نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد چهاردهم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۰
۵۱-۶۴
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/EJCP.2021.17811.2312

اثر متقابل روش کشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه و برخی صفات فیزیولوژیک لاین‌های جدید بادام زمینی در شرایط اقلیمی گیلان

معرفت مصطفوی‌راد[1*]، امین نوبهار[2]، مهران غلامی[3]، ابوطالب رهبر ضیابری[4]، حبیب جهانساز[5]، ابراهیم اکبرزاده[6]، شایگان ادیبی[6]

[1، 2 و 3] به‌ترتیب استادیار، کارشناس و مربی بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، رشت، ایران

[4] کارشناس زراعت، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، رشت، ایران

[5] معاونت بهبود تولیدات گیاهی سابق سازمان جهاد کشاورزی گیلان، رشت، ایران

[6] مدیر زراعت سازمان جهاد کشاورزی گیلان، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۲۱

چکیده

سابقه و هدف: بادام زمینی یکی از گیاهان مهم روغنی با عادت رشد نامحدود است که دانه و کنجاله آن به‌ترتیب دارای ۴۰ تا ۵۰ درصد روغن و ۳۰ تا ۳۵ درصد پروتئین می‌باشد. در بسیاری از کشورها بادام زمینی به‌صورت جوی و پشته‌ای کشت می‌شود که به کنترل علف‌های هرز با روش‌های مکانیکی با استفاده از روتاری یا کولتیواتور کمک می‌کند. همچنین، تراکم مناسب گیاه در واحد سطح می‌تواند فرآیند فتوسنتز را بهبود بخشد و عملکرد کمی و کیفی دانه بادام زمینی را افزایش دهد. در مطالعه حاضر، تاثیر روش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و صفات فیزیولوژیک در برخی لاین‌های جدید بادام زمینی تحت شرایط اقلیمی گیلان مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد وروش‌ها: این آزمایش به‌منظور تعیین بهترین روش و تراکم بوته برای بهبود عملکرد دانه برخی لاین‌های جدید بادام زمینی در طی دو سال زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به‌صورت کرت های دوبار خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در رشت انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو روش کشت (جوی و پشته‌ای و مسطح)، سه تراکم بوته در هکتار (D_1=۱۲۵۰۰۰، D_2=۱۰۰۰۰۰ و D_3= ۸۳۳۳۳) و پنج لاین امیدبخش بادام زمینی (۱۲۸، ۱۷۶، ۱۹۲، ۲۰۱ و ۲۰۸) به‌ترتیب به‌عنوان کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی فرعی بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که لاین جدید ۱۹۲ بیش‌ترین عملکرد دانه بادام زمینی (۳۱۲۸ کیلوگرم در هکتار)، تعداد دانه در غلاف (۲/۰۸ عدد) و عملکرد زیست‌توده (۸۹۸۳ کیلوگرم در هکتار در سال اول و ۸۶۹۳ کیلوگرم در هکتار در سال دوم) در واکنش به روش کشت مسطح و تراکم ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار تولید کرد. به علاوه، اثر متقابل بین روش کشت مسطح بادام زمینی، تراکم ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار و لاین جدید ۱۷۶ بادام زمینی و بیش‌ترین درصد روغن دانه (۵۷/۶۷ درصد) را نشان داد. بالاترین شاخص برداشت دانه بادام زمینی (۴۰/۲۹ درصد) در لاین ۱۲۸ بادام زمینی در شرایط کشت مسطح و تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار مشاهده گردید.

[*] نویسنده مسئول: mmostafavirad@gmail.com

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی، نتایج نشان داد که روش کشت مسطح، تراکم ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار و لاین جدید ۱۹۲، سبب افزایش عملکرد دانه بادام زمینی در شرایط اقلیمی گیلان شد. در این مطالعه، روش کشت مسطح بادام زمینی بر روش کشت جوی و پشته‌ای برتری داشت و لاین‌های جدید بادام زمینی از نظر عملکرد دانه در واحد سطح متفاوت بودند. نتایج این آزمایش، بیانگر آن بود که عملکرد دانه بادام زمینی به‌دلیل افزایش تراکم بوته در واحد سطح، افزایش یافت که می‌تواند ناشی از بهبود جذب تشعشع خورشیدی، افزایش ظرفیت فتوسنتزی، استفاده بهینه از واحد سطح زمین و کاهش رقابت بین گیاهی باشد. براساس نتایج این آزمایش، روش کشت مسطح، تراکم ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار و لاین جدید ۱۹۲ می‌تواند در راستای افزایش عملکرد دانه بادام زمینی در گیلان قابل توصیه باشد.

واژه‌های کلیدی: بادام زمینی، جذب تشعشع خورشیدی، روش جوی و پشته‌ای، صفات فیزیولوژیک.

مقدمه

بادام زمینی یکی از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین دانه‌های روغنی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری و معتدل است که سرشار از مواد معدنی، ویتامین‌ها، اسیدهای چرب، فیبر و ترکیبات فنلی و چهارمین محصول مهم روغنی و سومین منبع مهم پروتئین گیاهی است. دانه بادام زمینی حاوی ۴۰ الی ۵۰ درصد روغن و کنجاله آن پس از فرآیند روغن‌کشی حاوی ۳۰ تا ۵۰ درصد پروتئین خام می‌باشد که نقش به‌سزایی در تغذیه انسان و دام‌ها دارد (۱).

کمیت و کیفیت عملکرد بادام زمینی تحت تأثیر شرایط اقلیمی منطقه مانند رطوبت، نور، طول روز، درجه حرارت، ویژگی‌های خاک، تغذیه و نوع رقم قرار متفاوت می‌باشد (۱۸). نتایج تحقیقات پیشین نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد بادام زمینی تحت تاثیر روش‌های مختلف کشت قرار گرفت (۱۷). انتخاب رقم و روش مناسب با توجه به شرایط محیطی برای استقرار بهتر گیاه در مراحل اولیه رشد و تأثیر آن بر عملکرد نهایی حائز اهمیت است (۱۶). به‌علاوه، انتخاب رقم مناسب با توجه به شرایط محیطی برای استقرار بهتر گیاه در مراحل اولیه رشد و تأثیر آن بر عملکرد نهایی حائز اهمیت است (۱۷). همچنین، گزارش شده است که تولید زیست‌توده به شاخص سطح برگ و مقدار تشعشع دریافت شده در طول دوره رشد وابسته است که این مهم از طریق تعیین تراکم بهینه گیاه در واحد سطح میسر خواهد بود (۳).

با تعیین تراکم مطلوب بوته بسته به نوع رقم و لاین بادام زمینی در واحد سطح، بهره‌مندی گیاه زراعی از منابع طبیعی رشد و نهاده‌های زراعی افزایش می‌یابد و مبارزه با علف‌های هرز به‌سهولت انجام می‌شود (۱۸). محققان دیگری در مطالعه برخی ارقام جدید بادام زمینی به‌همراه شاهد منطقه (محلی گیلان) نشان دادند که تراکم ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار از نظر عملکرد غلاف در واحد سطح نسبت به تراکم ۵۵۵۵۵ بوته در هکتار برتری داشتند (۱۰). برخی محققان دریافتند که با اعمال تراکم مطلوب برای ارقام مختلف گیاهان زراعی، ضمن استفاده بهینه از مواد غذایی، رطوبت و نور می‌توان علف‌های هرز را هم به‌آسانی مهار کرد (۱۲، ۱۵ و ۱۹). برخی محققان گزارش کردند که در تراکم بوته‌های بالاتر به‌دلیل تشدید رقابت بین بوته‌ها، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و در نهایت عملکرد تک‌بوته کاهش ولی عملکرد در واحد سطح افزایش یافت (۵).

همچنین، در مطالعه بر روی ذرت، آفتابگردان و سویا گزارش شده است که با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه افزایش یافت (۹). هر چند که در سویا با افزایش تراکم بوته، محتوای پروتئین دانه کاسته شد

(۱۲). همچنین، نتایج تحقیقات پیشین نشان داده است که بالاترین مقدار عملکرد در تراکم بوته بالا به‌دست آمد (۷). برخی محققان گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، تعداد گل‌های بارور در بوته و تعداد غلاف در بوته کاهش یافت (۲۰). در مطالعه مشابه‌ای گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، تعداد دانه در غلاف لوبیا کاهش پیدا کرد (۸) و با افزایش میزان بذر و تراکم بوته در واحد سطح، عملکرد دانه و درصد روغن کاهش یافت (۶). بادام زمینی در سطحی معادل ۵۰۰۰ هکتار در مقیاس کشوری کشت می‌گردد که بیش از ۲۸۰۰ هکتار آن به استان گیلان به‌ویژه منطقه آستانه اشرفیه اختصاص دارد و درصد بالایی از مردمان این خطه از این طریق امرار معاش می‌کنند. به‌علاوه، بادام زمینی در روش سنتی بر روی خطوط و زمین مسطح انجام می‌شود و در زمان وجین علف‌های هرز خاک‌دهی پای بوته ها نیز انجام می‌شود. در بسیاری از کشورهای جهان بادام زمینی به‌صورت مکانیزه و جوی و پشته‌ای کشت می‌شود. در این روش امکان مبارزه با علف‌های هرز و برداشت بادام زمینی به‌صورت مکانیزه فراهم می گردد. همچنین، خاک‌دهی پای بوته در روش کنترل مکانیکی علف‌های هرز به‌وسیله روتیواتور و یا کولتیواتور صورت می‌گیرد و این امر سبب کاهش هزینه‌های تولید و افزایش صرفه اقتصادی برای زارعین می‌شود. وارد کردن ارقام جدید در فعالیت‌های پژوهشی و ایجاد بستر مناسبی برای امکان کشت مکانیزه بادام زمینی به‌صورت جوی و پشته‌ای می‌تواند برای بهبود وضعیت کشت و کار بادام زمینی و رونق اقتصادی این محصول در منطقه مفید واقع شود. در این راستا، آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر متقابل روش و تراکم بوته بر عملکرد لاین‌های جدید بادام زمینی در رشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش، به‌منظور تعیین مناسب‌ترین روش و تراکم بوته جهت بهبود عملکرد و اجزای عملکرد لاین‌های جدید بادام زمینی در گیلان (رشت) واقع در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۹ دقیقه و ارتفاع ۲۵ متری از سطح دریا به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در طی دو سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو روش کشت جوی و پشته‌ای و کشت مسطح، سه تراکم بوته (D_1=۱۲۵۰۰۰، D_2=۱۰۰۰۰۰ و D_3= ۸۳۳۳۳) و پنج لاین جدید بادام زمینی (۱۲۸، ۱۷۶، ۱۹۲، ۲۰۱ و ۲۰۸) به‌ترتیب به‌عنوان کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی فرعی بود.

در این آزمایش، براساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) مقدار ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و مقدار ۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار در زمان کاشت مورد استفاده قرار گرفت. همچنین، مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار گچ قبل از زمان خاک‌دهی پای بوته استفاده شد. مشخصات اقلیمی رشت در جدول ۲ درج شده است. در طول دوره آزمایش، برخی صفات زراعی نظیر ارتفاع بوته، عملکرد زیست‌توده، شاخص برداشت، طول و عرض غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه و درصد پروتئین و درصد روغن دانه بادام زمینی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری شاخص برداشت، اندام‌های هوایی بادام زمینی به‌مدت ۷۲ ساعت در دستگاه آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند تا کاملا خشک شوند. سپس از نسبت وزن کل ماده خشک به وزن دانه خشک، شاخص برداشت بر حسب درصد محاسبه شد. در مرحله برداشت محصول پس از حذف حاشیه کل بوته‌های کرت برداشت و پس از

خشک شده در هوای آزاد دانه‌های بادام زمینی از بوته‌ها جدا و عملکرد دانه در هکتار محاسبه گردید. برای تعیین روغن و پروتئین دانه بادام زمینی به‌ترتیب از روش‌های سوکسله و کجلدال استفاده شد. برای روغن موجود در دانه‌های بادام زمینی ابتدا دانه‌ها آسیاب و سپس در آون ۷۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. آنگاه از طریق روش سوکسله و توسط حلال آلی متانول-کلروفرم با نسبت ۱ به ۲ روغن موجود در دانه‌ها در سه تکرار استخراج شد که یکی از مسطح‌ترین روش‌های اندازه‌گیری روغن می‌باشد. در این روش ماده اولیه در مجاورت حلال آلی قرار می‌گیرد، پس از مدت معینی کلیه چربی نمونهٔ مورد آزمایش در حلال حل شده و پس از تبخیر حلال توزین می‌گردد (۱۴). برای تعیین درصد نیتروژن دانه از روش کجلدال استفاده شد و از حاصل‌ضرب درصد نیتروژن دانه در عدد ۲/۶۵ میزان پروتئین دانه بادام زمینی به‌دست آمد (۲۲، ۱۳). تجزیه واریانس واریانس مرکب پس از انجام آزمون بارتلت و اطمینان از یکنواختی اشتباه آزمایشی با استفاده از نرم‌افزارآماری SAS نسخه 9.1، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی.

Table 1- Physical and chemical properties of experimental field soil.

عمق خاک نمونه‌برداری (سانتی‌متر)	اسیدیته خاک	هدایت‌الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفرقابل جذب (قسمت در میلیون)	پتاسیم‌قابل جذب (قسمت در میلیون)	رس (درصد)	لوم (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
Soil depth (cm)	pH	EC (dS/m)	Organic carbon (%)	Total nitrogen (%)	Available phosphorus (ppm)	Available potassium (ppm)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Soil texture
0 - 30	6.5	5.62	1.83	0.175	10.9	220	30	28	42	Si.C

جدول ۲- مشخصات آب و هوایی منطقه رشت در سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸.

Table 2- The climatic properties of Rasht region in 2017 and 2018 cropping seasons.

2018					2019				
ماه Month	میانگین دما (درجه سلسیوس) Average of temperature (•c)	میانگین حداکثر دما (درجه سلسیوس) Average of maximum temperature (•c)	میانگین حداقل دما (درجه سلسیوس) Average of minimum temperature (•c)	میزان بارندگی (میلی‌متر) Amount of rainfall (mm)	میانگین دما (درجه سلسیوس) Average of temperature (•c)	میانگین حداکثر دما (درجه سلسیوس) Average of maximum temperature (•c)	میانگین حداقل دما (درجه سلسیوس) Average of minimum temperature (•c)	میزان بارندگی (میلی‌متر) Amount of rainfall (mm)
فروردین (April)	13.1	18.8	7.4	111.3	13.7	19.2	7.7	97.3
اردیبهشت (May)	20.6	25.7	15.5	11.2	20.5	26.3	16.3	8.5
خرداد (June)	24.3	28.8	19.8	15.3	24.6	28.9	20.3	11.3
تیر (July)	26.4	30.8	22	15	27.4	31.4	22.8	13.7
مرداد (August)	27.2	33.2	21.2	1.3	26.9	33.9	22.1	1.1
شهریور (September)	26.9	32.9	20.9	42.2	25.7	33.2	21.7	38.4

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که اثر متقابل روش کشت × تراکم بوته × لاین بادام زمینی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که لاین ۲۰۱ در روش کشت مسطح و تراکم ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار بالاترین ارتفاع بوته (۸۹/۴۵ سانتی‌متر) را داشت و کم‌ترین ارتفاع بوته (۵۲/۸۵ سانتی‌متر) به لاین ۱۹۲ و تراکم ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار در شرایط کشت جوی و پشته‌ای مشاهده شد (جدول ۵). در این آزمایش، روش جوی و پشته‌ای سبب کاهش ارتفاع بوته بادام زمینی گردید. علت این امر می‌تواند تبخیر بیش‌تر آب در روش جوی و پشته‌ای در مقایسه با روش مسطح بر روی بستر مسطح باشد. در این روش، تبخیر رطوبت خاک به‌دلیل تماس پشته‌ها از بالا و طرفین با هوای آزاد و تشعشع خورشیدی بیشتر بود. در منطقه گیلان بادام زمینی به‌صورت دیم کشت می‌شود و در صورت ضرورت اقدام به آبیاری تکمیلی می‌شود. در این آزمایش، نیز برحسب نیاز آبیاری تکمیلی با دور آبیاری یکسان در هر دو روش کشت متداول و جوی و پشته‌ای انجام گردید. محققان نشان دادند که افزایش تراکم بوته سبب افزایش ارتفاع بوته بادام زمینی گردید (۲۱) که می‌تواند ناشی از رقابت برای جذب نور خورشید باشد.

تعداد غلاف در بوته: نتایج نشان داد که اثر روش کشت و اثر متقابل تراکم بوته × لاین بادام زمینی بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که بیش‌ترین تعداد غلاف در لاین ۱۷۶ بادام زمینی (۲۶/۴۶ غلاف) در روش کشت مسطح مشاهده گردید (جدول ۴) و بر روش کشت جوی و پشته‌ای برتری نشان داد. همچنین، بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته (۳۵/۹۴ غلاف) در لاین ۱۷۶ و تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار به‌دست آمد (جدول ۵). نتایج نشان داد که افزایش تراکم تا ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار سبب افزایش تعداد غلاف در بوته در لاین ۱۷۶ گردید و در تراکم‌های ۱۲۵۰۰۰ و ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار تعداد غلاف در بوته کاهش یافت. نتایج بیان‌گر آن است که افزایش تراکم بوته بادام زمینی تا حد معینی سبب افزایش عملکرد دانه در هکتار می‌شود و تراکم بوته‌های کم‌تر و بالاتر از حد تراکم بوته مطلوب سبب افت عملکرد دانه بادام زمینی در واحد سطح می‌شود. محققان دیگری در مطالعه بر روی بادام زمینی گزارش کرده‌اند که تعداد غلاف در بوته با افزایش تراکم بوته، افزایش پیدا کرد (۱۷).

تعداد دانه در غلاف: نتایج نشان داد که اثر سال، اثر متقابل روش کشت × تراکم بوته × لاین، اثر متقابل سال × لاین و اثر متقابل سال × روش کشت × لاین بر تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در این آزمایش، لاین ۱۹۲ بادام زمینی در کشت مسطح و تراکم ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف (۲/۰۸ عدد) را تولید کرد و در لاین ۲۰۱ بادام زمینی کم‌ترین تعداد دانه در غلاف (۰/۷۸ عدد) را در کشت مسطح و تراکم ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار داشت (جدول ۶). از نتایج این آزمایش چنین استنباط می‌شود که در تراکم بوته بالا تعداد غلاف در بوته کاهش و تعداد دانه در غلاف افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که بین اجزای عملکرد دانه بادام زمینی رابطه جبرانی وجود دارد و افزایش یکی از اجزای عملکرد دانه سبب کاهش جزء دیگر می‌شود. نقش جبرانی اجزای عملکرد مکانیسمی بسیار مهم برای بهبود عملکرد در شرایط تنش و پس از تنش می‌باشد. در مطالعه مشابه‌ای بر روی گندم، گزارش شده است که تعداد دانه در سنبله پس از کاهش تعداد سنبله در بوته افزایش یافت (۷). بدین ترتیب، افزایش تعداد دانه در غلاف را می‌توان یکی از

شاخص‌های مهم افزایش عملکرد دانه در تراکم بالاتر بوته در واحد سطح برشمرد. در مطالعه مشابه‌ای گزارش شده است که با کاهش تراکم بوته، تعداد دانه در غلاف افزایش پیدا کرد (۴، ۸، ۱۱).

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه‌گیری شده در لاین‌های امیدبخش بادام زمینی تحت تاثیر روش کاشت و تراکم بوته.

Table 3- Combined variance analysis of measured traits in promising peanut lines as affected by planting method and plant density.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight	طول غلاف Pod length
Year (Y) سال	1	1051.97^{ns}	116.08^{ns}	0.38**	129^{ns}	218.76^{ns}
Y (Replication) سال (تکرار)	4	239.11	27.85	0.011	25.54	139.82
Planting method (PM) روش کشت	1	1363.28**	222.68**	0.099**	3.53^{ns}	36.46^{ns}
Year (Y) * PM اثر متقابل سال × روش کشت	1	0.000001^{ns}	0.32^{ns}	0.106**	264.62**	7.59^{ns}
E_a اشتباه اصلی	4	8.81	2.38	0.035	26.96	5.79
Plant density (PD) تراکم کاشت	2	2402.39**	543.96**	1.237**	722.81**	233.57**
PD * Y اثر متقابل سال × تراکم کاشت	2	9.28^{ns}	1.02^{ns}	0.076**	148.98**	7.05^{ns}
PM * PD اثر متقابل روش کشت × تراکم کاشت	2	123.85**	0.82^{ns}	2.41**	530.43**	13.14^{ns}
Y * PM * PD اثر متقابل سال ×روش کشت × تراکم کاشت	2	0.41^{ns}	0.61^{ns}	0.09**	189.65**	9.93^{ns}
Eb اشتباه فرعی	16	6.01	1.48	0.023	25.025	5.02
Peanut lines (PL) لاین بادام زمینی	4	1550.99**	555.02**	0.59**	1270.98**	98.67**
PL * PM اثر متقابل لاین بادام زمینی × روش کشت	4	41.04**	1.71**	0.29**	77.64**	1.17**
PL * PD اثر متقابل لاین بادام زمینی × تراکم کاشت	8	35.63**	115.02**	0.132**	265.44**	7.56^{ns}
PL * PM * PD اثر متقابل لاین بادام زمینی × روش کشت× تراکم کاشت	8	48.01**	0.62^{ns}	0.128**	14.80**	9.19^{ns}
Y * PL اثر متقابل سال × تراکم کاشت	4	11.41^{ns}	0.67^{ns}	0.041**	61.95**	4.69^{ns}
Y * PM * PL اثر متقابل سال ×روش کشت × تراکم کاشت	8	1.74^{ns}	0.71^{ns}	0.026*	51.37**	2.83^{ns}
Y * PD * PL اثر متقابل سال× تراکم کاشت × لاین بادام زمینی	8	2.17^{ns}	0.64^{ns}	0.004^{ns}	10.48*	4.99^{ns}
Y * PM * PD * PL اثر متقابل سال ×روش کشت × تراکم کاشت ×لاین بادام زمینی	8	2.67^{ns}	0.96^{ns}	0.007^{ns}	9.71^{ns}	4.46^{ns}
E_c اشتباه فرعی فرعی	96	5.09	1.26	0.008	4.90	4.94

^{ns}، * و **: به‌ترتیب عدم وجود معنی‌داری، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

^{ns}, * and **: non significant, significant at 5 and 1 probability level, respectively.

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه‌گیری شده در لاین‌های امیدبخش بادام زمینی تحت تاثیر روش کاشت و تراکم بوته.

Continuance of Table 3- Combined variance analysis of measured traits in promising peanut lines as affected by planting method and plant density.

منابع تغییر S.O.V	عرض غلاف Pod diameter	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد زیست توده Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روغن دانه Seed oil	پروتئین دانه Seed protein
Year (Y) سال	50.91^{ns}	1502068**	3693701^{ns}	1277.76**	36.01^{ns}	191.76**
Y (Replication) سال (تکرار)	42.71	35528	2258350	39.14	63.16	14.67
Planting method (PM) روش کشت	45.27**	405270**	2098440**	7.90^{ns}	181.36**	0.78
Year (Y) * PM اثر متقابل سال × روش کشت	0.04^{ns}	1222^{ns}	3083^{ns}	0.47^{ns}	1.88^{ns}	2.99^{ns}
E_a اشتباه اصلی	0.805	17437	678916	8.92	3.83	1.66
Plant density (PD) تراکم کاشت	59.47**	5464435**	35726165**	79.66**	164.43**	55.85**
PD * Y اثر متقابل سال × تراکم کاشت	0.15^{ns}	2523^{ns}	7625 ^{ns}	18.31^{ns}	0.61^{ns}	0.16^{ns}
PM * PD اثر متقابل روش کشت × تراکم کاشت	3.17^{ns}	7042159**	48135775**	51.43**	6.48*	0.17^{ns}
Y * PM * PD اثر متقابل سال ×روش کشت × تراکم کاشت	1.05^{ns}	3639^{ns}	50562^{ns}	3.05^{ns}	1.10^{ns}	2.32^{ns}
Eb اشتباه فرعی	0.796	15406	155397	5.93	3.28	0.97
Peanut lines (PL) لاین بادام زمینی	38.21**	1072559**	3866692**	173.38**	281.59**	12.94**
PL * PM اثر متقابل لاین بادام زمینی × روش کشت	1.38**	1015679**	8954551**	12.19^{ns}	3.82^{ns}	0.36^{ns}
PL * PD اثر متقابل لاین بادام زمینی × تراکم کاشت	1.48*	263522**	2313903**	8.83 ^{ns}	10.80**	1.47^{ns}
PL * PM * PD اثر متقابل لاین بادام زمینی× روش کشت×تراکم کاشت	0.83^{ns}	345561**	2156818**	5.79^{ns}	2.96^{ns}	0.36^{ns}
Y * PL اثر متقابل سال × تراکم کاشت	0.76^{ns}	4568^{ns}	822996**	20.78*	0.30^{ns}	1.11^{ns}
Y * PM * PL اثر متقابل سال ×روش کشت × تراکم کاشت	0.98^{ns}	1677^{ns}	4120819**	14.84^{ns}	0.44^{ns}	1.32^{ns}
Y * PD * PL اثر متقابل سال× تراکم کاشت × لاین بادام زمینی	0.68^{ns}	1871^{ns}	81956 ^{ns}	5.67^{ns}	0.48^{ns}	0.11^{ns}
Y * PM * PD * PL اثر متقابل سال×روش کشت×تراکم کاشت× لاین بادام زمینی	0.45^{ns}	5152^{ns}	376327**	13.3*	0.47^{ns}	1.69^{ns}
E_c اشتباه فرعی فرعی	0.592	9620	97052	5.26	1.61	0.89

^{ns}، * و **: به‌ترتیب عدم وجود معنی‌داری، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

^{ns}, * and **: non significant, significant at 5 and 1 probability level, respectively.

وزن ۱۰۰ دانه: براساس نتایج این آزمایش، اثر متقابل سال × روش کشت، اثر متقابل سال × روش کشت × لاین بادام زمینی و اثر متقابل سال × تراکم بوته × لاین بر وزن ۱۰۰ دانه بادام زمینی معنی‌دار بود

(جدول ۳). نتایج نشان داد که بیش‌ترین وزن ۱۰۰ دانه (۶۵/۳۱ گرم) در لاین ۲۰۸ و روش کشت جوی و پشته‌ای با تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار به‌دست آمد و کم‌ترین وزن ۱۰۰ دانه (۳۲/۳۷ گرم) در لاین ۱۹۲ و روش کشت جوی و پشته‌ای و تراکم ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار مشاهده گردید. همچنین، افزایش تراکم بوته تا ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار سبب کاهش وزن ۱۰۰ دانه گردید (جدول ۶). نتایج بیان‌گر آن است که در روش جوی و پشته‌ای کاهش تراکم از ۱۰۰۰۰۰ به ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار سبب کاهش وزن ۱۰۰ دانه در تمامی لاین‌های مورد مطالعه گردید، ولی میزان کاهش وزن ۱۰۰ دانه در لاین ۱۹۲ بیش‌تر از بقیه لاین‌های دیگر بود. تفاوت لاین‌های بادام زمینی از نظر وزن ۱۰۰ دانه می‌تواند ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی آن‌ها در واکنش به تغییر شرایط محیطی رشد گیاه باشد. محققان نشان دادند که وزن ۱۰۰ دانه بادام زمینی با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، کاهش پیدا کرد (۱۷). به‌طوری که در تراکم‌های بالا، غلاف‌های تولید شده در هر گیاه افزایش می‌یابد و مواد فتوسنتزی بین مخازن فیزیولوژیک (دانه‌ها) بیش‌تری تقسیم می‌شود و بدین ترتیب اندازه دانه کوچک‌تر و وزن ۱۰۰ دانه کاهش می‌یابد.

طول غلاف: اثر تراکم بوته و اثر لاین بادام زمینی بر طول غلاف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی بقیه تیمارها تاثیر معنی‌داری بر طول غلاف بادام زمینی نداشتند (جدول ۳). در این مطالعه، روش کشت جوی و پشته‌ای و یا مسطح اثر معنی‌داری بر طول غلاف بادام زمینی نداشت. بلندترین طول غلاف بادام زمینی (۳۳/۹۶ میلی‌متر) در تراکم ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار به‌دست آمد و کم‌ترین طول غلاف بادام زمینی (۳۰/۰۳ میلی‌متر) در تراکم ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار مشاهده گردید. همچنین، بیشترین و کم‌ترین طول غلاف (۳۴/۷۴ و ۳۰/۸۳ میلی‌متر) به‌ترتیب به لاین‌های ۲۰۸ و ۱۲۸ بادام زمینی اختصاص داشت (جدول ۵). نتایج نشان داد که در اثر افزایش تراکم گیاه زراعی بادام زمینی از ۸۳۳۳۳ به ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار اندازه غلاف‌های بادام زمینی کوچک‌تر گردید. دلیل این امر می‌تواند رقابت گیاهان برای منابع طبیعی رشد نظیر نور خورشید، آب و مواد غذایی باشد. در مطالعه مشابه‌ای گزارش شده است که با کاهش فاصله ردیف‌های کاشت و افزایش تراکم بوته در واحد سطح به‌دلیل تشدید رقابت بین بوته‌ها، طول غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف کاهش یافت (۵).

عرض غلاف: اثر روش کشت، تراکم بوته و اثر متقابل لاین × تراکم بوته بر عرض غلاف بادام زمینی معنی‌دار و بقیه تیمارها غیر معنی‌دار بود (جدول ۳). در این آزمایش، روش مسطح از نظر عرض غلاف بادام زمینی بر تیمارهای دیگر برتری داشت و عرض غلاف بادام زمینی در روش کشت جوی و پشته‌ای و کشت مسطح به‌ترتیب ۱۱/۹۲ و ۱۲/۹۲ میلی‌متر بود (جدول ۴). همچنین، نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته و لاین‌های بادام زمینی نشان داد که بیش‌ترین عرض غلاف بادام زمینی (۱۵/۴۱ میلی‌متر) به لاین ۲۰۸ و تراکم ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار اختصاص داشت. کم‌ترین عرض غلاف (۱۰/۸۱ میلی‌متر) بادام زمینی در لاین ۲۰۱ با تراکم ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با لاین‌های ۱۷۶ و ۱۹۲ بادام زمینی نداشت (جدول ۵). نتایج نشان داد که روش جوی و پشته‌ای و افزایش تراکم تا سطح ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار بسته به نوع لاین بادام زمینی سبب کاهش عرض غلاف گردید.

درصد روغن دانه: نتایج نشان داد که اثر متقابل روش کشت × تراکم بوته و اثر متقابل لاین × تراکم بوته بر درصد روغن دانه بادام زمینی معنی‌دار و اثر بقیه تیمارها غیر معنی‌دار بود (جدول ۳). در این مطالعه، روش جوی و پشته‌ای سبب کاهش معنی‌دار درصد

روغن دانه بادام زمینی در مقایسه با روش مسطح گردید. به طوری که بیش‌ترین درصد روغن دانه (۵۲/۹۴ درصد) در روش کشت مسطح بادام زمینی به‌دست آمد (جدول ۴). همچنین، مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته × لاین‌های بادام زمینی نشان داد که بیش‌ترین درصد روغن دانه (۵۷/۶۷ درصد) در لاین ۱۷۶ بادام زمینی و تراکم ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار به‌دست آمد و کم‌ترین محتوای روغن دانه (۴۸/۵۳ درصد) در لاین ۲۰۸ و تراکم ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با لاین‌های ۱۲۸ و ۲۰۱ نداشت (جدول ۵). در مطالعه مشابه‌ای، بیان شد که با کاهش فاصله ردیف کاشت و فاصله بوته بر روی ردیف کاشت و افزایش تراکم بوته در واحد سطح، درصد روغن بادام زمینی کاهش یافت (۱۷).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای مورد مطالعه بر برخی صفات اندازه‌گیری شده در لاین‌های جدید بادام زمینی.

Table 4 - Mean comparison of the simple effects of studied treatments on some measured traits in new peanut lines.

تیمارها Treatments		تعداد غلاف در بوته Pod numbers per plant	طول غلاف (میلی‌متر) Pod length (mm)	عرض غلاف (میلی‌متر) Pod diameter (mm)	روغن دانه (درصد) Seed oil (%)	پروتئین دانه (درصد) Seed protein (%)
روش کشت Planting method	Ridge(جوی و پشته‌ای)	24.24^{b}	ns	11.92^{b}	50.93^{b}	ns
	Flat(مسطح)	26.46^{a}	ns	12.92^{a}	52.94^{a}	ns
تراکم بوته Plant density	D_1	-	30.03^{c}	-	-	22.50^{a}
	D_2	-	32.29^{b}	-	-	21.42^{b}
	D_3	-	33.96^{a}	-	-	20.54^{c}
لاین‌های بادام زمینی Peanut lines	Line 128	-	30.83^{c}	-	-	21.60^{a}
	Line 176	-	31.14^{c}	-	-	20.45^{b}
	Line 192	-	31.04^{c}	-	-	21.78^{a}
	Line 201	-	32.72^{b}	-	-	21.96^{a}
	Line 208	-	34.74^{a}	-	-	21.71^{a}

میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد در آزمون LSD ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level in LSD test.

جدول ۵- مقایسه میانگین برخی صفات اندازه‌گیری شده در لاین‌های جدید بادام زمینی تحت اثر متقابل تراکم بوته بوته × لاین بادام زمینی.

Table 5 - Mean comparison of Some measured traits in new peanut lines as affected by the interaction effect between planting peanut line.×density

تیمارها (Treatments)		تعداد غلاف در بوته Pod numbers per plant	عرض غلاف (میلی‌متر) Pod diameter (mm)	روغن دانه (درصد) Seed oil (%)
تراکم بوته Plant density	لاین‌های بادام زمینی Peanut lines			
D_1	Line 128	32.29^{f}	11.48^{f}	49.35^{e}
	Line 176	23.84^{f}	10.84^{g}	54.30^{b}
	Line 192	31.7^{b}	11.01^{fg}	50.52^{d}
	Line 201	28.62^{c}	10.81^{g}	48.64^{e}
	Line 208	20.33^{h}	12.84^{d}	48.53^{e}
D_2	Line 128	25.65^{de}	12.01^{ef}	54.70^{b}
	Line 176	35.94^{a}	11.39^{fg}	58.33^{a}
	Line 192	31.69^{b}	12.11^{e}	51.51^{cd}
	Line 201	26.56^{d}	12.64^{de}	51.80^{c}
	Line 208	21.71^{g}	14.32^{b}	51.54^{cd}
D_3	Line 128	19.51^{h}	12.79^{d}	51.75^{c}
	Line 176	20.96^{gh}	12.35^{d}	57.67^{a}
	Line 192	27.84^{c}	12.82^{de}	49.93^{de}
	Line 201	24.78^{e}	13.54^{c}	50.14^{de}
	Line 208	18.35^{i}	15.41^{a}	50.31^{de}

میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد در آزمون LSD ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level in LSD test

درصد پروتئین دانه: در این آزمایش، اثر سال، تراکم بوته و اثر لاین بادام زمینی بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار و اثر بقیه تیمارهای مورد مطالعه غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که روش کشت جوی و پشته‌ای و کشت مسطح تاثیری بر محتوای پروتئین دانه بادام زمینی نداشت. ولی، تراکم بوته که موجب تغییر پراکنش و تراکم گیاه زراعی در واحد سطح می‌شود سبب بروز تغییرات در میزان پروتئین دانه بادام زمینی گردید. به‌طوری که بیش‌ترین میزان پروتئین دانه (۲۲/۵۰ درصد) و کم‌ترین محتوای پروتئین دانه (۲۰/۵۴ درصد) به‌ترتیب در تراکم‌های ۱۲۵۰۰۰ و ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار به‌دست آمد. نتایج نشان داد که در تراکم بالاتر بوته بادام زمینی در هکتار غلظت پروتئین دانه افزایش یافت. حال آن که محتوای روغن دانه در تراکم ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار کاهش یافت که نشان می‌دهد بین فرآیند سنتز روغن و پروتئین رابطه معکوس وجود دارد. در بین لاین‌های مورد مطالعه نیز بیش‌ترین میزان پروتئین دانه (۲۰/۴۵ درصد) در لاین ۲۰۸ و کم‌ترین محتوای پروتئین دانه (۲۰/۴۵ درصد) در لاین ۱۷۶ بادام زمینی به‌دست آمد (جدول ۴). محققان دیگری در مطالعه مشابه‌ای بر روی بادام زمینی نشان دادند که در اثر افزایش فاصله ردیف‌های کاشت و فاصله بوته‌ها بر روی ردیف و کاهش تراکم بوته در واحد سطح، محتوای پروتئین دانه بادام زمینی کاهش یافت (۱۷).

جدول ۶- مقایسه میانگین برخی صفات اندازه‌گیری شده در لاین‌های جدید بادام زمینی تحت اثر متقابل تراکم بوته بوته × لاین بادام زمینی.

Table 6 - Mean comparison of Some measured traits in new peanut lines as affected by the interaction effect between planting density × peanut line.

تیمارها Treatments		تعداد غلاف در بوته	عرض غلاف (میلی‌متر)	روغن دانه (درصد)
تراکم بوته Plant density	لاین‌های بادام زمینی Peanut lines	Pod numbers per plant	Pod diameter (mm)	Seed oil (%)
D_1	Line 128	32.29^{i}	11.48^{f}	49.35^{e}
	Line 176	23.84^{f}	10.84^{g}	54.30^{b}
	Line 192	31.7^{b}	11.01^{fg}	50.52^{d}
	Line 201	28.62^{c}	10.81^{g}	48.64^{e}
	Line 208	20.33^{h}	12.84^{d}	48.53^{e}
D_2	Line 128	25.65^{de}	12.01^{ef}	54.70^{b}
	Line 176	35.94^{a}	11.39^{fg}	58.33^{a}
	Line 192	31.69^{b}	12.11^{e}	51.51^{cd}
	Line 201	26.56^{d}	12.64^{de}	51.80^{c}
	Line 208	21.71^{g}	14.32^{b}	51.54^{cd}
D_3	Line 128	19.51^{h}	12.79^{d}	51.75^{c}
	Line 176	20.96^{gh}	12.35^{d}	57.67^{a}
	Line 192	27.84^{c}	12.82^{de}	49.93^{de}
	Line 201	24.78^{e}	13.54^{c}	50.14^{de}
	Line 208	18.35^{i}	15.41^{a}	50.31^{de}

میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد در آزمون LSD نداند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level in LSD test.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل متقابل تیمارهای مورد مطالعه بر صفات اندازه‌گیری شده در لاین‌های جدید بادام زمینی.

Table 7 - Mean comparison of the interaction effects between studied treatments on measured traits in new peanut lines.

تیمارها Treatments			ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد دانه در غلاف	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
روش‌های کاشت Planting methods	تراکم بوته Plant density	لاین‌های بادام زمینی Peanut lines	Plant height (cm)	Seed numbers per pod	100-seed weight (g)	Seed yield ($kg.ha^{-1}$)
روش جوی و پشته‌ای Ridge method	D1	Line 128	54.19^{h}	1.25^{g}	51.27^{de}	1388^{j}
		Line 176	56.67^{gh}	1.48^{e}	40.12^{h}	1356^{j}
		Line 192	52.85^{h}	1.24^{g}	38.83^{h}	1436^{ij}
		Line 201	70.74^{d}	1.19^{gh}	49.43^{ef}	1620^{h}
		Line 208	53.46^{h}	1.24^{g}	42.68^{gh}	998^{l}
	D_2	Line 128	61.71^{f}	1.25^{g}	59.28^{b}	1818^{fg}
		Line 176	62.55^{f}	1.50^{e}	46.29^{fg}	2460^{b}
		Line 192	57.51^{g}	1.31^{fg}	53.64^{d}	2159^{d}
		Line 201	76.33^{bc}	1.31^{fg}	56.50^{c}	1890^{f}
		Line 208	58.60^{g}	1.26^{fg}	65.31^{a}	1714^{gh}
	D_3	Line 128	65.01^{ef}	1.35^{fg}	51.85^{de}	1296^{jk}
		Line 176	67.15^{e}	1.58^{de}	44.14^{g}	1401^{ij}
		Line 192	63.17^{f}	1.58^{de}	32.37^{j}	1346^{jk}
		Line 201	77.99^{b}	1.27^{fg}	47.45^{f}	1432^{ij}
		Line 208	63.35^{f}	1.36^{f}	59.53^{b}	1403^{ij}
روش کشت مسطح Flat method	D_1	Line 128	58.21^{g}	1.62^{d}	59.08^{b}	2275^{c}
		Line 176	63.75^{f}	1.74^{c}	45.41^{fg}	1953^{ef}
		Line 192	55.32^{h}	2.08^{a}	47.24^{f}	3128^{a}
		Line 201	65.88e^{f}	1.17^{gh}	51.99^{de}	1817^{fg}
		Line 208	58.22^{g}	1.85^{b}	49.91^{ef}	2010^{e}
	D_2	Line 128	68.37^{de}	1.21^{g}	57.99^{bc}	1874^{f}
		Line 176	68.65^{de}	1.01^{hi}	40.71^{h}	1503^{i}
		Line 192	63.47^{f}	1.09^{h}	49.80^{ef}	1781^{fg}
		Line 201	78.57^{b}	0.97^{i}	50.06^{e}	1338^{jk}
		Line 208	64.58^{ef}	1.25^{g}	54.29^{cd}	1542^{h}i
	D_3	Line 128	74.46^{c}	1.33^{fg}	56.01^{cd}	1537^{hi}
		Line 176	77.94^{b}	1.25^{g}	45.39^{fg}	1238^{k}
		Line 192	73.49^{c}	1.27^{fg}	36.28^{h}	1358^{j}
		Line 201	89.45^{a}	0.76^{j}	43.93^{g}	845^{m}
		Line 208	63.51^{f}	0.90^{i}	54.80^{cd}	944^{lm}

میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد در آزمون LSD ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level in LSD test

عملکرد دانه: براساس نتایج این آزمایش، اثر سال و اثر متقابل روش کشت × تراکم بوته × لاین بادام زمینی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). براساس مقایسه میانگین اثرات متقابل روش کشت × تراکم بوته × لاین‌های بادام زمینی، بیش‌ترین عملکرد دانه بادام زمینی (۳۱۲۸ کیلوگرم در هکتار) در لاین ۱۹۲ تحت شرایط کشت مسطح با تراکم ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار به‌دست آمد. ولی، کاهش تراکم تا سطح ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار سبب کاهش عملکرد دانه به میزان ۸۴۵ کیلوگرم در هکتار در لاین ۲۰۱ بادام زمینی گردید (جدول ۷). در این راستا گزارش شده است که افزایش تراکم بوته تا حدی سبب افزایش تولید می‌شود و پس از آن افت تولید را به‌همراه خواهد داشت (۲). همچنین، نتایج تحقیقات پیشین نشان داده است که در تراکم‌های بالا به‌دلیل تشدید رقابت بین بوته‌ها، تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته و در نهایت عملکرد تک‌بوته کاهش و عملکرد دانه در واحد سطح زمین افزایش می‌یابد (۶). محققان دیگری نیز گزارش کردند که در تراکم‌های بالا عملکرد دانه در واحد سطح به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. (۱۴). محققان دیگری نشان دادند که با افزایش فاصله ردیف‌های کاشت و کاهش تراکم بوته در واحد سطح، عملکرد دانه بادام زمینی کاهش و با افزایش تراکم بوته در واحد سطح افزایش پیدا کرد (۱۷).

عملکرد زیست‌توده: اثر متقابل سال × روش کشت × تراکم بوته × لاین بادام زمینی بر عملکرد زیست‌توده معنی‌دار بود (جدول ۳). براساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیش‌ترین عملکرد زیست‌توده (۸۹۸۳ کیلوگرم در هکتار) در لاین ۱۹۲ بادام زمینی در سال زراعی اول و روش کشت مسطح با تراکم ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با عملکرد زیست‌توده (۸۶۹۳ کیلوگرم در هکتار) در سال دوم زراعی نداشت. نتایج نشان داد که در شرایط یکسان، افزایش عملکرد دانه با افزایش عملکرد زیست‌توده بادام زمینی در هکتار همراه بود. کم‌ترین عملکرد زیست‌توده (۲۷۰۲ کیلوگرم در هکتار) در سال اول زراعی و در لاین ۲۰۱ در واکنش به روش کشت مسطح با تراکم ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار مشاهده گردید (جدول ۷). از نتایج چنین استنباط می‌شود که افزایش عملکرد زیست‌توده و بالا رفتن ظرفیت فتوسنتزی یکی از دلایل افزایش عملکرد دانه در لاین ۱۹۲ بادام زمینی در تراکم ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار می‌باشد. همچنین، نتایج نشان داد که کمبود منابع فتوسنتزی می‌تواند یکی از دلایل کاهش عملکرد دانه در ارقام بادام زمینی محسوب شود.

شاخص برداشت: در این آزمایش، اثر متقابل سال × روش کشت × تراکم بوته × لاین بادام زمینی بر شاخص برداشت دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که بیش‌ترین شاخص برداشت دانه (۴۰/۲۹ درصد) در سال زراعی اول و در لاین ۱۲۸ بادام زمینی تحت شرایط کشت مسطح با تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با شاخص برداشت دانه در لاین ۱۷۶ (۳۷/۱۶ درصد) تحت شرایط کشت جوی و پشته‌ای با تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار و برخی تیمارهای دیگر نداشت. کم‌ترین شاخص برداشت دانه (۲۰/۹۸ درصد) در سال دوم زراعی و لاین ۲۰۱ در واکنش به روش کشت مسطح و با تراکم ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار به‌دست آمد (جدول ۷). در این آزمایش، علیرغم اینکه شاخص برداشت در بادام زمینی پایین است افزایش شاخص برداشت دانه بادام زمینی منجر به افزایش عملکرد دانه در هکتار نگردید. دلیل این امر می‌تواند کاهش عملکرد زیست‌توده و کاهش سطح فتوسنتزی گیاه (برگ‌ها) باشد. بدین‌ترتیب، نتایج نشان داد چنانچه افزایش شاخص برداشت با افزایش و یا ثابت ماندن اندام‌های هوایی به‌عنوان منبع فتوسنتزی گیاه همراه باشد، می‌تواند منجر به افزایش عملکرد دانه شود. در حالی که افزایش شاخص برداشت با کاهش رشد اندام‌های فتوسنتز کننده گیاه توام باشد می‌تواند سبب افت عملکرد دانه در واحد سطح گردد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، نتایج نشان داد که عملکرد دانه بادام زمینی در روش کشت مسطح و تراکم ۱۲۵۰۰۰ بوته در هکتار افزایش یافت. افزایش عملکرد دانه بادام زمینی در واکنش به افزایش تراکم بوته در واحد سطح، می‌تواند ناشی از افزایش تعداد غلاف در واحد سطح، بهبود جذب تشعشع خورشیدی، افزایش ظرفیت فتوسنتزی، استفاده بهینه از واحد سطح زمین زراعی، کاهش تعداد علف‌های هرز در بین ردیف‌های کاشت بادام زمینی و کاهش رقابت بین گیاهی برای جذب نور، آب و مواد غذایی باشد. در حالی که با کاهش تراکم بوته در واحد سطح امکان بهره‌برداری حداکثر از منابع طبیعی رشد نظیر نور، آب، مواد غذایی و خاک زراعی میسر نمی‌شود.

References

1.Akram, N.A., Shafiq, F., and Ashraf, M. 2018. Peanut (*Arachis hypogaea* L.): A prospective legume crop to offer multiple health benefits under changing climate. Compreh. Rev. Food Sci. Food Safety. 17: 1325-1338.

2.Asgharipour, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2006. The effect of planting dates and seed rates on yield and quality of *Plantago Ovate* Forsk. Ir. Agric. Sci. Technol. J. 19: 2. 93-102. (In Persian)

3.Asseng, S., Jamieson, P.D., Kimball, B., Pinter, P., Sayre, K., Bowden, J.W., and Howden, S.M. 2004. Simulated wheat growth affected by rising temperature, increased water deficit and elevated atmospheric CO_2. Field Crops Res. 85: 85-102.

4.Ayaz, S., Mc Niel, D.L., Mc Kenzie, B.A., and Hill, G.D. 2001. Population and sowing depth effects on yield component of grain legumes. 10^{th} Australian Agronomy Conference. Hobart.

5.Barary, M., Mazaheri, D., and Banai, T. 2003. The effect of row and plant spacing on the growth and yield of chickpea. Aust. J. Basic Appl Sci. 2: 12. 241-261.

6.Blum, A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. J. Plant Growth Regul. 20: 135-148

7.Dusabumuremyi, P., Niyibigira, C., and Mashingaidze, A.B. 2014. Narrow row planting increases yield and suppresses weeds in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in a semi-arid agro-ecology of Nyagatare. Rwanda. Crop Protect. 64: 13-18.

8.Eshaghi, M., Rastgu, M., Poor Yusef, M., and Fotovat, R. 2011. Effect of sowing density and growth habit on yield, yield components and weed community of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Ir. J. Pulses Res. 2: 2. 19-34. (In Persian)

9.Fernando, H., Pablo Calvino, A., Cirilo, A., and Barbieri, P. 2002. Yield responses to narrow rows depends on increased radiation interaction. Agro. J. 94: 5. 975-980.

10.Ghodrati, G., Qamarzadeh, B., Ghafourzadeh, D., Mobiniardad, H., Arashim, M., and Eisund, H. 2012. Comparison of yield of peanut cultivars with different planting patterns in Northern Khuzestan farmers conditions. Seed and Plant Improvement Research Institute. Registration number 39705. (In Persian)

11.Hayat, F., Arif, M., and Kakar, K.M. 2003. Effects of seed rates on mung bean varieties under dry land conditions. Int. J. Agric Biol. 5: 1. 160 - 161.

12.Heidari Zolleh, H., Bahraminejad, S., Maleki, G., and Pazan, A.H. 2009. Response of cumin (*Cuminum cyminum* L.) to sowing date and plant density. Res. J. Agric. Biol. Sci. 5: 4. 59 - 602.

13.Jamalzehi, B., Mostafavi-Rad, M., and Ansary, M.H. 2017. Evaluation of seed protein content, yield and important agronomic traits of some determinate and indeterminate bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars as affected by different sowing dates in Talesh (Guilan). Ir. J. Field Crop Sci. 48: 1. 221-231. (In Persian)

14.Jamshidi, M., Shabani, E., Hashemi, Z., and Ebrahimzadeh, M.A. 2014. Evaluation of three methods for the extraction of antioxidants from leaf and aerial parts of *Lythrum salicaria* L. Int. Food Res. J. 21: 2. 783-788.

15.Kaya, Y., Evci, G., Durak, S., Pekcan, V., and Gucer, T. 2007. Determining the relationships between yield and yield attributes in sunflower. Turk. J. Agric. Forest. 31: 4. 237 - 244.

16.Koushik, C., Debarati, B., Har Narayan, M., and Kuldeepsingh, K. 2016. External potassium (K) application improves salinity tolerance by promoting Naexclusion, K accumulation and osmotic adjustment in contrasting peanut cultivars. Plant Physiol. Biochem. 103: 143-153. (In Persian)

17.Onat, B., Bakal, H., Gulluoglu, L., and Arioglu, H. 2017. The effects of row spacing and plant density on yield and yield components of peanut grown as a double crop in Mediterranean environment in Turkey. Turk J Field Crops. 22: 1. 71-80.

18.Onemli, F. 2012. Impact of climate change on oil fatty acid composition of

peanut. Chilean J. Agric. Sci. 49: 4. 455-458.

19. Sedghi, M., Seyed Sharifi, R., Namvar, A., Khandan- e -Bejandi, T., and Molaei, P. 2008. Response of sunflower yield and grain filling period to plant density and weed interference. Res. J. Biol. Sci. 3: 9. 1048 - 1053.

20. Tawaha, A.R.M., Turk, M.A., and Lee, K.D. 2005. Adaptation of chickpea to cultural practices in Mediterranean type environment. Res. J. Biol. Sci. 1: 2. 152-157.

21. Yousif, D.P., and Hussain, A. 2019. Effect of genotype and plant density on growth characteristics and yield of Peanut (*Archis hypogaea*) in Iraq. Agric. Res. Technol. 19: 3. 101-106.

22. Zahran, H.A., and Tawfeuk, H.Z. 2019. Physicochemical properties of new peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties. OCL. 26: 19.