تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های با کیفیت روغن خوراکی بزرک در اصفهان

قدرت‌الله سعیدی[۱]

چکیده

*بزرک (**Linum usitatissimum** L.) با کیفیت روغن خوراکی می‌تواند به عنوان یک محصول دانه روغنی در منطقه اصفهان کشت گردد. برای حصول عملکرد مطلوب و تولید موفق این گیاه، تاریخ کاشت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این آزمایش به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر عملکرد، اجزای عملکرد و دوره رسیدگی در بزرک با کیفیت روغن خوراکی در مزرعه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۱۳۷۹ انجام شد. در این بررسی از طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار، و به صورت کرت‌های خرد شده استفاده گردید. تاریخ کاشت به عنوان فاکتور اصلی دارای هفت سطح (۲۶ مهر، ۲۵ آبان، ۲۵ اسفند، ۲۵ فروردین، ۲۵ اردیبهشت، ۲۴ خرداد و ۲۵ تیر) و ژنوتیپ به عنوان فاکتور فرعی شامل چهار لاین اصلاحی بزرک با کیفیت روغن خوراکی بود.*

شمار کپسول در بوته، شمار دانه در کپسول، وزن صد دانه و عملکرد دانه برای همه ژنوتیپ‌ها در تاریخ کاشت اول (۲۶ مهر) بیشترین بود. میانگین عملکرد دانه در نخستین تاریخ کاشت تقریباً دو و سه برابر عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم، و تقریباً هشت برابر آن در سه تاریخ کاشت آخر بود. در تاریخ کاشت دوم نیز به خاطر پایین بودن دما بذرها به طور کلی سبز نشدند. عملکرد دانه و دوره رسیدگی به طور معنی‌دار تحت تأثیر متقابل ژنوتیپ و تاریخ کاشت قرار گرفت. به طور کلی، تأخیر در کاشت با کاهش میزان سبز شدن، شمار روز تا رسیدگی، عملکرد دانه و اجزای آن در تمام ژنوتیپ‌ها همراه بود، ولی تاریخ کاشت آخر موجب افزایش شمار روزهای تا رسیدگی و شمار دانه در کپسول گردید. نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد که وزن دانه، شمار دانه در کپسول و شمار گیاهچه در متر مربع، به ترتیب مهم‌ترین اجزای سهیم در ایجاد تغییرات عملکرد دانه بودند. ولی شمار کپسول در بوته و شمار دانه در کپسول به ترتیب بیشترین نقش را در ایجاد تنوع عملکرد دانه در بوته داشتند.

واژه‌های کلیدی: *بزرک، روغن خوراکی، تاریخ کاشت، عملکرد، اجزای عملکرد*

---

۱. استادیار ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.14.0]

مقدمه

بزرک (*Linum usitatissimum* L.) گیاهی است دانه روغنی که دانه آن ۴۰-۴۵٪ روغن و ۲۳-۳۴٪ پروتئین دارد. افزون بر استخراج روغن، کنجاله آن با حدود ۴۲-۴۶٪ پروتئین می‌تواند به عنوان یک منبع پروتئینی در جیره غذایی دام استفاده گردد (۸). هم‌چنین، به لحاظ ارزش غذایی و دارویی، دانه بزرک نیز به صورت آرد و یا خرد شده در تهیه نان، کیک و دیگر فراورده‌های غذایی استفاده می‌شود (۸).

روغن ژنوتیپ‌های معمولی بزرک به خاطر میزان چشم‌گیر (۵۲٪) اسید چرب غیر اشباع لینولنیک به عنوان روغن خشک شونده در صنعت به کار می‌رود، ولی برای مصرف خوراکی مطلوبیت ندارد (۱۶ و ۲۴). روغن ژنوتیپ‌های جدید حاصل از پروژه‌های اصلاحی و موتاسیون دارای مقدار ناچیزی (۲٪) از این اسید چرب بوده، از لحاظ ترکیب اسیدهای چرب مشابه روغن آفتاب‌گردان (*Helianthus annuus* L.) است، و می‌تواند به عنوان روغن طباخی و سالادی مصرف شود (۱۴ و ۲۴). واریته‌های با کیفیت روغن خوراکی بزرک هم اکنون در کشورهای مختلف، از جمله کانادا، استرالیا و انگلستان کشت می‌گردد (۶، ۱۴، ۱۶ و ۲۴).

به منظور کسب عملکرد دانه مطلوب در گیاهان زراعی مختلف و بهره‌وری مؤثر از نهاده‌های کشاورزی، تاریخ کاشت مناسب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تاریخ کاشت مطلوب موجب هم‌زمانی مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه با شرایط مطلوب‌تر محیطی، و در نتیجه افزایش بازده فتوسنتز، انتقال و ذخیره مواد فتوسنتزی به بخش‌های اقتصادی گیاه، و در نهایت افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌گردد (۷). پژوهش‌ها نشان داده است که عموماً تأخیر در کاشت موجب کاهش عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت محصول در گیاهان مختلف می‌شود (۱۰ و ۱۹).

در آزمایش‌های انجام شده توسط میلر و همکاران (۱۹) در آفتاب‌گردان، تاریخ‌های کاشت متفاوت برای به دست آوردن حداکثر عملکرد دانه در مناطق مختلف پیشنهاد گردیده است. هم‌چنین، گزارش‌های مختلف دیگر نیز تاریخ کاشت زودهنگام را برای کسب حداکثر عملکرد دانه در آفتاب گردان توصیه نموده‌اند (۲ و ۱۰).

بر پایهٔ نتایج پژوهش‌های مختلف در گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) نیز برای کسب عملکرد مطلوب در هر منطقه، تاریخ کاشت مناسب آن منطقه توصیه گردیده، و به طور کلی تأخیر در کاشت موجب کاهش دوره رشد گیاه و عملکرد دانه شده است (۵ و ۲۰).

در بررسی اثر تاریخ کاشت در کلزا (*Brassica napus* L.) توسط کریستنسن و همکاران (۹) نیز مشخص گردیده که کاشت زودهنگام موجب حصول حداکثر عملکرد دانه می‌گردد. هم‌چنین، بر اساس گزارش‌های مختلف در بزرک نیز تأخیر در تاریخ کاشت موجب کاهش شمار کپسول در بوته، شمار دانه در کپسول و عملکرد دانه شده است (۱۵ و ۲۲). کاشت زودهنگام در این گیاه موجب ناهم‌زمانی دوره گل‌دهی و نمو دانه با هوای گرم و خشک می‌گردد، و نتیجتاً افزایش عملکرد دانه را به دنبال دارد (۲۱). ولی متأسفانه دماهای کم خاک در کاشت زودهنگام موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی و حمله قارچ‌های خاک‌زی به بذر، و نهایتاً کاهش تراکم بوته می‌گردد (۲۱). شرایط معتدل و خنک، و نیز رطوبت کافی در طی مرحله گل‌دهی و نمو دانه در بزرک برای کسب حداکثر عملکرد دانه و اندازه بذر بسیار مطلوب است (۲۷). ولی دماهای زیاد در این مراحل رشد باعث تسریع رسیدگی کپسول‌ها و کاهش شمار دانه در کپسول می‌شود (۱۳).

با توجه به سازگاری وسیع گیاه بزرک و منشأ جغرافیایی آن، که نواحی مدیترانه‌ای و حتی ایران است، احتمال موفقیت ژنوتیپ‌های با کیفیت روغن خوراکی بزرک در سیستم کشاورزی منطقه وجود دارد. در این زمینه، بررسی و تعیین تاریخ کاشت مناسب گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین، با توجه به این که در این مورد هیچ گونه پژوهشی در منطقه انجام نگرفته، این پژوهش به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و اجزای آن، و هم‌چنین تعیین تاریخ

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.14.0]

کاشت مناسب برای حصول عملکرد مطلوب انجام گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۷۹ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در لورک نجف‌آباد (٤٠ کیلومتری جنوب غربی اصفهان) انجام گرفت. طبق طبقه‌بندی کوپن، منطقه آزمایش دارای اقلیم خشک، بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک است (۳). خاک مزرعه از گروه تیپیک هاپل آرجید (Typic Haplargid) و دارای بافت لوم رسی با جرم مخصوص ظاهری ١/٤ گرم بر سانتی‌متر مکعب و pH=٧/٦ می‌باشد.

آزمایش در زمینی که در سال قبل به صورت آیش بود، به صورت کرت‌های خرد شده و در چارچوب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اصلی شامل هفت تاریخ کاشت ٢٦ مهر، ۲۵ آبان، ۲۵ اسفند، ۲۵ فروردین، ۲۵ اردیبهشت، ٢٤ خرداد و ۲۵ تیرماه، و فاکتور فرعی شامل چهار ژنوتیپ با کیفیت روغن خوراکی (لاین اصلاحی) به شماره‌های قراردادی E18، E22، E33 و E37 بودند، که از دانشگاه ساسکاچوان کانادا فراهم گردید. در این آزمایش هر کرت فرعی مشتمل بر چهار ردیف کاشت به طول چهار متر و فواصل ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود. در هر کرت آزمایشی بذر به صورت دستی و در عمق حدود دو سانتی‌متر به صورت خشکه‌کاری و خطی کشت گردید. میزان بذر با توجه به مقدار ٤٠ کیلوگرم در هکتار و وزن دانه هر ژنوتیپ، به نحوی تعیین شد که تعداد مساوی بذر از هر ژنوتیپ (۷۲۰ عدد) در هر خط کشت شود. لازم به ذکر است که بذر ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این آزمایش در سال پیش در مزرعه پژوهشی مذکور تکثیر، و به صورت دستی برداشت شده بود. بنابراین، بذرها از لحاظ فرسودگی و کیفیت اولیه دارای شرایط یکسان بودند.

پیش از کاشت عملیات تهیه زمین به نحو مطلوب انجام گرفت تا یک بستر مناسب برای کاشت فراهم شود. به منظور تأمین کودهای فسفر و نیتروژن مورد نیاز گیاه، مقدار ۲۰ کیلوگرم فسفر و ۱۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (به صورت فسفات آمونیوم) پیش از کاشت به زمین داده شد (۱). عملیات داشت، شامل آبیاری (با فواصل ۷-۱۰ روز بسته به نیاز گیاه)، مبارزه با علف‌های هرز به طور دستی، و دادن کود سرک به میزان ۲۳ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت کود اوره در مرحله آغاز انشعابات پایه‌ای در گیاه انجام گردید.

در هر کرت آزمایشی صفات شمار روزهای از کاشت تا ۵۰٪ سبز شدن، ۵۰٪ گل‌دهی و رسیدگی گیاه به صورت مشاهده‌ای تعیین گردید. تعداد گیاهچه در متر مربع، ارتفاع بوته و عملکرد دانه در هر واحد آزمایشی نیز اندازه گرفته شد. شمار گیاهچه در دو متر طولی دو خط وسط هر کرت آزمایشی شمارش، و سپس به شمار گیاهچه در متر مربع تبدیل شد. شمار روزهای از کاشت تا هنگامی که بیش از ۷۰٪ کپسول‌ها در هر کرت آزمایشی کاملاً قهوه‌ای شده، و با تکان دادن گیاهان صدای حرکت دانه‌ها در کپسول‌ها شنیده می‌شد، به عنوان شمار روزهای تا رسیدگی ثبت گردید. ارتفاع بوته برای هر کرت نیز در چند محل به طور تصادفی اندازه‌گیری و میانگین آن مورد استفاده قرار گرفت. به منظور تعیین عملکرد دانه در هر واحد آزمایشی نیز بوته‌های هر کرت به طور دستی برداشت و دانه‌ها جدا گردیدند.

هنگام برداشت نهایی، نمونه‌های با تعداد ۲۵ بوته از دو خط وسط هر کرت آزمایشی به طور تصادفی برداشت، و سپس صفات عملکرد دانه در بوته، شمار انشعابات قاعده‌ای و شمار کپسول در هر بوته، و نیز شمار دانه در کپسول و وزن صد دانه، بر اساس میانگین این صفات در نمونه برای هر کرت تعیین گردید.

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و مینی‌تب (Minitab) تجزیه شدند. برای مقایسه میانگین‌ها، در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی، از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده گردید. در ضمن، ضرایب همبستگی میان صفات تعیین، و تجزیه رگرسیون گام به گام (Stepwise Regression) برای عملکرد دانه در بوته و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.14.0]

عملکرد دانه در واحد سطح، به عنوان متغیرهای تابع روی اجزای عملکرد به عنوان متغیرهای مستقل انجام شد.

نتایج و بحث

در این آزمایش هفت تاریخ کاشت بررسی شد؛ ولی با توجه به این که در تاریخ کاشت دوم یعنی بیست و پنجم آبان‌ماه به دلیل سردی هوا به طور کلی بذرها سبز نشدند، این تاریخ کاشت از تجزیه و تحلیل‌های آماری حذف گردید و نتایج حاصل از شش تاریخ کاشت گزارش شده است.

تأثیر تاریخ کاشت بر شمار روزهای تا مرحله ۵۰٪ سبز شدن معنی‌دار بود. به استثنای دو تاریخ کاشت آخر، تاریخ‌های کاشت دیگر از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۱). تاریخ کاشت اول (۲۶ مهر) دارای بیشترین شمار روزهای تا مرحله ۵۰٪ سبز شدن بود، و به طور کلی با تأخیر کاشت در بهار، شمار روزهای تا ۵۰٪ سبز شدن کاهش یافت. طولانی بودن مرحله سبز شدن در تاریخ کاشت ۲۶ مهر را می‌توان به دلیل تأخیر جوانه‌زنی و رشد کند گیاهچه‌ها در دمای کم دانست (۲۱). ولی در بهار تأخیر در کاشت موجب افزایش دما، و در نتیجه افزایش سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن، و نهایتاً کوتاهی مرحله سبز شدن گردیده است (۲۱). تأثیر ژنوتیپ بر شمار روزهای تا ۵۰٪ سبز شدن معنی‌دار نبود، و میانگین‌های ژنوتیپ‌ها از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول ۱). نبود اثر متقابل معنی‌دار بین ژنوتیپ و تاریخ کاشت در این آزمایش نشان داد که از لحاظ سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن، واکنش ژنوتیپ‌ها به تاریخ‌های کاشت مختلف یکسان بوده است.

نتایج نشان داد که تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر شمار گیاهچه در متر مربع دارد. بیشترین و کمترین شمار گیاهچه در متر مربع به ترتیب در تاریخ‌های کاشت ۲۵ اسفند و ۲۵ تیر به دست آمد (جدول ۱). به رغم این که در مقایسه میانگین‌های شمار گیاهچه در متر مربع برای تاریخ‌های مختلف کاشت الگوی خاصی دیده نشد، ولی میانگین این صفت در تاریخ کاشت آخر (۲۵ تیر) کاهش چشم‌گیری نشان داد، که احتمالاً ناشی از آثار منفی دمای زیاد خاک بر جوانه‌زنی و سبز شدن در این تاریخ کاشت بوده است (۱۱). تأثیر ژنوتیپ بر شمار گیاهچه در متر مربع نیز معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل معنی‌داری با تاریخ کاشت نشان نداد. دو ژنوتیپ E33 و E37 به طور معنی‌داری دارای شمار گیاهچه در متر مربع بیشتری نسبت به دو ژنوتیپ دیگر بودند، ولی در هر دو گروه تفاوت میانگین‌ها معنی‌دار نبود. تفاوت میزان سبز شدن این ژنوتیپ‌ها را می‌توان بیشتر با رنگ بذر آنها مرتبط دانست. دو ژنوتیپ E33 و E37 دارای رنگ بذر قهوه‌ای و دو ژنوتیپ دیگر زردرنگ بودند. معمولاً رنگ زرد بذر در بزرک با کاهش بنیه بذر و کاهش میزان سبز شدن همراه است (۲۵ و ۲۶).

صفات شمار روزهای از کاشت تا ۵۰٪ گل‌دهی و شمار روزهای تا رسیدگی نیز تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت. میانگین این دو صفت در تاریخ کاشت اول (۲۶ مهر) بیشترین بود، و به طور چشم‌گیری با دیگر تاریخ‌های کاشت تفاوت داشت (جدول ۱). علت اصلی افزایش چشم‌گیر دوره رشد در این تاریخ کاشت را می‌توان دمای کم و رشد بسیار کند گیاهان در طی پاییز و زمستان دانست. میانگین شمار روزهای از کاشت تا ۵۰٪ گل‌دهی در تاریخ کاشت ۲۵ اردیبهشت و شمار روزهای از کاشت تا رسیدگی در تاریخ کاشت ۲۴ خرداد کمترین بود. در کاشت بهاره، به طور کلی تا تاریخ کاشت ۲۴ خرداد، تأخیر در کاشت موجب کاهش شمار روزهای تا ۵۰٪ گل‌دهی و شمار روزهای تا رسیدگی گردید. ولی دوباره تاریخ کاشت آخر (۲۵ تیر)، اساساً از طریق افزایش مرحله پس از ۵۰٪ گل‌دهی، موجب افزایش قابل توجه شمار روزهای تا رسیدگی گردید. این نتایج با گزارش‌های دیگر در گیاه کلزا (۹) و بزرک (۱۵) کاملاً هم‌خوانی دارد. تأخیر در کاشت موجب می‌شود که مراحل رشد و نمو گیاه با دماهای زیاد رو به رو گردد، و بنابراین گیاه زودرس‌تر می‌شود (۱۳). ولی در تاریخ کاشت ششم (۲۵ تیر)، مرحله پس از ۵۰٪ گل‌دهی گیاه با دمای پایین آخر فصل همراه شده، و این موجب دیررسی گیاهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.14.0]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.14.0] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

جدول ۱. میانگین شمار روزهای تا مرحله ۵۰٪ سبز شدن، شمار گیاهچه در متر مربع، شمار روزهای تا مرحله ۵۰٪ گل‌دهی، شمار روزهای تا رسیدگی، ارتفاع بوته، شمار انشعابات قاعده‌ای در بوته، شمار کپسول در بوته، شمار دانه در کپسول، وزن صد دانه، عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه

عوامل	شمار روزهای تا مرحله ۵۰٪ سبز شدن	شمار گیاهچه در متر مربع	شمار روزهای تا مرحله ۵۰٪ گل‌دهی	شمار روزهای تا رسیدگی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شمار انشعابات قاعده‌ای در بوته	شمار کپسول در بوته	شمار دانه در کپسول	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه در بوته (گرم)	عملکرد دانه (kg/ha)
تاریخ کاشت											
۲۶ مهر	۲۵/۱ a	۳۱۲ a	۱۸۷/۵ a	۲۳۶/٤ a	۷۲/٦ a	۲/۵ a	۳۸ a	٦/۹ a	۰/۵۰ a	۱/۳۱ a	۲۱۱۸ a
۲۵ اسفند	۱۹/۹ b	۳۳۰ a	٦۹/۳ b	۱٤۱/۵ b	٦۵/۸ b	۱/٤ b	۲۲ b	۵/۲ b	۰/٤۸ a	۰/۵٤ b	۱۲۱۰ b
۲۵ فروردین	۱٤/۱ c	۲۸۹ ab	۵۷/٦ c	۱۱۲/۰ c	٦۲/۸ b	۱/۹ b	۲۷ ab	٤/٦ bc	۰/٤۲ b	۰/۵۳ b	۷٦۳ c
۲۵ اردیبهشت	۱۰/۲ d	۲۰۸ bc	۵۳/۸ d	۱۰۱/۵ d	٦۱/۸ b	۱/٦ b	۱۷ b	٤/۰ c	۰/٤۰ bc	۰/۲۷ b	۳۲۱ d
۲٤ خرداد	۷/۸ e	۲۹۳ ab	۵٤/۵ d	۹٤/۰ d	٦۱/٤ b	۱/۷ b	۱۵ b	٤/٤ bc	۰/۳۷ c	۰/۲٦ b	۱۹۰ d
۲۵ تیر	۸/۰ e	۱۵۸ c	۵۷/۵ c	۱٤٦/۸ b	٦٤/٦ b	۲/٦ a	۲۱ b	٦/۳ a	۰/۳۹ bc	۰/۵۳ b	۲۵۱ d
ژنوتیپ											
E18	۱٤/٦ a	۲۲٤ b	۸۰/٦ a	۱۳۵/۸ b	٦٤/٦ a	۱/۷ b	۳۰ a	٤/۹ a	۰/٤۳ b	۰/۷۰ a	۹۳۹ a
E22	۱٤/۵ a	۲۲۰ b	۸۱/۲ a	۱٤۱/۱ a	٦٦/۷ a	۱/۹ ab	۲٤ ab	۵/۳ a	۰/٤۸ a	۰/٦٤ ab	۸۱٤ b
E33	۱٤/۲ a	۳۰۰ a	۷۸/۸ b	۱۳٦/۵ b	٦۳/٦ a	۲/۱ a	۲۱ b	۵/۷ a	۰/۳۹ d	۰/۵۲ bc	۷۵۵ b
E37	۱٤/٦ a	۳۱۵ a	۸۰/٦ a	۱٤۱/۰ a	٦٤/۵ a	۲/۱ a	۲۰ b	۵/۰ a	۰/٤۱ c	۰/٤٤ c	۷۲۷ b

برای هر عامل آزمایشی و در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند.

گردیده است. لازم به یادآوری است که در این تاریخ کاشت به دلیل برخورد با سرما، بیشتر گیاهان به طور کامل موفق به رسیدگی نگردیدند، و بسیاری از کپسول‌ها نارس بودند. شرایط خنک آخر فصل می‌تواند موجب کند شدن رشد و نمو گیاهان و طولانی شدن دوره بلوغ گیاه گردد (۹). ولی افزایش دما در طی مرحله نمو دانه‌ها در بزرک موجب تسریع رسیدگی کپسول‌ها می‌شود (۱۳).

کمتر بودن شمار روزهای از کاشت تا ۵۰٪ گل‌دهی برای ژنوتیپ E33 نسبت به سه ژنوتیپ دیگر (جدول ۱)، موجب تأثیر معنی‌دار ژنوتیپ بر این صفت گردید. ولی اثر متقابل ژنوتیپ و تاریخ کاشت نشان داد که دو ژنوتیپ E33 و E37 در تاریخ کاشت ۲۶ مهر به صورت معنی‌دار دارای شمار روزهای تا ۵۰٪ گل‌دهی کمتری نسبت به دو ژنوتیپ دیگر (جدول ۲) بودند، ولی در تاریخ‌های کاشت دیگر این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود. هم‌چنین، ژنوتیپ‌های E18 و E33 به صورت معنی‌داری از دو ژنوتیپ دیگر دارای شمار روزهای تا رسیدگی کمتری بودند (جدول ۱). ولی میانگین‌های اثر متقابل ژنوتیپ و تاریخ کاشت برای این صفت (جدول ۲)، نشان داد که هر دو ژنوتیپ در تاریخ کاشت ۲۴ خرداد، و ژنوتیپ E18 در تاریخ کاشت ۲۵ تیر، نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها زودرس‌تر بودند. هم‌چنین، در تاریخ کاشت ۲۵ فروردین نیز ژنوتیپ E18 نسبت به ژنوتیپ E37 به طور معنی‌داری زودرس‌تر بود. در تاریخ‌های کاشت دیگر تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ دوره رسیدگی مشاهده نگردید. وجود تنوع ژنتیکی برای شمار روز تا رسیدگی در ژنوتیپ‌های بزرک در آزمایش‌های دیگر (۲۵) نیز گزارش شده است.

ارتفاع بوته نیز تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت، ولی تأثیر ژنوتیپ و اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود. میانگین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت ۲۶ مهر بیشترین بود، و به طور معنی‌دار با تاریخ‌های کاشت دیگر اختلاف داشت (جدول ۱). میان دیگر تاریخ‌های کاشت از لحاظ ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. احتمالاً طولانی بودن دوره رشد گیاه در تاریخ کاشت ۲۶ مهر موجب افزایش ارتفاع بوته در این تاریخ کاشت گردیده است. در ضمن، ضریب هم‌بستگی زیاد و معنی‌دار بین ارتفاع بوته و شمار روزهای تا رسیدگی ($r=۰/۸۴^{**}$) نیز گویای این مطلب است که افزایش دوره رشد گیاه با افزایش ارتفاع بوته همراه بوده است. هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع بوته و شمار روزهای تا رسیدگی در پژوهش‌های دیگر روی گیاه بزرک نیز گزارش شده است (۴ و ۲۳).

تأثیر تاریخ کاشت و ژنوتیپ بدون اثر متقابل، بر شمار انشعابات قاعده‌ای بوته معنی‌دار بود. میانگین این صفت در دو تاریخ کاشت ۲۶ مهر و ۲۵ تیر از دیگر تاریخ‌های کاشت به صورت معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۱). ولی بین تاریخ‌های کاشت دوم تا پنجم تفاوت میانگین‌ها معنی‌دار نبود. احتمالاً افزایش شمار انشعابات قاعده‌ای در بوته را در تاریخ کاشت ۲۶ مهر می‌توان به خنک بودن هوا و طولانی بودن دوره رشد رویشی، و در تاریخ کاشت ۲۵ تیر به کاهش تراکم بوته و نیز هوای خنک آخر فصل و افزایش دوره رویشی نسبت داد (۱۸). دو ژنوتیپ E33 و E37 به طور مساوی دارای بیشترین، و ژنوتیپ E18 دارای کمترین میانگین شمار انشعابات قاعده‌ای در بوته بودند (جدول ۲). تفاوت تولید انشعابات قاعده‌ای در ژنوتیپ‌ها را می‌توان ناشی از تفاوت ساختار ژنتیکی آنها دانست.

تأثیر تاریخ کاشت و ژنوتیپ بدون اثر متقابل، بر شمار کپسول در بوته معنی‌دار بود. میانگین شمار کپسول در بوته در تاریخ کاشت اول (۲۶ مهر) بیشترین بوده، و با میانگین این صفت در تاریخ‌های کاشت دیگر، به استثنای تاریخ کاشت سوم (۲۵ فروردین)، تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۱). میان تاریخ‌های کاشت دوم تا ششم از لحاظ این صفت تفاوت آماری مشاهده نگردید. به طور کلی، تأخیر در کاشت موجب کاهش شمار کپسول در بوته گردید، که با نتایج پژوهش‌های دیگر در گیاه بزرک (۲۲) هم‌خوانی دارد. تأخیر در کاشت می‌تواند موجب کاهش سرعت تشکیل گل و دوره گل‌دهی، و سرانجام کاهش شمار کپسول در بوته گردد (۱۲). تفاوت میانگین‌های

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.14.0]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.14.0] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

جدول ۲. میانگین‌های اثر متقابل ژنوتیپ و تاریخ کاشت برای صفات شمار روزهای از کاشت تا ۵۰٪ گل‌دهی، شمار روزهای از کاشت تا رسیدگی و عملکرد دانه

تاریخ کاشت	شمار روزهای از کاشت تا ۵۰٪ گل‌دهی				شمار روزهای از کاشت تا رسیدگی				عملکرد دانه (kg/ha)			
	ژنوتیپ				ژنوتیپ				ژنوتیپ			
	E18	E22	E33	E37	E18	E22	E33	E37	E18	E22	E33	E37
۲۶ مهر	۱۹۳	۱۹۲	۱۸۳	۱۸۲	۲۳۸	۲۳۸	۲۳۳	۲۳۷	۲۱۰۴	۱۹۳۸	۲۱۹۶	۲۲۳۴
۲۵ اسفند	۷۰	۶۹	۷۰	۶۹	۱۳۹	۱۴۲	۱۴۲	۱۴۲	۱۶۱۷	۱۲۴۸	۹۶۳	۱۰۱۴
۲۵ فروردین	۵۷	۵۸	۵۷	۵۸	۱۰۹	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۵	۹۰۹	۹۴۰	۷۲۶	۴۷۶
۲۵ اردیبهشت	۵۳	۵۳	۵۳	۵۶	۱۰۴	۹۹	۱۰۴	۹۹	۴۹۵	۳۲۹	۱۹۲	۲۶۷
۲۴ خرداد	۵۳	۵۶	۵۳	۵۶	۸۳	۱۰۵	۸۳	۱۰۵	۲۶۹	۲۱۶	۱۱۱	۱۶۴
۲۵ تیر	۵۷	۵۹	۵۷	۵۷	۱۴۲	۱۵۰	۱۴۵	۱۵۰	۲۴۱	۲۱۴	۳۴۳	۲۰۵
LSD (۰/۰۱)[1]			۳/۶				۱۰				۲۶۵	
LSD (۰/۰۱)[2]			۳/۸				۷				۲۹۰	

۱. حداقل تفاوت معنی‌دار برای مقایسه تاریخ‌های کاشت مختلف در سطح یکسان یا مختلف ژنوتیپ‌ها

۲. حداقل تفاوت معنی‌دار برای مقایسه ژنوتیپ‌ها در هر کدام از تاریخ‌های کاشت

شمار کپسول در بوته برای ژنوتیپ‌های مختلف به طور متوالی معنی‌دار نبود، و ژنوتیپ‌های E18 و E37 به ترتیب دارای بیشترین و کمترین شمار کپسول در بوته بودند. به رغم این که در این پژوهش هم‌بستگی معنی‌دار بین شمار کپسول در بوته و شمار انشعابات قاعده‌ای دیده نشد (جدول ۳)، ولی تقریباً روند تغییرات شمار انشعابات قاعده‌ای و شمار کپسول در بوته در تاریخ‌های کاشت مختلف هماهنگی داشت. بنابراین، بخشی از تغییرات شمار کپسول در بوته را می‌توان به تغییرات شمار انشعابات قاعده‌ای در گیاه ارتباط داد (۱۷). شمار انشعابات قاعده‌ای در بوته در تاریخ کاشت ۲٦ مهر و ۲۵ تیر تقریباً برابر بود، ولی میانگین شمار کپسول در بوته در تاریخ کاشت ۲۵ تیر به طور چشم‌گیری از تاریخ کاشت ۲٦ مهر کمتر بود (جدول ۱). علت کاهش شمار کپسول در بوته در تاریخ کاشت ۲۵ تیر را می‌توان هم‌زمانی دوره نمو دانه‌ها با سرمای آخر فصل، و نتیجتاً نرسیدن کپسول‌ها دانست. در این تاریخ کاشت شمار زیادی از کپسول‌ها تا هنگام برداشت شانس رسیدن پیدا نکردند، و بنابراین در یادداشت‌برداری منظور نشدند.

شمار دانه در کپسول به صورت معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت، و ژنوتیپ بر آن تأثیر معنی‌دار نداشت. میانگین شمار دانه در کپسول (جدول ۱) نشان داد که میانگین این صفت در تاریخ کاشت ۲٦ مهر و ۲۵ تیر نسبت به دیگر تاریخ‌های کاشت به طور معنی‌داری بیشتر است. به طور کلی، تا تاریخ کاشت ۲۵ تیر میانگین شمار دانه در کپسول سیر نزولی، و دوباره در این تاریخ کاشت افزایش نشان داد. با توجه به این که هوای خنک و معتدل در مراحل گل‌دهی و نمو دانه بزرگ مطلوب می‌باشد (۱۲ و ۲۱)، احتمالاً تأخیر در کاشت موجب گردیده که مرحله گل‌دهی و نمو دانه‌ها با هوای گرم رو به رو گردد، و در نتیجه شمار دانه در کپسول کاهش یابد (۱۳ و ۱۵). در تاریخ‌های کاشت ۲٦ مهر و ۲۵ تیر این مراحل با شرایط هوای خنک مصادف گردیده، و در نتیجه تشکیل و نمو دانه‌ها افزایش یافته است.

وزن دانه نیز به طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت و ژنوتیپ قرار گرفت. میانگین وزن صد دانه در تاریخ‌های کاشت ۲٦ مهر و ۲٤ خرداد به ترتیب بیشترین و کمترین بود. بین دو تاریخ کاشت ۲٦ مهر و ۲۵ اسفند تفاوت معنی‌داری از لحاظ وزن صد دانه مشاهده نگردید، ولی تفاوت این دو تاریخ کاشت با تاریخ‌های کاشت دیگر معنی‌دار بود. به طور کلی، تأخیر در کاشت با کاهش وزن دانه همراه بوده، که احتمالاً علت آن را می‌توان در کاهش رشد رویشی گیاه، و نتیجتاً کاهش مواد فتوسنتزی قابل انتقال به دانه‌ها در طی مرحله نمو آنها دانست (۱۲). ضرایب هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن صد دانه با هر کدام از صفات شمار روزهای از کاشت تا ۵۰٪ گل‌دهی، شمار روزهای از کاشت تا رسیدگی و ارتفاع بوته (جدول ۳) نیز گویای این نکته است که افزایش دوره رشد رویشی با افزایش وزن دانه همراه بوده است. هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن دانه و دوره رسیدگی در پژوهش‌های دیگر روی گیاه بزرک نیز گزارش شده است (۲۳).

عملکرد دانه در بوته نیز به طور معنی‌دار تحت تأثیر تاریخ کاشت و ژنوتیپ قرار گرفت. تفاوت میانگین عملکرد دانه در بوته در تاریخ کاشت اول (۲٦ مهر) با تاریخ‌های کاشت دیگر (جدول ۱) بسیار چشم‌گیر (بیش از ۲/۵ برابر) و معنی‌دار بود. ولی بین تاریخ‌های کاشت دیگر از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. هم‌چنین، عملکرد دانه در بوته نیز به ترتیب در ژنوتیپ‌های E18 و E37 بیشترین و کمترین بود، و روند افزایش عملکرد دانه در بوته در ژنوتیپ‌های مختلف به نحوی بود که تفاوت معنی‌داری بین میانگین دو ژنوتیپ متوالی مشاهده نگردید. با توجه به ضرایب هم‌بستگی بین صفات (جدول ۳) و نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون (جدول ٤)، تغییرات عملکرد دانه در بوته را اساساً و به ترتیب اهمیت می‌توان به تغییرات شمار کپسول در بوته و شمار دانه در کپسول ربط داد، که با نتایج آزمایش‌های دیگر نیز در گیاه بزرک (۱۸) هم‌خوانی دارد.

عملکرد دانه نیز به عنوان مهم‌ترین ویژگی زراعی گیاه تحت تأثیر تاریخ کاشت، ژنوتیپ و اثر متقابل آنها قرار گرفت.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.14.0]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.14.0] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

جدول ۳. ضریب هم‌بستگی فنوتیپی میان صفات مختلف (n=24)

صفت	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
۱. شمار گیاهچه در متر مربع	۱									
۲. شمار روزهای تا ۵۰٪ گل‌دهی	۰/۳۰	۱								
۳. شمار روزهای تا رسیدگی	۰/۱۹	۰/۹۳**	۱							
٤. ارتفاع بوته	۰/۱۳	۰/۷۸**	۰/۸٤**	۱						
٥. عملکرد دانه	۰/٤۲*	۰/۸۷**	۰/۸٥**	۰/۷٤**	۱					
٦. عملکرد دانه در بوته	۰/۱۱	۰/۸۷**	۰/۸۸**	۰/۸۰**	۰/۸۳**	۱				
۷. شمار انشعاب در بوته	-۰/۱۲	۰/٤٤*	۰/٥۷**	۰/٥۱**	۰/۱٦	۰/٤۹*	۱			
۸. شمار کپسول در بوته	۰/۰٦	۰/۷۲**	۰/۷۱**	۰/٦۷**	۰/۷٥**	۰/۹٤**	۰/۳٦	۱		
۹. شمار دانه در کپسول	۰/۰۱	۰/٦۱**	۰/۷٦**	۰/٥٤**	۰/٤۹*	۰/٦۷**	۰/٦۰**	۰/٤٤*	۱	
۱۰. وزن صد دانه	۰/۱۹	۰/٤٤*	۰/٦۱**	۰/٦۹**	۰/۷٦**	۰/٦۲**	-۰/۰۱	۰/٥٦**	۰/۳۷	۱

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ۱درصد

جدول ٤. نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای تعیین سهم نسبی اجزای عملکرد در عملکرد دانه و عملکرد دانه در بوته

مدل	ضریب تبیین مدل
عملکرد دانه	
(۱) $y = -2730 + 8243x_1$	$R^2 = 0.58$
(۲) $y = -2330 + 5422x_1 + 34.5x_2$	$R^2 = 0.73$
(۳) $y = -2758 + 4679x_1 + 36x_2 + 2.69x_3$	$R^2 = 0.82$
عملکرد دانه در بوته	
(۱) $y = -0.3448 + 0.039x_4$	$R^2 = 0.88$
(۲) $y = -0.6719 + 0.0339x_4 + 0.084x_5$	$R^2 = 0.94$

x_1 = وزن صد دانه x_2 = شمار دانه در کپسول x_3 = شمار گیاهچه در متر مربع
x_4 = شمار کپسول در گیاه x_5 = شمار دانه در کپسول

عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۲٦ مهر بیشترین بود، و نسبت به عملکرد دانه در دیگر تاریخ‌های کاشت اختلاف چشم‌گیر و معنی‌دار نشان داد. در سه تاریخ کاشت ۲۵ اردیبهشت، ۲٤ خرداد و ۲۵ تیر عملکرد دانه بسیار کم بود، و تفاوت معنی‌دار بین آنها دیده نشد (جدول ۱). به طور کلی، در تاریخ‌های کاشت بهاره، تأخیر در کاشت موجب کاهش عملکرد دانه گردید، که با نتایج پژوهش‌های دیگر در گیاه بزرک (۱۵ و ۲۲) نیز هم‌خوانی دارد. بیشترین عملکرد دانه در ژنوتیپ E18 به دست آمد، که با عملکرد دانه ژنوتیپ‌های دیگر تفاوت معنی‌داری داشت. ولی ژنوتیپ‌های دیگر از لحاظ عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۱). وجود تنوع ژنتیکی برای عملکرد دانه در آزمایش‌های دیگر روی گیاه بزرک نیز گزارش گردیده است (۱۷). میانگین‌های عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در تاریخ‌های کاشت مختلف (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل معنی‌دار بین ژنوتیپ و تاریخ کاشت اساساً ناشی از عملکرد دانه کم ژنوتیپ E22 نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها در تاریخ کاشت ۲٦ مهر، عملکرد بیشتر ژنوتیپ E18 نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها در تاریخ کاشت ۲۵ اسفند، و کاهش چشم‌گیر عملکرد دانه ژنوتیپ E37 نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر در تاریخ کاشت ۲۵ فروردین بوده است. وجود اثر متقابل معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها و تاریخ کاشت برای عملکرد دانه در گیاهان زراعی دیگر نیز گزارش شده است (۱۰ و ۲۰).

میانگین‌های صفات (جدول ۱)، ضرایب هم‌بستگی (جدول ۳) و نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون (جدول ٤)، نشان داد که بیشتر تغییرات عملکرد دانه به ترتیب اهمیت به وسیله وزن دانه، شمار دانه در کپسول و شمار بوته در واحد سطح توجیه می‌گردد. بنابراین، تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه بیشتر از طریق تأثیر بر این اجزا انجام شده است. تاریخ‌های کاشت مناسب‌تر موجب افزایش وزن دانه، شمار دانه و کپسول و تراکم بوته بیشتر، و در نتیجه عملکرد دانه بیشتر گردیده است. هم‌چنین، تفاوت‌های عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها را می‌توان ناشی از برایند تفاوت‌های این اجزای عملکرد دانست. در گزارش‌های مختلف دیگر در گیاه بزرک نیز شمار کپسول در بوته و وزن دانه (۲۳)، شمار کپسول در واحد سطح (۲۸)، شمار کپسول در واحد سطح، شمار دانه در کپسول و وزن دانه (٤) به عنوان اجزای اصلی تعیین کننده عملکرد دانه معرفی شده‌اند.

به طور کلی، بر اساس نتایج حاصله، کاشت پاییزه و زودهنگام بهاره به ترتیب از اهمیت بیشتری برای حصول عملکرد مطلوب‌تر در منطقه اصفهان برخوردار می‌باشند. در پژوهش‌های دیگر نیز گزارش شده است که برای افزایش عملکرد دانه در بزرک، شرایط آب و هوایی خنک و کاشت زودهنگام، که موجب افزایش دوره رشد رویشی گیاه می‌گردند،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.14.0]

مطلوب می‌باشد (۱۲ و ۲۱). ولی با توجه بـه افزایـش عملکـرد دانه در کاشت پاییزه (۲٦ مهر) نسبت به کاشت زودهنگام بـهاره (۲۵ اسفند)، و هم‌چنین با توجه بـه ایـن کـه در کاشـت پـاییزه بیشتر دوره رشد گیاه در زمستان و در هـوای خنـک می‌باشـد و گیاه نیاز آبی کمتری دارد، کاشت پاییزه بزرک باید بیشـتر مـورد توجه قرار گیرد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با مدیریـت زراعی صحیح در کشت بزرک و تاریخ کاشت مناسب، می‌تـوان در منطقه اصفهان از عملکرد دانه مطلوب برخوردار بود.

سپاسگزاری

کلیه هزینه‌های اجرایی این طرح توسط حوزه معاونت پژوهشـی دانشگاه صنعتی اصفهان تأمین گردیده، که بدین وسیله صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود. هم‌چنین، از دکـتر گـردون رولنـد در دانشگاه ساسکاچوان کانادا، به خاطر تأمین مـواد ژنتیکـی مـورد استفاده در این پژوهش، بسیار تشکر و سپاسگزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۷۰. *تولید نباتات صنعتی*. انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان.

۲. خواجه‌پور، م. ر. و ف. سیدی. ۱۳۷۹. اثر تاریخ کاشت بر اجزای عملکرد و عملکردهای دانه و روغن ارقام آفتاب‌گردان. علـوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ٤(۲): ۱۱۷-۱۲۷.

۳. کریمی، م. ۱۳٦٦. *آب و هوای منطقه مرکزی ایران*. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

4. Albrechtsen, R. S. and C. D. Dybing. 1973. Influence of seeding rate upon seed and oil yield and their components in flax. Crop Sci. 13: 277-280.
5. Alessi, J., J. F. Power and D. C. Zimmerman. 1981. Effect of seeding date and population on water use efficiency and safflower yield. Agron. J. 73: 783-787.
6. Anderson, R. 1994. Linola might repeat canola's rags-to-riches story. Prophyta 2: 36-38.
7. Bange, M. P., G. L. Hammer and K. G. Rickert. 1998. Temperature and sowing date affect the linear increase of sunflower harvest index. Agron. J. 90: 324-328.
8. Bhatty, R. S. 1995. Nutrient composition of whole flaxseed and flaxseed meal. PP. 23-42. *In*: S. C. Cunnane and L. U. Thompson (Eds.), Flax Seed in Human Nutrition. AOCS Press, Champaign, Illinois.
9. Christensen, J. V., W. G. Ligge, R. M. Depauw, A. M. F. Hennig, J. S. McKenzie, B. Siemens and J. B. Thomas. 1985. Effect of seeding date, nitrogen and phosphate fertilizer on growth, yield and quality of rapseed in Northwest Alberta. Can. J. Plant. Sci. 65: 275-284.
10. Dedio, W. 1985. Effect of seeding and harvesting date on yield and oil quality of sunflower cultivars. Can. J. Plant. Sci. 65: 299-305.
11. Dillman, A. C. and E. H. Toole. 1937. Effect of age, condition, and temperature on the germination of flaxseed. J. Am. Soc. Agron. 29: 23-29.
12. Dybing, C. D. and K. Grady. 1994. Relationship between vegetative growth rate and flower production in flax. Crop. Sci. 34: 483-489.
13. Dybing, C. D. and D. C. Zimmerman. 1965. Temperature effects on flax (*Linum usitatissimum* L.) growth, seed production, and oil quality in controlled environment. Crop. Sci. 5: 184-187.
14. Flax Council of Canada. 1994. Flax Focus. The flax counicl of Canada. Winnipeg, MB. 7(4). P. 8.
15. Ford, J. H. 1964. Influence of time of flowering on seed development of flax. Crop. Sci. 4: 52-54.
16. Green, A. G. and J. C. P. Dribnenki. 1995. Breeding and development of LINOLA (low-linolenic flax). FAO-Proc. 3rd Inter. Flax Breeding Research Group, France.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.14.0]

17. Gubbels, G. H. and E. O. Kenaschuk. 1989. Effect of seeding rate on plant and seed characteristics of new flax cultivars. Can. J. Plant Sci. 69: 791-795.
18. Leitch, M. H. and F. Sahi. 1999. The effect of plant spacing on growth and development in linseed. Ann. Appl. Biol. 135: 529-534.
19. Miller, B. C., E. S. Oplinger, R. Rand, J. Peters and G. Weis. 1984. Effect of planting date and population on sunflower performance. Agron. J. 76: 511-515.
20. Mundel, H. H., R. J. Morrison, R. E. Blackshaw, T. Entz, B. T. Roth, R. Gaudiel and F. Kiehn. 1994. Seeding-date effects on yield, quality and maturity of safflower. Can. J. Plant Sci. 74: 261-266.
21. O'Connor, B. J. and L. V. Gusta. 1994. Effect of low temperature and seeding depth on the germination and emergence of seven flax (*Linum usitatissimum* L.) cultivars. Can J. Plant Sci. 74: 247-253.
22. Prasad, B. N. and N. N. Sharma. 1975. Note on the optimum seeding date and irrigation level for linseed (*Linum usitatissimum* L.). Indian. J. Agric. Res. 19(3): 159-161.
23. Rao, S. K. and S. P. Singh. 1983. Analysis of yield factors in segregating populations and their implications in selection of flax (*Linum usitatissimum* L.). Can. J. Genet. Cytol. 25: 495-501.
24. Rowland, G. G., A. McHughen, L. V. Gusta, R. S. Bhatty, S. L. Mackenzie and D. C. Taylor. 1995. The application of chemical mutagenesis and biotechnology to the modification of linseed (*Linum usitatissimum* L.). Euphytica 85: 317-321.
25. Saeidi, G. and G. G. Rowland. 1999. Seed colour and linolenic acid effects on agronomic traits in flax. Can. J. Plant Sci. 79: 521-526.
26. Saeidi, G. and G. G. Rowland. 1999. The effect of temperature, seed colour and linolenic acid concentration on germination and seed vigour in flax. Can. J. Plant Sci. 79: 315-316.
27. Sosulski, F. W. and R. F. Gore. 1964. The effect of photoperiod and temperature on the characteristics of flaxseed oil. Can. J. Plant Sci. 44: 381-382.
28. Tadesse, N., C. Lay and C. D. Dybing. 1997. Comparative seed yield performance of high-by-high and low-by-high crosses in flax. Plant Breed. 116: 561-566.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.14.0]