶۳۴۹ کیلوگرم در هکتار) در فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر حاصل شد. کاهش بیشتر فاصله ردیف نتوانست کاهش تعداد غلاف در بوته را جبران کند.

نتیجه‌گیری کلی: با توجه به نتایج می‌توان فاصله ردیف ۳۴ سانتی‌متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و یک نوبت آبیاری در مرحله شروع غلاف‌دهی را برای نخود سبز در منطقه گنبد توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، آرایش کاشت، فاصله ردیف، غلاف در بوته، غلاف‌دهی

مقدمه

نخود سبز (*Pisum sativum* L.) از حبوبات یک‌ساله فصل خنک، غنی از اسیدهای آمینه ضروری لیسین و تریپتوفان بوده (Elzebroek and Wind, 2008) و از نظر تناوب زراعی و نیز افزایش تنوع زیستی حائز اهمیت است. مجموع سطح زیرکشت نخود سبز در دنیا در سال ۲۰۲۲ به‌صورت خشک و تر ۹/۸ میلیون هکتار بوده است که ۷۳ درصد از این سطح کشت به صورت خشک (۷/۲ میلیون هکتار) و ۲۷ درصد به صورت تر(۲/۶ میلیون هکتار)، به ترتیب با متوسط عملکرد ۱۹۷۹ و ۸۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و تولید سالانه به‌ترتیب ۱۴/۲ و ۲۰/۹ میلیون تن بوده است (FAO, 2022). سطح زیر کشت و تولید حبوبات در استان گلستان در همان سال به ترتیب ۵۰۹۴ هکتار و ۵۵۱۵ تن بوده است (Ahmadi, 2022). سطح زیر کشت نخود سبز در استان گلستان در حدود ۱۵۰۰هکتار می‌باشد.

تراکم بوته در واحد سطح یکی از عوامل مهم در تولید محصولات زراعی است که بر جذب و بهره‌وری گیاه از عوامل محیطی تاثیر می‌گذارد (Khajehpour, 2022). در گیاهان زراعی معمولاً رابطه تنگاتنگی بین تراکم بوته و عملکرد وجود دارد. منحنی رابطه بین تراکم بوته و عملکرد بر اساس اینکه کل اندام هوایی یا دانه عملکرد محسوب می‌شوند به‌ترتیب می‌تواند حالت مجانب یا سهمی داشته باشد. در نخود سبز هر دو نوع رابطه می‌تواند بین تراکم بوته و عملکرد دانه وجود داشته باشد (Heath *et al*., 1991; Moot and Mc Neil, 1995; Spies *et al*., 2010). این امر می‌تواند به رقم (به خصوص توانایی شاخه‌دهی و تیپ برگ) بستگی داشته باشد. تعداد شاخه‌های فرعی در نخود سبز به رقم و تراکم بوته بستگی دارد. توانایی تولید شاخه در ارقام مختلف نخود سبز متفاوت بوده و دامنه تولید شاخه فرعی به تراکم بوته بستگی دارد (Heath *et al*., 1991; Knot and Belcher, 1998; Spies *et al*., 2010). اسپایز و همکاران (Spies *et al*., 2010) ضمن بررسی شاخه‌دهی در ارقام نخود سبز با شاخه‌دهی متفاوت و رابطه بین تراکم بوته و عملکرد، تراکم ۸۸ بوته در متر مربع را برای شرایط مورد بررسی در کانادا توصیه نمودند. با افزایش تراکم و نزدیک‌تر شدن فاصله روی ردیف تعداد شاخه‌های پایه‌ای در آزمایش فوق کاهش یافت. نفوذ کمتر تشعشع به درون کانوپی در تراکم‌های بالای بوته تعداد شاخه - فرعی را کاهش می‌دهد. در آزمایش‌های مختلف با توجه به شرایط اقلیمی، فصل، رقم مورد کشت، نحوه آبیاری و نوع خاک و فواصل ردیف، تراکم بوته از ۳۰ الی ۹۰ بوته در متر مربع برای نخود سبز توصیه شده است (Mousavi and Pezeshkpoor, 2006; Biabani, 2008; Heath *et al*., 1991; Knot and Belcher, 1998; Munakamwe, 2008; Spies *et al*., 2010; Nleya and Rickertsen, 2011).

در آزمایشی که موسوی و پزشکپور (Mousavi and Pezeshkpoor, 2006) جهت بررسی تاثیر آرایش کاشت بر تولید محصول نخود سبز لاین امید بخش بهار در شرایط دیم استان لرستان انجام دادند گزارش نمودند که بیشترین عملکرد دانه (۱۰۵۰ کیلو گرم در هکتار) در آرایش کاشت ۳۰ در ۵ سانتی‌متر با تراکم بوته (۶۷ بوته در متر مربع) تولید شد. در حالی‌که بیابانی (Biabani, 2008) گزارش نمود که حداکثر عملکرد غلاف (۱۲/۱ تن در هکتار) نخود سبز رقم

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.101]

گرین‌ارو در آرایش کاشت ۳۰ در ۱۰ سانتی‌متر تولید شد. هر چند در آزمایش ایشان اثر فاصله ردیف و روی ردیف بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نبود با این حال با افزایش فاصله ردیف تعداد غلاف در بوته روند افزایشی داشت. آزمایشات متعددی حاکی از افزایش تعداد غلاف در بوته با افزایش فاصله ردیف و روی ردیف نخود سبز بوده است (Torabi *et al*., 2007; Sajid *et al*., 2012; Asgari *et al*., 2018; Sunday *et al*., 2018).

ساجید و همکاران (Sajid *et al*., 2012) اثر فواصل ردیف ۴۰ الی ۱۰۰ سانتی‌متر بر عملکرد نخود سبز در فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بررسی و گزارش نمودند که حداکثر عملکرد غلاف در فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر تولید شد. در مطالعه آنها با افزایش فاصله ردیف تعداد غلاف و شاخه در بوته افزایش یافت، اما تعداد دانه در غلاف کاهش یافت. نتایج متنوع آزمایش‌های آرایش کاشت و تراکم بوته را می‌توان به شرایط مورد مطالعه و تفاوت ژنوتیپ‌های مورد بررسی نسبت داد. ساندی و همکاران (Sunday *et al*., 2018) طی بررسی اثرات تراکم بوته ۱۳ و ۲۲ بوته در متر مربع با فواصل ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فواصل بوته ۱۵ و ۲۵ سانتی‌متر گزارش نمودند که بیشترین عملکرد دانه با تراکم ۱۳ بوته در متر مربع در آرایش کاشت ۲۵ در ۳۰ حاصل شده است. آنها گزارش نمودند با افزایش تراکم از ۱۳ به ۲۲ بوته در متر مربع ارتفاع بوته افزایش یافت که این امر را به رقابت برای نور نسبت دادند. همچنین با کاهش تراکم بوته (افزایش فاصله بوته) تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، عملکرد غلاف سبز و تعداد دانه در غلاف افزایش یافت. عسگری و همکاران (Asgari *et al*., 2018) طی بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد غلاف سبز ارقام نخود سبز اظهار داشتند که با کاهش فاصله روی ردیف و افزایش تراکم بوته فضای رشد و استفاده از منابع محیطی برای تک بوته کاهش پیدا کرده این امر موجب کاهش چشمگیر تعداد غلاف در بوته نسبت به تراکم‌های کمتر شده است. شفارودی و همکاران (Shafaroodi *et al*., 2010) افزایش در تعداد غلاف در بوته در تراکم‌های پائین بوته را به افزایش تعداد شاخه‌های فرعی نسبت داده‌اند. لیو و همکاران (Liu *et al*., 2003) همچنین گزارش نمودند با افزایش تراکم تعداد غلاف‌های بارور در بوته کاهش می‌یابد که علت را افزایش رقابت بین بوته‌ها برای منابع محدود دانست.

گزارشات زیادی حاکی از آن است که عملکرد نخود سبز به تنش آب در زمان گلدهی و غلاف‌دهی حساس است (Maurer *et al*.1968; Stoker, 1973; Silim *et al*., 1992; Annandale *et al*., 2000; Rasaei *et al*., 2011). تنش خشکی در مرحله گلدهی موجب ریزش گل و کاهش تعداد غلاف و عقیم شدن دانه‌های داخل غلاف می‌گردد (Nemeskéri and Helyes, 2019). قاسم‌باغلو و همکاران (Ghasembaghlou *et al*., 2021) گزارش نمودند تنش خشکی موجب کاهش تعداد غلاف در بوته می‌شود. کانوار و همکاران (Kanwar *et al*., 2001) گزارش نمودند که آبیاری موجب افزایش عملکرد نخود سبز گردید و بیشترین عملکرد دانه با دو نوبت آبیاری (یک‌بار قبل از گلدهی و یک‌بار در مرحله نمو دانه) حاصل شد. ساروچ و همکاران (Saroch *et al*., 2015) حداکثر مقدار کارآیی مصرف آب برای عملکرد غلاف سبز را ۶/۵ کیلوگرم در متر مکعب آب گزارش نمودند. همچنین سانتوس و همکاران (Santos *et al*., 2018) کارآیی مصرف آب در چهار رقم نخود سبز مورد مطالعه را ۰/۸ تا ۳/۰۶ کیلوگرم در متر مکعب گزارش نمودند. ری و همکاران (Ray *et al*., 2023) در مقاله مروری بهره‌وری آب را در نخود سبز را در شرایط دیم، یک نوبت آبیاری و دو نوبت آبیاری به‌ترتیب ۱/۶۴، ۱/۴۵ و ۱/۱۵ کیلگرم بر مترمکعب گزارش نمودند.

در استان گلستان عمدتاً ارقام اوتریلو[2]، الکساندرا[3] و گرین‌ارو[4] مورد کشت قرار می‌گیرند و اطلاعات اندکی در مورد آرایش کاشت مطلوب نخود سبز در منطقه وجود دارد لذا ضرورت داشت که زمان مناسب آبیاری در مرحله حساس گیاه و

2- Utrilo

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.101]

آرایش کاشت مناسب جهت حفظ بهتر رطوبت ذخیره‌ای در خاک برای مراحل بعدی تعیین تا از این طریق باعث افزایش و تثبیت عملکرد و افزایش کارایی مصرف آب در گیاه گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی اثرات توام آبیاری تکمیلی و آرایش کاشت بر گیاه نخود سبز رقم گرین‌ارو در دو سال (۹۷- ۱۳۹۶ و ۹۸- ۱۳۹۷) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد واقع در سه کیلومتری شمال شرقی شهرستان گنبد با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی انجام شد. متوسط بارندگی و درجه حرارت سالیانه به ترتیب برابر با ۴۵۳/۷ میلی متر و ۱۷/۸ درجه سانتی گراد و آب و هوای منطقه مدیترانه‌ای می-باشد. در طی اجرای آزمایش مجموع بارندگی در طی فصل رشد در سال اول و دوم به ترتیب ۲۷۹ و ۵۰۹ میلی‌متر بود (جدول ۱). آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کرت اصلی شامل چهار تیمار زمان آبیاری بود که شامل ۱) یک نوبت آبیاری در مرحله شروع گلدهی، ۲) یک نوبت آبیاری در مرحله شروع غلاف، ۳) یک نوبت آبیاری در مرحله شروع گلدهی + یک نوبت آبیاری در مرحله شروع غلاف و ۴) بدون آبیاری و کرت فرعی ترکیبی از دو عامل فاصله ردیف (۱۷ و ۳۴ سانتی‌متر) و فاصله بوته روی ردیف (۶، ۸، ۱۰و ۱۲ سانتی‌متر) بود. هر کرت فرعی به طول ۴ متر و شامل ۴ ردیف کاشت برای فاصله ردیف ۳۴ سانتی‌متر و ۸ ردیف کاشت برای فاصله ردیف ۱۷ سانتی‌متر بود. تاریخ کاشت سال اول ۲۴ آبان و سال دوم ۱۵ آذر ماه بود.

جدول ۱- متوسط درجه حرارت و مجموع بارندگی ماه‌های طول دوره رشد نخود سبز در سال‌های ۹۷- ۱۳۹۶ و ۹۸- ۱۳۹۷ و میانگین منطقه گنبد

Table 1- Average temperature and total rainfall of the months during the growth period of green peas in Gonbad during 2017 and 2018

	مجموع بارندگی ماهانه Monthly rainfall (mm)			متوسط دما Average tempreture (°C)		
ماه‌های سال	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸	میانگین ۱۰ سال	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸	میانگین ۱۰ سال
Months of the year	2017-18	2018-19	10-year average	2017-18	2018-19	10-year average
آبان.Oct	27.9	30.6	45.9	18.6	16.0	16.1
آذر.Nov	7.8	62.7	49.4	10.5	12.3	10.6
دی.Dec	45.4	81.2	36.4	10.3	10.4	8.5
بهمن.Jan	65.8	152.3	75.3	9.0	9.7	9.0
اسفند.Feb	78.8	167.1	61.8	12.8	12.3	11.4
فروردین.Mar	33.9	51.2	55.1	15.6	15.5	14.8
اردیبهشت.Apr	33.5	41.5	33.9	20.4	20.8	20.2

قبل از کاشت مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و اوره به مقدار ۵۰ کیلوگرم بر اساس نتیجه تجزیه خاک طبق توصیه بخش خاک و آب تحقیقات کشاورزی، در زمین به طور یکنواخت

3- Alexandra
4- Green Arrow

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.101]

پخش و به وسیله دیسک با خاک مخلوط شد. رقم نخود سبز مورد کاشت گرین ارو بود. در هر محل کاشت دو بذر کاشته شد که بعد از سبز شدن طی یک نوبت تنک شدند. آبیاری به صورت کرتی انجام شد. کنترل علف‌های هرز با دست صورت گرفت. در زمان برداشت۱۰ بوته از هر کرت انتخاب و تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد غلاف در بوته و وزن صد دانه شمارش و یا اندازه گیری شدند. غلاف‌های بوته‌های وسط با حذف تک بوته به عنوان حاشیه از ابتدا و انتهای خطوط کاشت، برداشت و غلاف‌ها توزین و عملکرد غلاف در واحد سطح محاسبه گردیدند. تجزیه واریانس داده‌های حاصله و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در هر سال به طور جداگانه و در سال دوم نیز تجزیه مرکب داده‌های دو سال با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود ($F_{1,4}$=9.4, p=0.05). اثر تیمارهای آبیاری بر تعداد غلاف در بوته در تجزیه مرکب داده‌ها معنی دار نبود. اما معنی دار بودن اثر متقابل سال و آبیاری بیانگر عکس‌العمل متفاوت این صفت در دو سال آزمایش به آبیاری بود ($F_{3,12}$=4.74, p=0.02)، به‌طوری که در سال اول تعداد غلاف در شرایط یک‌بار آبیاری در گلدهی و یا غلاف‌دهی بیشترین مقدار بود (جدول ۲)؛ در حالی‌که درسال دوم بیشترین تعدادغلاف در بوته از آبیاری در زمان (گلدهی + غلاف) و یک‌بار آبیاری در زمان غلاف حاصل شد. آبیاری در مرحله غلاف‌دهی در هر دو سال تعداد غلاف بیشتری را تولید نموده است. اثر فاصله ردیف بر تعداد غلاف در بوته در هر دو سال آزمایش معنی‌دار بود ($F_{1,1}$=75.76, p=0.05). در هر دو سال آزمایش با افزایش فاصله ردیف از ۱۷ سانتی‌متر به ۳۴ سانتی‌متر تعداد غلاف در بوته افزایش یافت (جدول ۲). اثر فاصله روی ردیف بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود ($F_{3,3}$=59.59, p=0.0036). به طوری‌که با افزایش فاصله بوته روی ردیف از ۶ سانتی‌متر تا ۱۰ سانتی‌متر تعداد غلاف در بوته در سال اول به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). بین فاصله روی ردیف ۱۰ و ۱۲ سانتی‌متر از نظر تعداد غلاف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. اما در سال دوم تا فاصله ردیف ۱۲ سانتی‌متر تعداد غلاف در بوته افزایش یافت. تعداد دانه در غلاف به طور معنی‌داری تحت تاثیر فاصله روی ردیف قرار گرفت ($F_{3,3}$=10.56, p=0.0420). به طوری‌که با افزایش فاصله روی ردیف از ۶ سانتی‌متر تا ۱۰ سانتی تعداد دانه در غلاف افزایش و سپس کاهش یافت (جدول ۲)، اما نوسانات آن اندک بود. ظاهراً با افزایش فواصل روی بوته و لذا افزایش فضای بوته و نیز افزایش تعداد غلاف در بوته، کمبود مواد فتوسنتزی تعداد دانه در غلاف را محدود نموده است.

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که وزن صد دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر روی ردیف ($F_{3,3}$=139.43, p=0.001) قرار گرفته است. با افزایش فاصله ردیف از ۱۷ سانتی‌متر به ۳۴ سانتی‌متر وزن صد دانه به ترتیب از ۴۷/۰ به ۴۷/۵ گرم افزایش یافت (جدول ۳). با افزایش فاصله روی ردیف وزن صد دانه از ۴۵/۵ گرم در فاصله روی ردیف ۶ سانتی-متر به ۴۹/۰ گرم در فاصله روی ردیف ۱۲ سانتی‌متر افزایش یافت. روند افزایش وزن صد دانه با افزایش فاصله روی ردیف در هر دو سال آزمایش مشاهده شد. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر آبیاری ($F_{3,3}$=67.64, p=0.003)، فواصل ردیف ($F_{1,1}$=348.48, p=0.0341) و روی ردیف ($F_{3,3}$=236.07, p=0.0005) بر عملکرد غلاف معنی‌دار بود. آبیاری چه در مرحله گلدهی و چه در مرحله غلاف‌دهی و یا هر دو مرحله باعث افزایش در عملکرد غلاف در واحد سطح شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد غلاف (۱۵۷۴۶ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد غلاف (۱۳۶۳۶ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب مربوط به دو نوبت آبیاری (گل + غلاف) و عدم آبیاری بود. این افزایش عملکرد را می‌توان به افزایش تعداد غلاف در بوته نسبت داد. بین عملکرد غلاف با دو نوبت آبیاری (مرحله گلدهی + غلاف) و یک نوبت آبیاری در مرحله غلاف تفاوت

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.101]

معنی‌داری وجود نداشت. افزایش فاصله ردیف موجب افزایش عملکرد غلاف در هر دو سال آزمایش شد. افزایش فاصله روی ردیف از ۶ تا ۱۰ سانتی‌متر موجب افزایش ۲۱۰۰ کیلوگرم در عملکرد غلاف گردید.

جدول ۲- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد غلاف نخود سبز تحت تاثیر آبیاری تکمیلی در فواصل ردیف و روی ردیف مختلف در سال‌های ۹۷- ۱۳۹۶ و ۹۸- ۱۳۹۷

Table 2- Means of pod number per plant, number of seeds per pod and pod yield of field pea under supplementary irrigation at different row and within-row distances in 2017 and 2018

	غلاف در بوته Pod/plant		دانه در غلاف Seed/pod		عملکرد غلاف Pod yield (kg/ha)	
تیمارها Treatments	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۷-۹۸ 2018-19	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۷-۹۸ 2018-19	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۷-۹۸ 2018-19
آبیاری Irrigation						
گلدهی Flowering	9.70 a	9.41 b	5.35 a	5.43 a	13877.9 b	14943.7 b
شروع غلاف‌دهی Beginning Pod	9.58 ab	10.23 ab	5.42 a	5.39 a	14822.6 a	16103.6 a
گلدهی + شروع غلاف‌دهی Flower.+ Begin. Pod	9.27 bc	10.54 a	5.50 a	5.41 a	15316.5 a	16176.2 a
بدون آبیاری Non-Irrigation	9.01 c	9.29 b	5.24 a	5.27 a	12939.3 c	14333.2 c
LSD (0.05)	0.40	0.95	ns	ns	925.3	593.8
فاصله ردیف Row Spacing (cm)						
17	8.47 b	9.14 b	5.43 a	5.39 a	14039.2 b	15209.6 b
34	10.31 a	10.59 a	5.34 a	5.34 a	14439.0 a	15568.7 a
LSD (0.05)	0.277	0.34	ns	ns	372.0	ns
روی ردیف Within-row distance (cm)						
6	7.03 c	7.60 d	5.26 c	5.14 c	13610.5 c	14854.3 c
8	8.87 b	9.11 c	5.41 b	5.36 b	14500.4 b	15574.9 b
10	10.92 a	10.96 b	5.55 a	5.68 a	15861.8 a	16836.5 a
12	10.71 a	11.80 a	5.30 bc	5.29 b	12983.7 d	14291.0 d
LSD (0.05)	0.39	0.42	0.13	0.15	526.1	542.1

در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

In each column, the means that have at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level.

افزایش بیشتر فاصله روی ردیف با کاهش عملکرد غلاف همراه بود. تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که تعداد شاخه فرعی به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر فاصله ردیف ($F_{1,1}$=417.33, p=0.0311) و روی ردیف ($F_{3,3}$=213.64, p=0.0005) قرار گرفته است. با افزایش فاصله ردیف تعداد شاخه فرعی افزایش یافت (جدول ۳). کاهش تعداد شاخه فرعی در تراکم بالا را می‌توان به نفوذ کمتر تشعشع به درون کانوپی نسبت داد. با افزایش فاصله روی ردیف تا ۱۰ سانتی‌متر تعداد شاخه فرعی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.101]

به‌طور معنی‌داری افزایش و سپس با افزایش فاصله روی ردیف کاهش یافت. بیشترین تعداد شاخه فرعی در فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در هر دو سال آزمایش حاصل شد. کارآیی مصرف آب به طور معنی‌داری تحت تاثیر سال و فاصله روی ردیف قرار گرفت. تجزیه سالیانه کارآیی مصرف آب نشان داد که در هر دو سال آزمایش یک‌بار آبیاری در زمان غلاف‌دهی کارآیی مصرف آب بیشتری در مقایسه با یک‌بار آبیاری در زمان گل‌دهی و یا دوبار آبیاری (گل‌دهی و غلاف) دارد (جدول ۳). همچنین در مجموع دو سال آزمایش با افزایش فاصله روی ردیف تا ۱۰ سانتی‌متر کارآیی مصرف آب افزایش و به ۴ کیلوگرم غلاف سبز در متر مکعب آب رسید و سپس با افزایش بیشتر فاصله روی ردیف کاهش و به ۳/۳ کیلوگرم در متر مکعب رسید.

جدول ۳- مقایسه میانگین وزن صد دانه، تعداد شاخه فرعی و کارآیی مصرف آب در نخود سبز تحت تاثیر آبیاری تکمیلی در فواصل ردیف و روی ردیف مختلف در سال‌های ۹۷- ۱۳۹۶ و ۹۸- ۱۳۹۷

Table 3- Means of 100-seed weight, number of branches and pod water productivity of field pea under supplementary irrigation at different row and within-row distances in 2017 and 2018

	وزن صد دانه		تعداد شاخه فرعی		کارآیی مصرف آب	
	100-seed weight (g)		No. of branches		Water productivity(kg/m^{-3})	
تیمار	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸
Treatments	2017-18	2018-19	2017-18	2018-19	2017-18	2018-19
آبیاری Irrigation						
گلدهی Flowering	47.77 a	47.94 a	1.42 a	1.61 a	4.34 bc	2.70 b
شروع غلاف‌دهی Beginning Pod	47.78 a	47.77 a	1.38 a	1.39 a	4.58 ab	2.94 a
گلدهی + شروع غلاف‌دهی Flower.+ Begin. Pod	46.54 a	46.08 a	1.52 a	1.46 a	4.21 c	2.76 b
بدون آبیاری Non-Irrigation	46.05 a	48.53 a	1.49 a	1.52 a	4.62 a	2.79 b
LSD (0.05)	ns	ns	ns	ns	0.28	0.13
فاصله ردیف Row Spacing (cm)						
17	46.77 a	47.34 a	1.37 b	1.42 b	4.47 b	2.77 a
34	47.30 a	47.81 a	1.53 a	1.57 a	4.50 a	2.83 a
LSD (0.05)	ns	ns	0.12	0.09	0.11	ns
روی ردیف Within-row distance (cm)						
6	45.24 c	45.77 d	0.82 c	0.83 c	4.24 c	2.71 c
8	46.20 b	47.01 c	1.42 b	1.48 b	4.53 b	2.83 b
10	47.99 a	48.19 b	2.06 a	2.20 a	4.94 a	3.06 a
12	48.67 a	49.37 a	1.50 b	1.48 b	4.05 a	2.59 d
LSD (0.05)	0.87	0.88	0.17	0.12	0.16	0.10

در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

In each column, the means that have at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.101]

افزایش تعداد غلاف در بوته با افزایش فواصل ردیف (جدول ۲) منطبق با یافته‌های ترابی و همکاران (Torabi *et al*., 2007)، ساجید و همکاران (Sajid *et al*., 2012)، شاوکات و همکاران (Shaukat *et al*., 2012) و عسگری و همکاران (Asgari *et al*., 2018) بود. افزایش تعداد غلاف در بوته با افزایش فاصله ردیف را می‌توان به افزایش استفاده منابع محیطی و فضای رشد برای تک بوته نسبت داد. عدم معنی‌دار بودن اثر متقابل فاصله ردیف و روی ردیف حاکی از آن است که عکس‌العمل تعداد غلاف در بوته به فواصل روی ردیف در هر دو فاصله ردیف روند مشابه‌ای داشته است به عبارتی با افزایش تراکم بوته؛ یعنی، کاهش فاصله روی ردیف تعداد غلاف در بوته کاهش یافته است. این روند مشابه گزارش سایر محققین (Asgari *et al*., 2018; Ayaz *et al*., 2004; Spies *et al*., 2010; Rasaei *et al*., 2012; Sajid *et al*., 2012; Sunday *et al*., 2018) بوده است. به نظر می‌رسد که افزایش رقابت بین بوته‌ها برای منابع محدود و کاهش فضای ایجاد شده برای تولید غلاف برای هر بوته با افزایش تراکم، دلیل اصلی کاهش تعداد غلاف با افزایش تراکم بوته باشد. لیو و همکاران (Liu *et al*., 2003) و جتنر و همکاران (Jettner *et al*., 1999) نیز گزارش کردند با افزایش تراکم بوته تعداد غلاف در بوته نخود زراعی کاهش می‌یابد. لیو و همکاران (Liu *et al*., 2003) این مورد را به افزایش رقابت بین بوته‌ها برای منابع محدود نسبت دادند. تعداد دانه در غلاف به طور معنی‌داری تحت تاثیر فاصله روی ردیف قرار گرفت، به طوری که با افزایش فاصله روی ردیف از ۶ تا ۱۰ سانتی‌متر تعداد دانه در غلاف افزایش و سپس کاهش یافت (جدول ۲)، اما نوسانات آن اندک بود. ظاهراً با افزایش فواصل روی بوته و لذا افزایش فضای بوته و نیز افزایش تعداد غلاف در بوته، کمبود مواد فتوسنتزی تعداد دانه در غلاف را محدود نموده است. آبیاری چه در مرحله گلدهی و چه در مرحله غلاف‌دهی و یا هر دو مرحله باعث افزایش در عملکرد غلاف در واحد سطح شد (جدول ۲).

بیشترین عملکرد غلاف (۱۵۷۴۶ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد غلاف (۱۳۶۳۶ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب مربوط به دو نوبت آبیاری (گل + غلاف) و عدم آبیاری بود. این یافته در هماهنگی با یافته‌های کانوار و همکاران (Kanwar *et al*., 2001) بود. این افزایش عملکرد را می‌توان به افزایش تعداد غلاف در بوته نسبت داد (جدول ۲). بین عملکرد غلاف با دو نوبت آبیاری (مرحله گل + غلاف) و یک نوبت آبیاری در مرحله غلاف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. افزایش فاصله ردیف موجب افزایش عملکرد غلاف در هر دو سال آزمایش شد (جدول ۲). افزایش فاصله روی ردیف از ۶ تا ۱۰ سانتی‌متر موجب افزایش ۲۱۰۰ کیلوگرم در عملکرد غلاف گردید. کمالی و همکاران (Kamali *et al*., 2021) نیز طی بررسی عوامل محدودکننده عملکرد نخود سبز در منطقه گنبد کاوس، ۱۹/۵۶ درصد کاهش عملکرد را به افزایش تراکم بوته (به‌عبارتی کاهش فاصله روی ردیف) نسبت دادند. افزایش بیشتر فاصله روی ردیف با کاهش عملکرد غلاف همراه بود. به‌نظر می‌رسد افزایش تعداد غلاف در بوته در اثر افزایش فاصله روی ردیف بیش از ۱۰ سانتی‌متر نتوانسته کاهش تعداد بوته و غلاف در واحد سطح را جبران کند. کاهش عملکرد غلاف با کاهش فاصله روی ردیف (افزایش تراکم بوته) را می‌توان به رقابت بیش از حد بوته‌های مجاور با یکدیگر به عبارتی رقابت درون گونه‌ای برای بدست آوردن منابع محیطی مخصوصاً تشعشع نسبت داد.

هر چند پروسینسکی و بوروسکا (Prusiński and Borowska, 2022) طی بررسی اثر تراکم بوته و فواصل ردیف بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی نخود سبز از سال ۲۰۱۶ به مدت چهار سال گزارش نمودند تراکم بوته در سال‌های مختلف تاثیری بر عملکرد دانه نداشت با این حال نتایج حاکی از آن بود که با افزایش تراکم بوته (کاهش فاصله روی ردیف) تعداد غلاف در بوته روند کاهشی داشته است. با افزایش فاصله ردیف تعداد شاخه فرعی افزایش یافت (جدول ۳). این نتایج در هماهنگی با یافته‌های اسپایز و همکاران (Spies *et al*., 2010) بود. کاهش تعداد شاخه فرعی در تراکم بالا را می‌توان به نفوذ کمتر تشعشع به درون کانوپی نسبت داد. با افزایش فاصله روی ردیف تا ۱۰ سانتی‌متر تعداد شاخه فرعی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.101]

به‌طور معنی‌داری افزایش و سپس با افزایش فاصله روی ردیف کاهش یافت. در هر دو سال آزمایش یک‌بار آبیاری در زمان غلاف‌دهی کارآیی مصرف آب بیشتری در مقایسه با یک‌بار آبیاری در زمان گل‌دهی و یا دوبار آبیاری (گل‌دهی و غلاف) داشت (جدول ۳). همچنین در مجموع دو سال آزمایش با افزایش فاصله روی ردیف تا ۱۰ سانتی‌متر کارآیی مصرف آب افزایش و به ۴ کیلوگرم غلاف سبز در متر مکعب آب رسید و سپس با افزایش بیشتر فاصله روی ردیف کاهش و به ۳/۳ کیلوگرم در متر مکعب رسید. این مقادیر در محدوده مقادیر گزارش شده توسط سانتوس و همکاران (Santos *et al.*, 2018) به عبارتی ۰/۸ تا ۳/۰۶ کیلوگرم در متر مکعب و حداکثر کارآیی مصرف آب بر اساس عملکرد غلاف سبز گزارش شده توسط ساروچ و همکاران (Saroch *et al.*, 2015) ۶/۵ کیلوگرم در مترمکعب بود.

نتیجه‌گیری کلی

بررسی اثرات آبیاری تکمیلی و آرایش کاشت بر عملکرد غلاف نخود سبز رقم گرین‌ارو نشان داد یک نوبت آبیاری در مرحله شروع غلاف و یا دو نوبت آبیاری (مرحله شروع گلدهی + شروع غلاف‌دهی) موجب افزایش عملکرد غلاف نخود سبز در حدود ۱۸۰۰ کیلوگرم گردید. با افزایش فاصله ردیف عملکرد غلاف و تعداد غلاف در بوته افزایش یافت. افزایش فاصله روی ردیف از ۶ تا ۱۰ سانتی‌متر موجب افزایش عملکرد غلاف گردید. افزایش بیشتر فواصل روی ردیف نتوانست کاهش تعداد غلاف در واحد سطح را جبران کند. با توجه معنی‌دار نشدن اثر متقابل فاصله ردیف و روی ردیف می‌توان فاصله ردیف ۳۴ سانتی‌متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و در صورت ضرورت یک نوبت آبیاری در مرحله شروع غلاف‌دهی را توصیه نمود.

منابع

Ahmadi K., Ebadzadeh H.R., Abdshah H., Kazemian A., Rafiei M. 2022. Agricultural statistics, first volume of agricultural products of the agricultural year 2020-2021. Ministry of Agricultural Jihad, Planning and Economic Deputy, Information and Communication Technology Center. 93 p. (In Persian).

Annandale J.G., Campbell G.S., Olivier F.C., Jovanovich N.Z. 2000. Predicting crop water uptake under full and deficit irrigation: An example using pea (*Pisum sativum* L. cv. Puget). Irrigation Science, 19: 65.

Asgari S.R., Dadashi M.R., Feyzbakhsh M.T. 2018. Investigate the effect of plant density on yield and yield components of green pods in four pea cultivars in Gorgan region. Crop Production Researches, 10 (2): 97-114.

Ayaz S., McKenzie B.A., McNeil D.L., Hill G.D. 2004. Light interception and utilization of four grain legumes sown at different plant populations and depths. The Journal of Agricultural Science, 142 (3): 297-308.

Biabani A. 2008. Effect of planting pattern (row and within-row spacing) on the green yield of garden pea (*Pisum sativum* var. Shamshiri). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 15 (5): 39-43. (In Persian).

Elzebroek T., Wind K. 2008. Guide to cultivated plants. Oxfordshire: CAB International.

Falloon P.G., White J.G.H. 1978. Effect of plant population on seed yield and yield components of field beans. Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand, Hamilton, Waikato, New Zealand. 8: 27-30.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT database. 2022. Available online: http://www.fao. org/faostat/en/#data/QC , accessed 12 December, 2023.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.101]

Ghasembaghlou M., Sedghi M., Seyed Sharifi R., Farzaneh S. 2021. The effect of biofertilizers on grain yield and yield components of pea (*Pisum sativum* L.) under different levels of irrigation. Sustainable Agriculture and Production Science, 31 (3): 169-180.

Heath M.C., Knott C. M., Dyer C.J., Rogers-Lewis D. 1991. Optimum plant densities for three semi-leafless combining peas (*Pisum sativum* L.) cultivars under contrasting field conditions. Annals of Applied Biology, 118 (3): 671-688.

Jettner R.J., Siddique K.H.M., Loss S.P., French R.J. 1999. Optimum plant density of Desi chickpea increases with increasing yield potential in southwestern Australia. Australian Journal of Agricultural Researches, 50: 1017-1025.

Kamali B., Rahemi Karizaki A., Biabani A., Mollashahi M. 2021. Analysis of the limiting factors of pea (*Pisum sativum* L.) yield in the Mediterranean conditions, case study: Gonbad Kavus. Iranian Journal Pulses Research, 12(2): 122-135.

Kanwar S., Saini S.S., Yadav S.K., Harpal S., Kumar A. 2001. Effect of irrigation and row spacing on growth and yield of field peas. Agricultural Science Digest, 21 (2): 127-128.

Khajehpour M.R. 2022. Principles of Agronomy. (4th ed.) Isfahan: Isfahan University of Technology, Jihad Publication. 648 p. (In Persian)

Knott C.M., Belcher S.J. 1998. Optimum sowing date and plant populations for winter peas (*Pisum sativum* L.). Journal of Agricultural Science, 131 (4): 449-454.

Leach G.J., Beech D.F. 1989. Response of chickpea accessions to row spacing and plant density on the vertisol on the Darling Downs, southeastern Queensland. 2. Radiation interception and water use. Australian Journal of Experimental Agriculture, 28: 377-383.

Liu P.H., Gan Y., Warkentin T., McDonald C. 2003. Morphological plasticity of chickpea in a semiarid environment. Crop Science, 43: 426-429.

Moot D.J., McNeil D.L. 1995. Yield components, harvest index and plant type in relation to yield differences in field pea genotypes. Euphytica, 86: 31-40.

Mousavi S.K., Pezeshkpoor P. 2006. Effects of planting pattern on pea (*Pissum sativum* L.) production in dryland situation of Lorestan province. Iranian Journal of Field Crops Research, 4 (2): 375-384. (In Persian).

Munakamwe Z. 2008. A physiological study of weed competition in peas (*Pisum sativum* L.), PhD Thesis. Lincoln University, Canterbury, New Zealand.

Nemeskéri E., Helyes L. 2019. Physiological responses of selected vegetable crop species to water stress. Agronomy, 9 (8): 447.

Nleya T., Rickertsen J. 2011. Seeding rate and variety effects on yield, yield components, and economic return of field pea in the northern Great Plains. Crop Management Research, 10 (1): 1-10. Available: https: //acsess.onlinelibrary.wiley.com/ doi/full/10.1094/CM-2011-0221-01-RS/, accessed 16 March, 2021.

Prusiński J., Borowska M. 2022. Effect of Planting Density and Row Spacing on the Yielding and Morphological Features of Pea (*Pisum sativum* L.). Agronomy, 12 (3): 715.

Rasaei A., Ghobadi M. E., Ghobadi M., Abdiniya K. 2011. The study of traits correlation and path analysis of the grain yield of the peas in semi-dry conditions in Kermanshah. In: Proceedings of International Conference on Food Engineering and Biotechnology, 246-249.

Rasaei A., Ghobadi M.E., Ghobadi M. 2012 .Effect of supplemental irrigation and plant density on yield and yield components of peas (*Pisum sativum* L.) in Kermanshah region. African Journal of Agricultural Research, 7 (15): 2353-2358.

Ray L.I.P., Swetha K., Singh A.K., Singh N.J. 2023. Water productivity of major pulses- A review. Agricultural Water Management, 281: 108249.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.101]

Sajid M., Rab A., Amin N., Wahid F., Jan I., Ahmad I., Ahmad Khan A., Khan M. 2012. Effect of herbicides and row spacing on the growth and yield of pea. Pakistan Journal of Weed Science Research, 18 (1): 1-13.

Santos O.F., Cunha F.F., Taira T.L., Souza E.J., Leal A.J.F. 2018. Increase in pea productivity associated with irrigation management. Horticultura Brasileira, 36: 178-183.

Saroch K., Sandal S.K. Rana K. 2015. Effect of irrigation scheduling and NK fertigation on productivity of garden peas (*Pisum sativum* var. hortense L.). Himachal Journal of Agricultural Research, 41 (2): 126-131.

Shafaroodi A., Zavareh M., Peyvast G.A., Dorri, H.R. 2010. Effect of Sowing Date and Plant Density on Grain Yield and Yield Components in Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 22 (3): 47-61. (In Persian).

Shaukat S.A., Ahmad Z., Choudhary Y.A., Shaukat S.K. 2012. Effect of different sowing dates and row spacing on the growth, seed yield and quality of off-season pea (*Pisum sativum* L. Cv. Climax) under temperate conditions of Rawalakot Azad Jammu and Kashmir. Agricultural Advances, 1 (5): 117-125.

Silim S.N., Hebblethwite P.D., Jones C. 1992. Irrigation and water use in leafless peas (*Pisum sativum*). Journal of Agricultural Science, 119 (2):211-222.

Spies J.M., Warkentin T., Shirttffe S. 2010. Basal branching in field pea cultivars and yield-densities relationship. Canadian Journal of Plant Science, 90 (5): 679-690.

Stoker R. 1973. Response of viner peas to water during different phases of growth. N*ew Zealand* Journal of Experimental Agriculture, 9: 73-76.

Sunday N., Rotdima K.J., Asabar K. 2018. The performance of field pea (*Pisum sativum* L.) as influenced by nitrogen application and plant density in Vom platea state. International Journal of Scientific and Engineering Research, 9 (6): 484-498.

Torabi Jafroudi A., Moghaddam A.F., Hasanzadeh A., Yazifar S., Ramazanzadeh S. 2007. Row spacing and inter-row spacing effect on some agrophysiological traits of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10 (24): 4543-4546.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.101]