نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هفدهم، شماره 1(65)، بهار 1402، صفحه 66-51

مقاله پژوهشی DOI:10.30495/JCEP.2023.1928321.1796

اثر محدودیت‌های دمایی و تراکم کشت بر خصوصیات کیفی روغن و اسیدهای چرب و ارتباط رگرسیونی با عملکرد دانه سویا

علیرضا الازمنی[1]، معصومه نعیمی[2*]، ابوالفضل فرجی[3] ،علی راحمی کاریزکی[2] و لیلا آهنگر[2]

تاریخ دریافت: 1400/2/11 **تاریخ بازنگری:** 1400/7/12 **تاریخ پذیرش:** 1400/8/18

چکیده

به‌منظور بررسی اثر درجه روز رشد دریافتی و تراکم بوته بر برخی از خصوصیات زراعی، مورفوفیزیولوژیکی و کیفی لاین زودرس Soy-93-31 سویا، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی دو سال زراعی 1397 و 1398 در منطقه گرگان اجرا شد. عامل اول درجه روز رشد تا زمان برداشت شامل پنج درجه روز رشد (2328، 2182، 1893، 1712 و 1499) ناشی از تاریخ کاشت‌های (20 خرداد، 3، 17 و 31 تیر و 14 مرداد) و عامل دوم فاصله ردیف‌های کاشت 24، 36 و 48 سانتی‌متر (به‌ترتیب تراکم‌های 42، 28 و21 بوته در مترمربع) بودند. در این آزمایش صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، هزاردانه، عملکرد روغن، درصد روغن و اسیدهای چرب سویا اندازه‌گیری شدند. نتایج این آزمایش نشان داد تاریخ کاشت و تراکم اثر معنی‌داری بر درصد روغن و اسیدهای چرب سویا داشتند، درصد روغن دانه با افزایش زمان کاشت (کشت تأخیری) سویا کاهش پیدا کرد به‌طوری‌که بیشترین درصد روغن سویا از درجه روز رشد 2328 و کمترین درصد روغن از 1499 درجه روز رشد به‌دست آمد. همچنین، بر اساس نتایج، تاریخ کاشت و تراکم بوته اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه داشتند. وزن هزار دانه سویا با تأخیر کاشت کاهش پیدا کرد. با تأخیر تاریخ کاشت در تمام تراکم‌ها عملکرد دانه سویا کاهش پیدا کرد، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در 2328 درجه روز رشد و تراکم 42 بوته در متر مربع (3760کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد دانه سویا در 1499 درجه روز رشد و تراکم 21 بوته در متر مربع (470 کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. به طورکلی، تأخیر در کاشت و کاهش تراکم، باعث افت شدید عملکر دانه سویا می‌شود. بر اساس نتایج این آزمایش 2328 درجه روز رشد و تراکم 42 بوته در متر مربع در بین تیمارهای مورد بررسی، مطلوب‌ترین شرایط را برای رسیدن به حداکثر عملکرد دانه و روغن فراهم کرده‌اند.

واژگان کلیدی: اسید پالمیتیک، بیوماس، تعداد غلاف، وزن 1000 دانه.

1- دانشجوی دکتری، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

2- استادیار دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

3- استاد پژوهش، بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گرگان، ایران.

نگارنده‌ی مسئول naeemi_701@yahoo.com

مقدمه

سویا (Glycine max L.) گیاهی یک‌ساله، روزکوتاه و از مهم‌ترین محصولات زراعی دنیا به شمار می‌رود که علاوه بر دارا بودن روغن و پروتئین، نقش مؤثری در سلامت جامعه ایفا می‌کند (Naoki et al. 2018).

دامنه روغن سویا از 14 تا 23 درصد و دامنه پروتئین آن از 32 تا 50 درصد متغیر بوده و بستگی به اثرات محیط و ژنوتیپ گیاه دارد. روغن سویا از اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع تشکیل شده است (Divsalar et al., 2016). اسیدهای چرب اشباع مهم در سویا شامل اسید پالمیتیک (12-10 درصد) و استئاریک (5-3 درصد) و اسیدهای چرب غیراشباع مهم نیز شامل اولئیک (24 درصد)، لینولئیک (54 درصد) و لینولنیک (8 درصد) هستند. گزارش شده است که میزان روغن و ترکیب روغن در سویا تحت تأثیر ژنتیک (رقم و گروه رسیدگی) و محیط، خصوصاً تنش خشکی و دما و اثر متقابل آن قرار می‌گیرد (Bellaloui et al,. 2013). سویا به‌دلیل استفاده‌های فراوان دارویی و صنعتی بیشترین سطح زیر کشت دانه‌های روغنی (حدود 127 میلیون هکتار) را در دنیا دارا می باشد و دارای تولید سالیانه‌ای در حدود 353 میلیون تن است، به‌طوری که این گیاه یک چهارم از روغن و دو سوم از پروتئین خوراکی جهان را فراهم می‌کند (Anonymus, 2020). مقدار تولید سویا در ایران با توجه به سطح زیر کشت حدود 23 هزار هکتاری آن، درحدود 54 هزار تن گزارش شده است.

عوامل محدود کننده‌ای نظیر نور، آب، خاک و مدیریت زراعی باعث شده است که در بسیاری از مناطق کشت گیاه، فاصله قابل توجهی بین عملکرد بالفعل گیاه زراعی و بالقوهٔ ژنتیکی عملکرد آن ایجاد شود. برای مثال، پاسخ سویا به تاریخ کاشت، تابعی از شرایط محیط کشت است. مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر تعیین تاریخ کاشت طول روز یا فتوپریود، درجه حرارت و رطوبت می‌باشند. شناخت عوامل محدود کننده عملکرد و تجزیه و تحلیل آن در رفع خلأ عملکرد نقش به سزایی دارد (Rassam and Soltani, 2014). در مدیریت زراعی اغلب مناطق کشاورزی، تاریخ کاشت تأثیر عمده‌ای بر سرعت رشد، طول دوره رشد و عملکرد دانه دارد. این فرضیه خصوصاً در محیط‌های پر نوسان یا مناطقی با اثرات تغییرات فصلی بالاتر، بیشتر صدق می‌کند. در همین رابطه، اولنا و همکاران (Olena et al., 2020) اظهار داشتند که تأخیر در کشت سویا، سبب تسریع گلدهی، کاهش دوره رشد زایشی و رویشی، کوتاه شدن دوره رسیدگی و در نهایت کاهش تولید می‌گردد. انتخاب تراکم مطلوب بوته با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی منطقه باعث استقرار بهتر گیاه و در نتیجه عملکرد بیشتر نسبت به تراکم‌های دیگر می‌شود. تاریخ کشت مناسب، سبب بهینه شدن طول دوره رشد و گسترش اندام‌های رویشی شده و پتانسیل انتقال مواد فتوسنتزی به بخش‌های ذخیره‌ای مثل دانه را افزایش می‌دهد. تأخیر در کاشت ضمن کوتاه‌تر کردن طول دوره رشد رویشی سبب گل انگیزی زودتر از موعد گیاه می‌شود که به نوبه‌ی خود کاهش تجمع ماده خشک، کاهش تعداد غلاف و شاخه در بوته و در نهایت، کاهش عملکرد را در پی خواهد داشت (Soleymani and Naseri, 2020). ناوکی و همکاران (Naoki et al., 2018) گزارش کرده‌اند

که سویا در فاصله ردیف 20 سانتی‌متر نسبت به فاصله ردیف 70 سانتی‌متر در سالی که محدودیت رطوبت زیاد باشد عملکرد بیشتری نخواهد داشت. نتایج باقری و نعمتی (Bagheri and Nemati, 2016) نشان داد صفت روز تا گلدهی تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار آن مربوط به تاریخ کاشت اول با تعداد روزهای سپری شده از کاشت تا مرحله گلدهی به مدت 48 روز و کمترین آن مربوط به تاریخ کاشت آخر (22 تیر) به مدت 32 روز است. در گزارش سرخی (Sorkhi, 2017) نشان داده شده که افزایش تراکم گیاهی سبب کاهش معنی‌دار میزان کلروفیل خواهد شد که علت آن، کاهش نور دریافتی و کاهش در جذب رطوبت و مواد معدنی به علت افزایش شدت رقابت بین بوته‌ها در اثر افزایش تراکم بوته اعلام شده است. رامئه و آقابزرگی (Rameeh and Aghabozorgi, 2016) اعلام کردند با تأخیر در تاریخ کاشت میزان عملکرد روند کاهشی داشته به‌طوری که میزان آن در تاریخ کاشت 25 تیرماه در مقایسه با 25 اردیبهشت ماه به 43 درصد کاهش یافت. بر اساس گزارش سینگ و همکاران (Singh et al., 2019) در گیاه زراعی ماش، تاریخ کاشت بر صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف و عملکرد دانه تاثیر معنی‌داری نشان می‌دهد.

تراکم گیاهی بیش از حد مطلوب، از طریق سایه‌اندازی برگ‌های گیاه روی همدیگر سبب افزایش رقابت بین بوته‌ها شده و نسبت تنفس به فتوسنتز گیاه افزایش یافته و در نتیجه عملکرد دانه کم می‌شود (Zeinali et al., 2014). نتایج پژوهش نخزری مقدم و همکاران (Nakhzari et al., 2019) روی سویا نشان داد که تنش دمایی شدید، صفات فنولوژیک مانند روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی و طول دوره رشد، صفات مورفولوژیک مانند ارتفاع بوته، قطر ساقه و طول غلاف، صفات فیزیولوژیک مانند شاخص سطح برگ و پرولین، درصد نیتروژن دانه، کلونیزاسیون ریشه، جذب نیتروژن دانه و شاخص برداشت روغن و پروتئین و در نهایت عملکرد دانه سویا را به‌طور معنی‌داری کاهش داد.

آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر تاریخ کشت‌های مختلف تأخیری و تراکم‌های بوته بر عملکرد کمی و کیفی دانه در لاین زودرس سویا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات تاریخ کشت و تراکم بوته در لاین زودرس سویا، آزمایشی طی دو سال زراعی 1398-1397 و 1399-1398 در ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی محله (گرگان) استان گلستان به‌صورت اسپلیت پلات دو عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. این ایستگاه تحقیقاتی در 6 کیلومتری شمال گرگان با عرض جغرافیایی 36 درجه و 54 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 54 درجه و 25 درجه شرقی و ارتفاع از سطح دریا 5 متر قرار گرفته است. عامل اول درجه روز رشد تا زمان برداشت شامل پنج درجه روز رشد (2328، 2182، 1893، 1712 و 1499) ناشی از تاریخ کاشت‌های (20 خرداد، 3، 17 و 31 تیر و 14 مرداد) و تراکم بوته به‌عنوان فاکتور فرعی در سه سطح (41/7، 27/7 و 20/8 بوته در متر مربع، به‌ترتیب فاصله بین ردیف 24، 36 و 48 سانتی‌متر و فاصله روی

ردیف 10 سانتی‌متر به طور ثابت) بودند. تعداد بوته بر اساس فاصله بین و روی ردیف کشت به ترتیب 417000، 277000 و 208000 بوته در هکتار کشت بود. عملیات آماده‌سازی زمین شامل دیسک، رتیواتور و کوددهی قبل از کشت انجام و با توجه به نتایج آزمون خاک (جدول 1)، میزان 150 کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل، 100 کیلوگرم سولفات پتاسیم، 50 کیلوگرم کود اوره و 50 کیلوگرم نیتروژن گوگردی در هکتار قبل از کاشت به خاک اضافه شد. همچنین، از سم ترفلان به میزان دو و نیم لیتر همزمان با عملیات تهیه زمین استفاده شد. بذر مورد استفاده لاین زودرس به نام Soy-93-31 بود که هنگام کشت با کود بارور ویژه سویا حاوی باکتری Bradirhizobium japonica به‌میزان نیم لیتر در هکتار به‌صورت تلقیح بذر (بذرمال) برای هر تیمار در تاریخ مورد نظر با تراکم مدنظر کشت شد. همچنین، از کود مایع اسید هیومیک به مقدار 2 لیتر در هکتار در مرحله گلدهی استفاده شد. در طول فصل رشد از سموم بازاگران و سلکت سوپر به‌ترتیب 1/5 و 1 لیتر در هکتار برای کنترل علف‌های هرز، و برای کنترل حشرات از آفت‌کش‌های دیازینون، استامی پراید و امایت استفاده شد. در مرحله 4 برگی، تنک بوته‌ها روی ردیف به فاصله 10 سانتی‌متر انجام شد. آبیاری به‌صورت نشتی هر هفت تا ده روز یک بار تا رسیدگی کامل محصول صورت گرفت. صفات اندازه‌گیری شده شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک بودند. این صفات با انتخاب 10 بوته تصادفی از هر کرت ارزیابی شدند. برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه، از هر تیمار هزار عدد دانه با دست شمارش و سپس با ترازوی دیجیتالی با دقت 0/001 گرم وزن آنها محاسبه شد. عملکرد بیولوژیک با توزین کل وزن بوته‌های برداشت شده در واحد سطح تعیین شد. برداشت نهایی از هر کرت در مرحله رسیدگی کامل که 95 درصد غلاف‌ها زرد و قهوه‌ای رنگ شدند، انجام شد به طوری‌که بوته‌های تاریخ کشت 20 خرداد 116 روز، تاریخ کشت 3 تیر 108 روز، تاریخ کشت 17 تیر 105 روز، تاریخ کشت 31 تیر 101 روز و تاریخ کشت 14 مرداد، 99 روز پس از کشت برداشت شدند. صفات درصد روغن و اسیدهای چرب روغن به‌روش سوکسله و کروماتوگرافی گازی اندازه‌گیری شدند. در انتهای آزمایش نتایج هر دو سال از طریق تجزیه مرکب تجزیه و اطلاعات به‌دست آمده به صورت جداول تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها و رسم گراف‌ها نمایش داده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (Soltani and Madah, 2010) به‌صورت رگرسیون (کمّی سازی) مورد تجزیه قرار گرفت و میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون کمترین تفاوت معنی‌دار محافظت شده LSD در سطح احتمال پنج درصد، مقایسه‌ی میانگین گردیدند. در نهایت شکل‌ها با نرم‌افزار Excel ترسیم شدند. مقدار درجه روز-رشد (GDD) از زمان کشت تا رسیدگی برداشت با استفاده از برنامه GDD_calc محاسبه گردید (Soltani and Madah, 2010).

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده مقدار درجه روز-رشد از زمان کشت تا رسیدگی برداشت نشان داد بین میانگین تاریخ‌های کشت تفاوت وجود دارد به طوری که در سال 1397 بین تاریخ کشت 20 خرداد و 14 مرداد، 821 درجه روز-رشد اختلاف وجود داشت، همچنین در سال 1398 بین تاریخ کشت 20 خرداد و 14 مرداد 739 درجه روز-رشد تفاوت بود که این امر می‌تواند یکی از دلایل اصلی

تفاوت عملکرد این دو تاریخ نسبت به هم باشد. تأخیر در کاشت با ایجاد محدودیت دمایی و نامناسب شدن شرایط محیطی بر رشد و نمو و عملکرد سویا اثر منفی دارد. تغییر طول روز و درجه حرارت همراه با تأخیر در کاشت بر طول دوره مراحل رویشی و زایشی، تعداد شاخه‌ها، تعداد غلاف، ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، میزان روغن و پروتئین و عملکرد دانه سویا تأثیرگذار است (Kalantar Ahamadi et al., 2018).

بر اساس نتایج جدول تجزیه مرکب اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر درصد روغن دانه، اسید پالمیتیک، اسید استئاریک، اسید اولئیک، اسید لینولینک و اسید لینولئیک معنی‌دار بود اما سایر اثرات متقابل عوامل بر این صفات معنی‌دار نبودند، همچنین، صفات اسید پالمیتیک، اسید استئاریک، اسید اولئیک، اسید لینولینک و اسید لینولئیک به طور معنی‌داری تحت تأثیر سال قرار گرفتند (جدول 2).

با افزایش تراکم، درصد روغن دانه سویا افزایش پیدا کرد، این میزان افزایش درصد روغن از تراکم 42 بوته در مترمربع نسبت به تراکم 21 بوته در مترمربع برابر 0/53 درصد بود. در رابطه با اجزای روغن سویا از جمله اسید پالمیتیک، اسید استئاریک، اسید لینولینک و اسید لینولئیک بر خلاف درصد روغن با افزایش در تراکم بوته مقدار این صفات کاهش پیدا کرد، به‌طوری‌که محتوی اسید پالمیتیک در تراکم‌های 42، 28 و 21 بوته در مترمربع به‌ترتیب برابر 11/48، 11/50 و 11/73 درصد بود (جدول 3). میزان اسید پالمیتیک، اسید استئاریک و اسید لینولئیک در تراکم‌های 42 و 28 بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری نشان نداد ولی اختلاف آنها با تراکم 21 بوته در مترمربع در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول 3). مقدار اسید اولئیک همانند درصد روغن با افزایش تراکم بوته افزایش پیدا کرد به طوری‌که در تراکم‌های 42، 28 و 21 بوته در مترمربع به‌ترتیب برابر 26/72، 26/36 و 26/16 درصد بود (جدول 3).

عملکرد دانه، درصد روغن و درصد پروتئین از شاخص‌های مهم کمی و کیفی گیاهان روغنی هستند که می‌توانند تحت عوامل زراعی همچون تراکم قرار گیرند (Olena et al., 2020). اثر معنی‌دار تراکم بوته در گلرنگ (Sharifi and Namvar, 2017; Khalid et al., 2017)، خردل (Divsalar et a.l., 2016) و آفتابگردان (Khalid et al., 2017) نیز بر درصد روغن تایید شده و با افزایش تراکم بوته به‌طور معنی‌داری درصد روغن افزایش یافته است (Roche et al., 2019). نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد با افزایش تراکم بوته درصد روغن سویا افزایش پیدا کرده است (جدول 3). با تأخیر در تاریخ کاشت درصد روغن کاهش پیدا کرد که این درصد کاهش از تاریخ کاشت 20 خرداد (تاریخ کاشت مطلوب) تا تاریخ کاشت 14 مرداد (دیرترین تاریخ کاشت) برابر 15 درصد بود، بیشترین درصد روغن برابر 20/12 درصد و کمترین آن برابر 17/06 درصد بود (جدول 4). در بین اجزای روغن سویا اسید پالمیتیک، اسید استئاریک، اسید لینولینک و اسید لینولئیک با تأخیر در کاشت افزایش پیدا کردند اما میزان اسید اولئیک با تأخیر در کاشت کاهش پیدا کرد (جدول 4). به‌طورکلی، بر اساس نتایج این آزمایش با تأخیر در کاشت و محدودیت دمایی ایجاد شده، درصد روغن دانه سویا کاهش یافته که نتیجه آن کاهش عملکرد روغن سویا است که نشان‌دهنده اهمیت زیاد تامین دمای مطلوب در طول دوره

رشد برای افزایش برداشت روغن از واحد سطح در این گیاه می‌باشد (جدول4). روچه و همکاران (Roche et al., 2019) گزارش کردند که تاریخ‌های مختلف کاشت گیاهان را در معرض شرایط متفاوت محیطی قرار می‌دهد و در نتیجه میزان عملکرد در شرایط دمایی مختلف متفاوت خواهد بود، زمانی که مرحله تشکیل و پر شدن دانه‌ها با کاهش دمای محیط برخورد کند، میزان سنتز روغن تحت تاثیر قرار گرفته و درصد روغن دانه‌ها کاهش خواهد یافت. در آزمایش حاضر، متفاوت بودن ترکیب اسیدهای چرب در تاریخ‌های مختلف کاشت با نتایج ازمایش خالید و همکاران(Khalid et al., 2017) مطابقت دارد. بررسی اثر درجه حرارت بر درصد اسیدهای چرب گلرنگ نیز نشان داد که با تأخیر در کاشت، زمان دانه‌بندی با تغییر درجه حرارت محیط مصادف شده و در نتیجه، کیفیت روغن از نظر ترکیب اسیدهای چرب، متفاوت خواهد بود (Khalid et al., 2017).

نتایج جدول 5 نشان داد عملکرد روغن تحت تأثیر معنی‌دار سال، تاریخ کاشت، تراکم و اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم قرار می‌گیرد، بر این اساس مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته نشان داد در تمام تاریخ‌های کاشت با افزایش تراکم، عملکرد روغن افزایش پیدا کرد به طوری‌که بیشترین عملکرد روغن در تراکم 42 بوته در مترمربع و کمترین آن در تراکم 21 بوته در متر مربع حاصل شد (شکل 2). در هر سه تراکم بوته مورد مطالعه بیشترین عملکرد روغن را در تاریخ کاشت 20 خرداد نشان دادند و کمترین عملکرد روغن از تاریخ کاشت 14 مرداد به‌دست آمد، بیشترین عملکرد روغن (1488 کیلوگرم در هکتار) از تاریخ کاشت 20 خرداد و در تراکم 42 بوته در مترمربع و کمترین آن (185 کیلوگرم در هکتار) از تاریخ کاشت 14 مرداد و در تراکم 21 بوته در مترمربع به‌دست آمد، اختلاف بیش از 85 درصدی بین بیشترین و کمترین عملکرد روغن در تیمارهای مختلف نشان‌دهنده نقش اساسی و تعیین کننده شرایط دمایی ناشی از تغییر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد روغن می‌باشد. بر اساس مطالعات رابرتسون و همکاران (Robertson et al., 2004) به ازای هر درجه سلسیوس افزایش درجه حرارت در زمان گلدهی و پرشدن دانه، میزان روغن دانه 1/7 درصد کاهش می‌یابد. نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد تأخیر در کاشت باعث همزمانی گلدهی سویا با درجه حرارت‌های بالا می‌شود که این امر باعث کاهش در درصد روغن دانه می‌گردد. بر اساس نتایج نائوکی و همکاران (Naoki et al., 2018) تأخیر در کاشت باعث افزایش مقدار پروتئین دانه و کاهش درصد روغن گردید که علت آن افزایش دمای آخر فصل اعلام شده است. نتایج مشابهی توسط پیپو و نواک (Pepo and Novak, 2016) در گیاه آفتابگردان نیز گزارش شده است. رسیدن دانه آفتابگردان در دمای پایین منجر به افزایش میزان اسید لینولئیک و کاهش میزان اسید اولئیک می‌گردد. در گیاه سویا نشان داده شده است که در دمای پایین، میزان اسید چرب پالمیتیک کاهش و در دمای بالای محیط افزایش می‌یابد (Olena et al., 2020).

بر اساس نتایج تجزیه مرکب اثر سال، تاریخ کاشت و تراکم بر تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه سویا معنی‌دار بود (جدول 5). همچنین، نتایج تجزیه مرکب اثر سال، تراکم و تاریخ کاشت نشان داد که عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه تحت تأثیر معنی‌دار سال، تراکم، تاریخ کاشت و اثر

متقابل تاریخ کاشت و تراکم قرار گرفتند (جدول5).

نتایج مقایسه میانگین اثر تراکم بر تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه سویا نشان داد با افزایش تراکم، تعداد دانه در غلاف کاهش پیدا کرد به طوری‌که در تراکم‌های 42، 28 و 21 بوته در متر مربع تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب برابر 1/77، 1/97 و 1/99 عدد بود. وزن هزار دانه سویا نیز با افزایش تراکم بوته کاهش پیدا کرد، بیشترین وزن هزار دانه (121/4 گرم) در تراکم 42 بوته در مترمربع و کمترین آن (126/8 گرم) در تراکم 21 بوته در مترمربع به‌دست آمد. افزایش در تراکم باعث کاهش وزن دانه شده است چرا که با افزایش تراکم و افزایش تعداد دانه در واحد سطح منابع کمتری در اختیار هر دانه قرار می‌گیرد، در رابطه با تعداد دانه در غلاف نیز این امر صادق می‌باشد و با افزایش تراکم تعداد دانه در غلاف کاهش پیدا می‌کند (جدول 6). نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه سویا نشان داد با تأخیر در کاشت تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه سویا کاهش پیدا می‌کند به‌طوری‌که تعداد دانه در غلاف سویا به‌ترتیب در تاریخ کاشت‌های 20 خرداد، 3 ، 17، 31 تیر و 14 مرداد ماه برابر 2/16، 2/18، 2/05، 1/65 و 1/21 عدد در غلاف بود، وزن هزار دانه نیز در تاریخ کاشت‌های 20 خرداد، 3، 17، 31 تیر و 14 مرداد ماه به‌ترتیب برابر 130، 127، 125، 121 و 110 گرم بود (جدول 7)، با سخت‌تر شدن شرایط طبیعی و افزایش دمای محیط در اثر تاخیر در کاشت، تعـداد دانه در بـوته و وزن دانه کاهش می‌یابد که دلیل این امر کاهش منابع در دسترس هر بوته می‌باشد.

با افزایش در تراکم بوته در تمام تاریخ‌های کاشت، تعداد غلاف در بوته کاهش پیدا کرد به طوری‌که در هر تاریخ کاشت بیشترین تعداد غلاف در بوته در تراکم 21 بوته در مترمربع و کمترین تعداد آن در تراکم 42 بوته در مترمربع مشاهده شد (شکل 1). دامنه تغییرات تعداد غلاف در بوته سویا بین 79/6 تا 16/1 عدد غلاف در بوته بود که بیشترین تعداد غلاف در بوته از تاریخ کاشت 20 خرداد و تراکم 21 بوته در مترمربع به‌دست آمد و کمترین تعداد غلاف در بوته از تاریخ کاشت 14 مرداد و تراکم 42 بوته در مترمربع حاصل شد (شکل 1). بنابراین با تأخیر در کاشت، تعداد غلاف در بوته به شدت کاهش پیدا کرده و این کاهش از تاریخ کاشت 20 خرداد الی 14 مرداد در تراکم‌های مختلف بین 72/5 درصد تا 71 درصد متغیر بود، به بیان دیگر تأخیر در کاشت با تاثیرگذاری بر اجزای عملکرد مخصـوصاً تعـداد دانه در غلاف می‌تواند باعث تغییرات عمده در عملکرد دانه سویا شود. تراکم بوته نیز اثر مهمی بر تعداد دانه در غلاف سویا نشان داد (جدول 5)، به‌طوری‌که با افزایش تراکم بوته منابع در دسترس هر بوته کاهش پیدا کرده و این امر باعث می‌شود تا تعداد غلاف در بوته کاهش پیدا کند. اگرچه اجزای عملکرد دانه با افزایش تراکم در بوته کاهش پیدا می‌کند، اما به‌دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح در نهایت عملکرد در واحد سطح افزایش پیدا کرده است. تأخیر در کاشت از طریق کاهش دوره رشد رویشی و کاهش دوره سبزشدن تا گل‌دهی سبب کاهش معنی‌دار شاخه‌دهی در بوته می‌شود (Faraji, 2014).

با افزایش تراکم کاشت، عملکرد بیولوژیک سویا افزایش یافت به‌طوری‌که در تمام تاریخ کاشت‌های مورد مطالعه بیشترین عملکرد

بیولوژیک از تراکم 42 بوته در مترمربع و کمترین آن از تراکم 21 بوته به‌دست آمد، به عبارت دیگر افزایش در تعداد بوته در واحد سطح باعث شد که ماده خشک بیشتری در واحد سطح تولید شود، با تأخیر در تاریخ کاشت عملکرد بیولوژیک در تمام تراکم‌های مورد آزمایش کاهش پیدا کرد (شکل 2)، در بین تیمارهای مورد مطالعه بیشترین عملکرد بیولوژیک سویا (11230 کیلوگرم در هکتار) از تاریخ کاشت 20 خرداد و تراکم 42 بوته در مترمربع و کمترین آن از تاریخ کاشت 14 مرداد و تراکم 21 بوته در مترمربع (5640 کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (شکل 2).

عملکرد دانه سویا همانند عملکرد بیولوژیک با افزایش تراکم بوته در واحد سطح در تمام تاریخ کاشت‌ها افزایش پیدا کرد، و با تأخیر در کاشت عملکرد دانه کاهش یافت، دامنه تغییرات عملکرد دانه بین 3970 کیلوگرم در هکتار الی 470 کیلوگرم در هکتار بود، بیشترین عملکرد دانه از تاریخ کاشت 20 خرداد و تراکم 42 بوته در مترمربع و کمترین آن در تاریخ کاشت 14 مرداد و تراکم 21 بوته در مترمربع به‌دست آمد (شکل 2). نکته مهم در رابطه با عملکرد دانه، کاهش شدید آن (به‌طور متوسط 84 درصد) با تأخیر در کاشت می‌باشد، بیشترین درصد کاهش عملکرد (بیش از 85 درصد) با تأخیر در کاشت در تراکم 21 بوته در مترمربع مشاهده شد (شکل 2)، این امر نشان‌دهنده آن است که تأخیر در کاشت و کاهش تراکم بوته در واحد سطح اثر هم‌افزایی نسبت به یکدیگر داشته و باعث کاهش شدید در عملکرد دانه سویا شده‌اند. این موضوع در رابطه با عملکرد بیولوژیک نیز صادق می‌باشد، در واقع هر چه تاریخ کاشت بیشتر به تأخیر افتاده و تعداد بوته در واحد سطح نیز کاهش یابد، بوته‌ها با استفاده کمتر از نهاده‌های کشاورزی کاهش تولید نشان داده‌اند (شکل 2).

اثر تاریخ کاشت و تراکم بر شاخص برداشت سویا معنی‌دار نبود که دلیل آن تاثیرپذیری عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از عوامل آزمایشی می‌باشد. در این بررسی تراکم و تاریخ کاشت همزمان باعث افزایش یا کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شده‌اند که این امر در نهایت باعث عدم تغییر معنی‌دار در شاخص برداشت سویا شده است (جدول 5). در بررسی سرپرست و روحانی (Sarparast and Rouhani, 2014) اعلام شده است که با افزایش فاصله ردیف از 40 به 70 سانتی‌متر عملکرد نخودفرنگی کاهش یافته است.

در میان اجزای عملکرد، اندازه دانه تحت تأثیر فاکتورهای آزمایش قرار نگرفت. تعداد دانه در غلاف فقط تحت تأثیر فاصله ردیف قرار گرفت، اما تعداد غلاف در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر هر دو فاکتور و اثر متقابل آنها قرار گرفت. قنبری بیرگانی و همکاران (Ghanbari Birgani et al., 2010) با مطالعه اثر فاصله بین ردیف بر عملکرد باقلا، کاهش عملکرد را با افزایش این فواصل گزارش کردند. در آزمایش اولنا و همکاران (Olena et al., 2020) نیز عملکرد دانه سویا با کاهش فاصله ردیف 38 درصد افزایش یافته است، که دلیل آنرا افزایش فضای بین ردیف‌ها و در نتیجه کاهش رقابت بین بوته‌ها اعلام کرده‌اند، با کاهش فواصل بین ردیف‌ها تشعشع دریافتی توسط هر گیاه کاهش می‌یابد و بنابراین مواد فتوسنتزی کمتری در گیاه ساخته شده و احتمالاً انتقال و اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه نیز کاهش می‌یابد.

در تحقیق شفارودی و همکاران (Shafarudi et al., 2012) بر روی لوبیا نیز بیشترین عملکرد دانه در تک‌بوته مربوط به تراکم پایین بوته (15 بوته در مترمربع) و کمترین آن مربوط به تراکم بالا (35 بوته در مترمربع) بود. کاهش عملکرد تک‌بوته‌ها و افزایش عملکرد در واحد سطح با افزایش تراکم نشان‌دهنده اثر جبرانی بیشتر تراکم است.

در بررسی حاضر، با افزایش درصد روغن سویا، عملکرد دانه سویا نیز افزایش پیدا کرد، افزایش یک درصدی در درصد روغن دانه سویا باعث افزایش 252 کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه سویا شده است. علاوه بر این افزایش عملکرد دانه رابطه مثبت و صعودی با عملکرد روغن نشان داد. این افزایش برابر 3/4 کیلوگرم در عملکرد دانه به ازای افزایش یک کیلوگرم عملکرد روغن سویا می‌باشد، همچنین رابطه عملکرد دانه با اسید استئاریک و اسید لینولینک منفی و معنی‌دار بوده و با افزایش در مقدار اسید استئاریک و اسید لینولینک، عملکرد دانه سویا کاهش پیدا یافته است ولی رابطه بین عملکرد دانه با اسید اولئیک مثبت و معنی دار و نهایتاً رابطه عملکرد دانه با اسید لینولئیک معنی‌دار نبوده است (شکل 3).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی بر اساس نتایج این آزمایش، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن سویا با تاخیر در کاشت و مواجه شدن بوته‌ها با دماهای بالا کاهش پیدا کرد. افزایش تراکم منجر به افزایش عملکرد دانه سویا شد، بدین ترتیب تأخیر در زمان کاشت و مواجه شدن بوته‌ها با دماهای بالا و همچنین کاهش تراکم باعث افت 88 درصدی عملکرد دانه و 49 درصدی عملکرد بیولوژیک سویا شد. بر اساس نتایج این آزمایش برای تولید عملکرد کمی و کیفی مناسب در سویا کشت سویا دریافت 2328 درجه روز رشد با کاشت در تاریخ 20 خرداد و در تراکم 42 بوته در مترمربع می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

جدول 1- درجه روز –رشد (GDD) از کاشت تا رسیدگی برداشت در تاریخ‌های کشت سویا

Table 1- Day degree (GDD) growth from planting to harvest maturity on soybean planting date

سال زراعی Year	درجه روز –رشد G.D.D. (°C day)				
	20 خرداد 10 Jun	3 تیر 24 Jun	17 تیر 8 Jul	31 تیر 22 Jul	14 مرداد 5 Aug
2018	2327	2121	1912	1728	1506
2019	2230	2039	1874	1696	1491

جدول 2- تجزیه واریانس مرکب اثرات سال، تراکم و تاریخ کاشت بر صفات عملکرد و درصد روغن و اسیدهای چرب سویا
Table 2- Analysis of variance (mean squares) for effects of year, density and planting date on oil yield, fatty acids soybean

منابع تغییر S.O.V.	میانگین مربعات Mean squares							
	درجه آزادی df	درصد روغن Percentage of oil	اسید پالمیتیک Palmitic acid	اسید استاریئک Stearic acid	اسید اولئیک Oleic acid	اسید لینولینک Linoleic acid	اسید لینولئیک Linoleic acid	عملکرد روغن yield oil
سال Year (Y)	1	3.93 ns	2.49 ns	0.431ns	18.1ns	1.83 ns	42.2 ns	9572ns
تکرار درون سال Rep(Y)	4	49.2	20.9	2.99	92.3	8.54	396.2	70836
تاریخ کاشت Sowing date (S)	4	27.2**	2.52**	0.877**	34.1**	6.54**	41.2*	119687**
سال× تاریخ کاشت (S×Y)	4	0.282 ns	0.110 ns	0.038ns	0.26ns	0.06 ns	1.61ns	956.7 ns
اشتباه Error 1	16	2.62	0.963	0.196	3.93	0.552	20.2	8796
تراکم گیاه Plant density (D)	2	8.41 **	3.24**	0.487**	15.7**	2.40**	71.3**	31908**
سال× تراکم (D×Year)	2	3.85 ns	1.35 ns	0.123ns	9.92ns	1.53**	28.2 ns	1463 ns
تراکم × تاریخ کاشت (S×D)	8	0.152 ns	0.087 ns	0.013ns	0.27ns	0.11ns	0.879 ns	3958**
سال×تراکم× تاریخ کاشت (Y ×S×D)	8	0.141 ns	0.092 ns	0.018ns	0.32ns	0.02 ns	1.37 ns	653.5 ns
اشتباه Error	40	1.61	0.598	0.096	2.93	0.230	11.9	2761
ضریب تغییرات C.V. (%)		6.87	7.0	7.12	6.63	6.52	6.88	12.1

*و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns, * and **, represent non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول 3- مقایسه میانگین اثر تراکم بر صفات اندازه گیری شده سویا
Table 3 - Comparison of the mean effect of density on the measured traits of soybeans

تراکم گیاه Plant density (P)	درصد روغن Oil percentage	اسید لینولئیک Linoleic acid	اسید لینولینک Linoleic acid	اسید اولئیک Oleic acid	اسید استئاریک Stearic acid	اسید پالمیتیک Palmitic acid
41.7	19.25	50.23	7.01	26.72	4.45	11.48
27.7	18.92	50.58	7.20	26.36	4.47	11.50
20.8	18.67	51.35	7.47	26.16	4.59	11.73
LSD5%	0/23	1.05	0/15	0/71	0/08	0/15

میانگین‌های دارای حروف مشترک طبق آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.
Numbers with common alphabets, according to the LSD test, have no significant difference at the 5% level

جدول 4- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر صفات اندازه گیری شده سویا
Table 4- Comparison of the mean effect of planting date on the measured traits of soybeans

تاریخ کاشت Planting date	اسید لینولئیک Linoleic acid	اسید لینولینک Linoleic acid	اسید اولئیک Oleic acid	اسید استاریئک Stearic acid	اسید پالمیتیک Palmitic acid	درصد روغن Percentage of oil
20 خرداد 10 Jun	49.54	6.63	27.77	4.31	11.26	20.12
3 تیر 24 Jun	49.44	6.81	27.15	4.37	11.29	19.61
17 تیر 8 Jul	50.43	7.29	26.16	4.47	11.50	18.79
31 تیر 22 Jul	51.54	7.61	25.11	4.67	11.68	17.91
14 مرداد 5 Aug	53.11	8.14	24.41	4.85	12.20	17.06
LSD 5%	1/78	0/75	0/48	0/14	0/46	0/46

میانگین‌های دارای حروف مشترک طبق آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.
Numbers with common alphabets, according to the LSD test, have no significant difference at the 5% level.

جدول 5- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) اثرات سال، تراکم و تاریخ کاشت بر صفات عملکرد سویا

Table 5 - Analysis of variance (mean squares) for effects of year, density and planting date soybean oil components

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares				
		عملکرد دانه Seed yield	بیوماس Biomass	تعداد غلاف در بوته No. pod per plant	تعداد دانه در غلاف No. of grain per pod	هزار دانه 1000 seed weight
سال (Year)	1	650199 ns	5508475ns	0.001 ns	0.219 ns	17.7 ns
تکرار درون سال(Y)Rep	4	406213	4901755	136.9	0.270	5427
تاریخ کاشت Sowing date (S)	4	26564169**	34506721**	7221**	3.04 **	1091 **
سال× تاریخ کاشت (S×Y)	4	48703 ns	307572 ns	5.82 ns	0.002 ns	2.63 ns
اشتباه Error 1	16	63936	397453	11.9	0.016	5.34
تراکم گیاه Plant density (D)	2	324399**	8185612**	554.2**	0.117**	44.4 **
سال× تراکم (P×Y)	2	7233 ns	2703 ns	31.2 ns	0.004 ns	0.721 ns
تراکم × تاریخ کاشت (S×D)	8	51952**	252946*	30.7*	0.009ns	1.11 ns
سال×تراکم×تاریخ کاشت (Y ×D×S)	8	9126 ns	3783 ns	32.5 ns	0.002 ns	1.02 ns
اشتباه Error	40	28700	128834	21.4	0.010	2.26
ضریب تغییرات C.V. (%)		7.43	5.25	9.26	5.49	11.5

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **, represent non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول 6- مقایسه میانگین اثر تراکم بر صفات اندازه گیری شده سویا

Table 3 - Comparison of the mean effect of density on the measured traits of soybeans

تراکم گیاه Plant density (P)	هزار دانه thousand grain	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod
41.7	121.43	1.77
27.7	125.50	1.97
20.8	126.78	1.99
LSD5%	1.19	0.18

میانگین‌های دارای حروف مشترک طبق آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Numbers with common alphabets, according to the LSD test, have no significant difference at the 5% level.

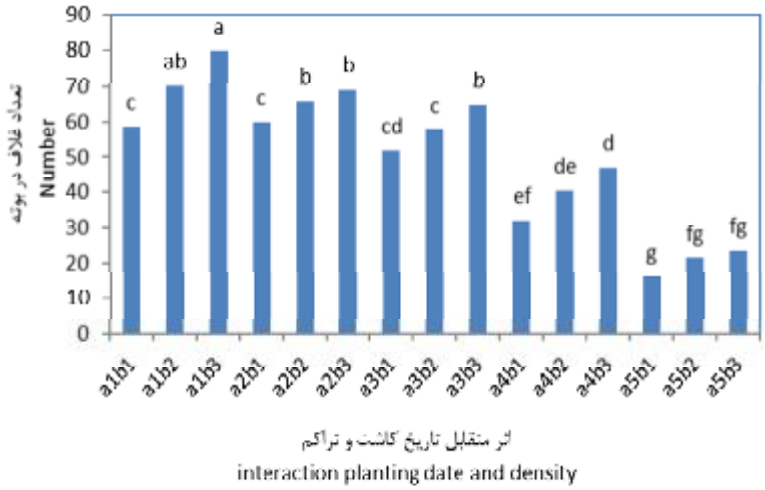
جدول 7- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر صفات اندازه گیری شده سویا

Table 4- Comparison of the mean effect of planting date on the measured traits of soybeans

تاریخ کاشت Planting date		تعداد دانه در غلاف No. of grain per pod	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)
10 Jun	20 خرداد	2.16	130.06
24 Jun	3 تیر	2.18	127.75
8 Jul	17 تیر	2.05	125.66
22 Jul	31 تیر	1.65	121.71
5 Aug	14 مرداد	1.21	110.07
LSD 5%		0/10	2/5

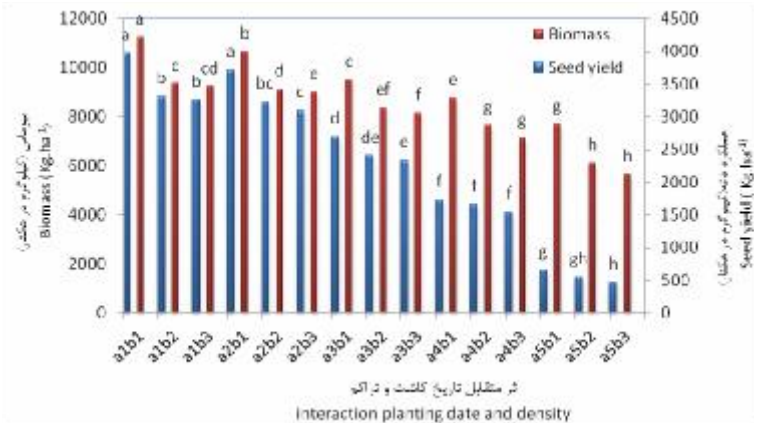
میانگین‌های دارای حروف مشترک طبق آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Numbers with common alphabets, according to the LSD have no significant difference at the 5% level.



شکل 1- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بر تعداد غلاف در سویا

Figure 1- Comparison of the mean interaction of planting date and density on the measured characteristics



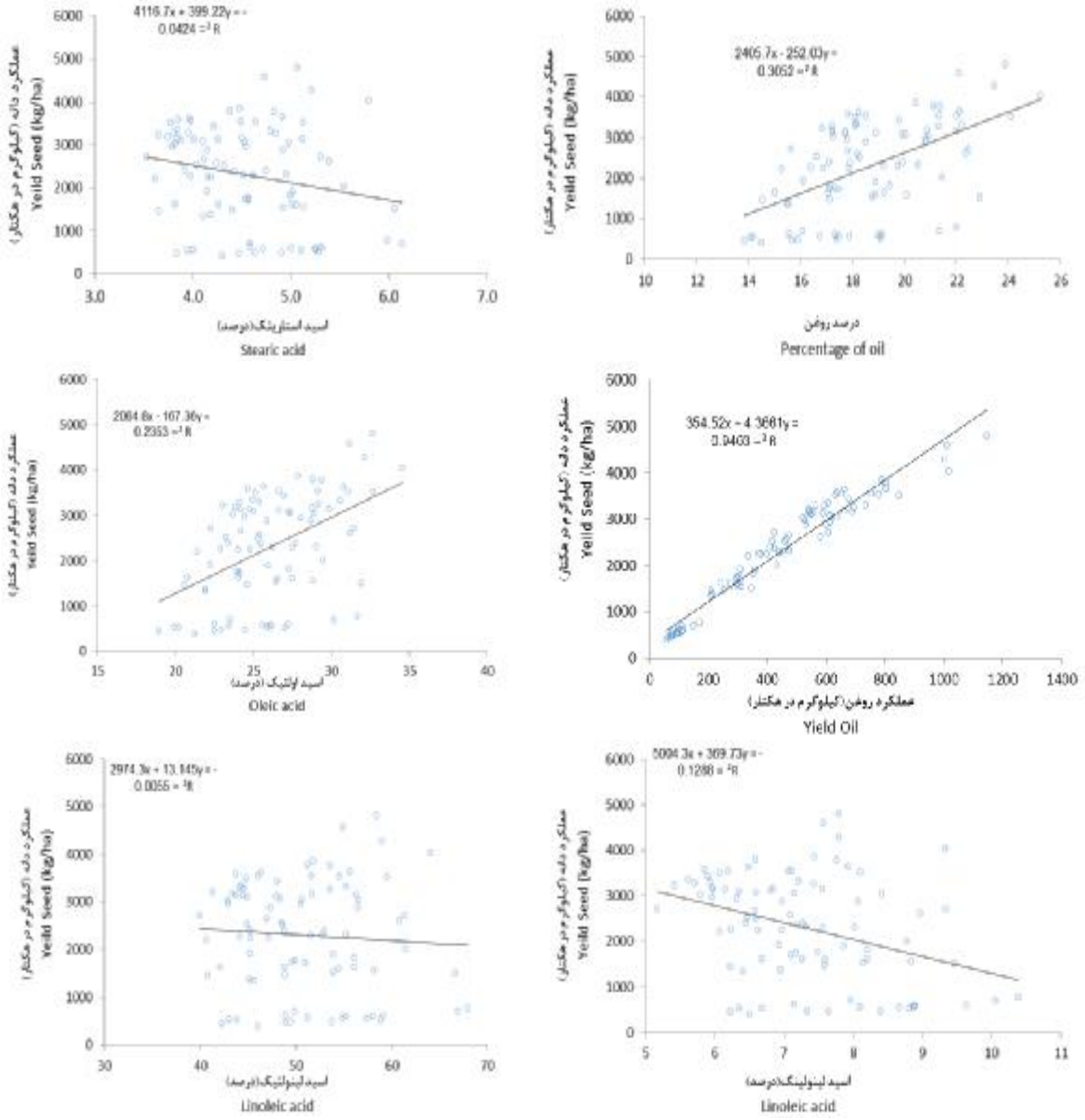
شکل 2- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه و بیوماس سویا

Figure 2- Comparison of the mean interaction of planting date and density on the measured characteristics

میانگین‌های دارای حروف مشترک طبق آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Numbers with common alphabets, according to the LSD test, have no significant at the 5% level.

a1b1=تاریخ 20 خرداد تراکم 41/7 -a1b2= تاریخ 20 خرداد تراکم 27/7 =a1b3 – تاریخ 20 خرداد تراکم 20/8 =a2b1 -تاریخ 3 تیر تراکم 41/7 - a2b2=تاریخ 3 تیر تراکم 27/7 =a2b3 – تاریخ 3 تیر تراکم 20/8 =a3b1 -تاریخ 17 تیر تراکم 41/7 =a3b2- تاریخ 17 تیر تراکم 27/7 =a3b3 – تاریخ 17 تیر تراکم 20/8 =a4b1 -تاریخ 31 تیر تراکم 41/7 =a4b2- تاریخ 31 تیر تراکم 27/7 =a4b3 – تاریخ 31 تیر تراکم 20/8 =a5b1 -تاریخ 14 مرداد تراکم 41/7 =a5b2- تاریخ 14 مرداد تراکم 27/7 =a5b3 – تاریخ 14 مرداد تراکم 20/8 .



شکل 3 - رابطه رگرسیونی بین عملکرد روغن، درصد روغن و اسیدهای روغن سویا با عملکرد دانه

Figure 3- Regression relationship between oil yield, oil percentage and soybean oil acids with grain yield

References منابع مورد استفاده

· Anonymus. 2020. Statistics of Iran's agricultural production. Ministry of Agricultural Jihad of the Islamic Republic of Iran.

· Bagheri, M., and H. Nemati. 2016. Effect of planting date and plant density on vegetative characteristics and yield of soybeans in Gorgan region. Journal of Iranian Oilseed Plants. 5(1): 54-63. (In Persian).

· Bellaloui, N., A. Mengistu, and A. Kassem. 2013. Effects of genetics and environment on fatty acid stability in soybean seed. Food and Nutrition Sciences. 4(9):165-175.

· Divsalar, M., Z. Thamasbisarvestani, A.M. Modaressanavi, and A. Hamidi. 2016. Study the effect of drought stress on oil, protein percent and fatty acids composition of soybean grain. Journal of Plant Ecophysiology. 8(27): 44-55. (In Persian).

· Faraji, A. 2014. Evaluation of grain yield and drought tolerance indices in pure soybean cultivars and lines in Gorgan region. Seed and Plant Breeding. 1(2): 35-45-30. (In Persian).

· Ghanbari-Birgani, D., A. Zand, and M. Barzegari. 2010. Effect of planting pattern and herbicide application on weed population, grain yield, and water consumption efficiency of single cross corn 704. Iranian Journal of Agronomic Sciences. 12: 1-17. (In Persian).

· Kalantar-Ahmadi, S., A. Eslamizadeh, and G.R. Ghodrati. 2018. Effect of sowing date on growth and seed yield of soybean (Glycine max Merrill) genotypes under North Khuzestan weather conditions. Iranian Journal of Crop Sciences. 20(1): 45-60. (In Persian).

· Khalid, N., R.S. Khan, M.I. Hussain, M. Farooq, M. Ahmad, and I. Ahmed. 2017. A comprehensive characterisation of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient. Trends Food Science and Technology. 66: 176–186.

· Nakhzari, A., A. Rahemi, A. Samsami, and D. Moghadam. 2019. Effect of drought stress on physiological traits and performance of soybeans under the effect of inoculation and non-inoculation with mycorrhizal fungi and rhizobium bacteria. Environmental Stress in Agricultural Sciences. 13(2): 413-423. (In Persian).

· Naoki, M., Y. Tetsuya, T. Yoshitake, T. Koichiro, and N. Makita. 2018. Effect of plant density on growth and yield of new soybean genotypes grown under early planting condition in Southwestern Japan. Plant Prodution Science. 21(1): 16-25.

· Olena, S., Z. Sabine, C. Wilhelm, and G. Sabine. 2020. Seed yield, seed protein, oil content, and agronomic characteristics of soybean (Glycine max L.) depending on different seeding systems and cultivars in Germany. Agronomy Journal. 10(7): 22-35. doi: 10.3390/agronomy10071020.

· Pepo, P., and A. Novák. 2016. Correlation between photosynthetic traits and yield in sunflower. Plant Soil Environment. 62: 335–340.

· Rameeh, V., and M. Aghabozorgi. 2016. Effect of different seed rates and sowing dates on yield components, yield and qualitative traits of soybean (Glycine max L.) variety Sari. Journal of Oil Plants Production. 3(1): 15-24. (In Persian).

· Rassam, Gh.A., and A. Soltani. 2014. A simple model to simulate growth and yield of soybean. Journal of Plant Production Research. 21(2): 87-105. (In Persian).

· Robertson, M.J., J.F. Holland, and R. Bambach. 2004. Response of canola and Indian mustard to sowing date in the grain belt of North-Eastern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture. 44: 43-52.

· Roche, J., Z. Mouloungui, M. Cerny, and O. Merah. 2019. Effect of sowing dates on fatty acids and phytosterols patterns of Carthamus tinctorius L. Applied Sciences. 9(14): 28-39. doi:10.3390/app9142839.

· Sarparast, R., and S. Rouhani. 2014. Study of row spacing and the effect of two irrigations on yield and yield components of two pea genotypes. Fifth National Conference on Iranian. Tehran University Agriculture Campus. P; 324-331.(In Persian).

· Shafarudi, A., M. Zavareh, G. Pyvast, and H. Dori. 2012. Effect of planting date and plant density on yield and grain yield components of native bean stands (Phaseolus vulgaris L.). Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production. 22(3):47-61. (In Persian).

· Sharifi, R.S., and A. Namvar. 2017. Grain filling and fatty acid composition of safflower fertilized with integrated nitrogen fertilizer and biofertilizers. Agricultural Quarterly. Bras. 52: 236–243. (In Persian).

· Singh, A.P., B.S. Dhillon, and A.S. Sidhu. 2019. Productivity of summer moong (Vigna radiata L.) as influenced by different sowing dates and varieties. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 8 (3): 781-784

· Soleymani, F., and R. Naseri. 2020. Responses of seed yield and morphophysiological traits of mungbean (Vigna radiate L.) cv. Gohar to GDD and plant density in Ilam region. Journal of Crop Ecophysiology. 14(3): 433-446. (In Persian).

· Soltani, A., and V. Madah. 2010. Simple applications for education and research in agriculture. Niak Publications. 78 Pages. (In Persian).

· Sorkhi, F. 2017. Effect of planting pattern and plant density on growth, dry matter remobilization and grain yield of maize (Zea mays L.). Crop Physiology Journal. 9 (34): 61-78. (In Persian).

· Zeinali, E., A. Soltani, M. Khadempir, M. Tourani, and F. Sheikh. 2014. Studying the response of yield components, grain and green pod yield of two faba bean cultivars to inter- row spacing in normal and late seeding dates. Journal of Crops Improvement. 15(4): 195-210. (In Persian).

Research Article DOI:10.30495/JCEP.2023.1928321.1796

Effect of Temperature Limits and Crop Density on Quality Characteristics of Oils and Fatty Acids in Regression Relationship with Soybean Yield

Alireza Alazmani[1], Masoumeh Naeemi[2*], Abolfazl Faraji[3], Ali Rahemi Karizki[2] and Leila Ahangar[2]

Received: May 2021 , Revised: 4 October 2021, Accepted: 9 November 2021

Abstract

In order to investigate the effect of the growing day and plant density on some agronomic, morphophysiological and qualitative characteristics of the early-maturing line Soy-93-31 soybean, an experiment was conducted in the form of split plots in the form of a randomized complete block design in three replications. Two crop years 2017 and 2018 were implemented in Gorgan region. The first factor of growth days until harvest time includes five growth days (GDD) 2328, 2182, 1893, 1712 and 1499 resulting from the date of sowing (10, 24 June, 8, 12 July, 5 August) and the second factor is the distance between rows 24, 36 and 48 cm (42, 28 and 21 plants per square meter).in this experiment, grain yield, biological yield, number of pods per plant, number of seeds per pod, 1000 grain, oil yield, oil percentage and soybean fatty acids were measured. The results of this experiment showed that planting date and density had a significant effect on the percentage of soybean oil and fatty acids. The percentage of seed oil decreased with increasing planting time (delayed soybean) so that the highest percentage of soybean oil on 10 June and the lowest percentage of oil was obtained on 5 August. Also, based on the results of planting date and plant density had a significant effect on grain yield and grain yield components, the weight of 1000 soybeans decreased with delay in planting. With delay of sowing date in all densities, soybean grain yield decreased, so that the highest grain yield was observed on June 10 and the density of 42 plants per square meter (3760 $kg.ha^{-1}$) and the lowest grain yield was observed. Soybean was obtained on August 5 and the density of 21 plants per square meter was (470 $kg.ha^{-1}$). According to the results of this experiment, the planting date of 10 June and the density of 42 plants per square meter were the most desirable planting date and density to achieve maximum grain and oil yield.

Key words: Acid palmitic, Biomass, Number of pods, 1000 grain weight.

1- Ph.D. Student, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Plant Production, Gonbad Kavous University, Iran.
2- Assistant Professor, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources of Crop Products, Gonbad Kavous University, Iran.
3- Professor of Agriculture, Department of Agricultural and Horticultural Research, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Iran.
*Corresponding Author: naeemi_701@yahoo.com