ارتباط رنگ و اسید لینولنیک بذر با عملکرد و اجزای عملکرد دانه بزرک (*Linum usitatissimum* L.) در اصفهان

زهرا عباسی، قدرت‌اله سعیدی و آقافخر میرلوحی[۱]

چکیده

بزرک از گیاهان دانه روغنی با سازگاری وسیع است، که در بیشتر مناطق جهان کشت می‌شود. روغن بزرک معمولی به لحاظ میزان زیاد اسید چرب لینولنیک (۵۰٪<)، به عنوان روغن خشک شونده در صنعت به کار می‌رود. ژنوتیپ‌های جدید حاصل از پروژه‌های جهش‌زایی دارای اسید لینولنیک بسیار کمی (۲٪ >) بوده و می‌توانند به مصارف خوراکی برسند. رنگ زرد بذر به عنوان یک نشانهٔ ظاهری برای ژنوتیپ‌های با کیفیت روغن خوراکی، در جدا کردن آنها از ژنوتیپ‌های معمولی با کیفیت روغن صنعتی، که عموماً دارای رنگ بذر قهوه‌ای می‌باشند، مورد توجه است. در این پژوهش لاین‌های مختلف با ترکیب کامل دو رنگ بذر (زرد و قهوه‌ای) و دو میزان اسید لینولنیک (زیاد و کم)، در چارچوب طرح بلوک کامل تصادفی، برای صفات زراعی، به ویژه عملکرد دانه و اجزای آن، در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۱۳۷۹ ارزیابی گردید.

نتایج نشان داد که لاین‌های با میزان زیاد اسید لینولنیک، نسبت به لاین‌های با میزان کم، به صورت معنی‌دار عملکرد دانه بیشتری (حدود ۱۲٪) داشتند. ولی هیچ‌کدام از صفات زراعی دیگر و نیز اجزای عملکرد دانه به طور معنی‌دار تحت تأثیر میزان اسید لینولنیک قرار نگرفتند. صفات شمار گیاهچه در متر مربع، شمار انشعاب در بوته، شمار کپسول در بوته و عملکرد دانه در بوته به صورت معنی‌دار به رنگ بذر بستگی داشتند، به نحوی که لاین‌های با رنگ بذر زرد نسبت به لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای دارای میزان سبز شدن کمتر، ولی شمار انشعاب، شمار کپسول و عملکرد دانه در بوته بیشتری بودند. افزایش عملکرد دانه در بوته در لاین‌های با رنگ بذر زرد نسبت به لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای، ناشی از کاهش تراکم بوته، و در نتیجه افزایش شمار کپسول در بوته در این لاین‌ها بوده است. لاین‌های با رنگ بذر زرد و قهوه‌ای از لحاظ عملکرد دانه تفاوت معنی‌دار نداشتند. بنابراین، تأثیر کاهش تراکم بوته بر عملکرد دانه در لاین‌های با رنگ بذر زرد از طریق افزایش شمار انشعاب و شمارکپسول در بوته، و نتیجتاً عملکرد دانه در بوته جبران گردیده است.

واژه‌های کلیدی: *رنگ بذر، اسید لینولنیک، بزرک، عملکرد دانه، اجزای عملکرد*

---

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.1.11.5]

مقدمه

بزرک (*Linum usitatissimum* L.) گیاهی است یکساله از خانواده کتان، و تنها گونه این خانواده است که اهمیت تجاری دارد (۲۵). دانه این گیاه دارای ٤٠-٤٥ درصد روغن و ۲۳-۳٤ درصد پروتئین است. پس از استخراج روغن، کنجاله آن با درصد زیادی از پروتئین (حدود ٤٥٪) به عنوان یک منبع غنی از پروتئین به مصرف دام می‌رسد (۱۲ و ۲۵). هم‌چنین، دانهٔ بزرک به علت داشتن اسیدهای چرب غیر اشباع ضروری و فیبرهای محلول، می‌تواند به صورت آرد یا دانه‌های خرد شده در تهیهٔ نان، کیک، و دیگر فراورده‌های غذایی استفاده شود (۲۵).

روغن ژنوتیپ‌های معمولی بزرک دارای میزان زیادی (>۵۰٪) اسید چرب غیر اشباع لینولنیک است. پس از روغن‌کشی، روغن بزرک در اثر اکسیده شدن این اسید چرب بو و طعم نامطلوبی پیدا می‌کند. بنابراین، نمی‌توان از آن به عنوان روغن خوراکی استفاده نمود. استفاده از پروژه‌های جهش‌زایی در برنامه‌های به‌نژادی این گیاه، به منظور ایجاد ژنوتیپ‌های با کیفیت روغن خوراکی، منجر به تولید ژنوتیپ‌هایی گردید که روغن آنها از نظر میزان اسید چرب لینولنیک بسیار ناچیز (حدود ۲٪) بوده، ولی دارای میزان زیادی اسید چرب لینولئیک می‌باشند (۱۵، ۱٦، ۱۷ و ۲۸). روغن ژنوتیپ‌های جدید می‌تواند به مصارف خوراکی، مانند روغن آشپزی و سالادی برسد (۱۳). نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که میزان اسید لینولنیک کم (۲٪) در روغن بزرک توسط دو مکان ژنی مستقل با اثر افزایشی و یا غالبیت جزئی کنترل می‌شود (۱٦ و ۲۷)، و استفاده از این ژن‌ها در پروژه‌های تولید ارقام خوراکی بزرک به آسانی امکان‌پذیر است (۱۸، ۳۰ و ۳۱). به منظور جداسازی ژنوتیپ‌های با کیفیت روغن خوراکی از نوع روغن صنعتی، رنگ زرد بذر می‌تواند به عنوان یک نشانهٔ ظاهری مطلوب به کار رود، ضمن این که، رنگ زرد با طلایی کردن رنگ آرد و دانه، ظاهری خوشایندتر برای استفاده از دانه آن در تولید فراورده‌های غذایی فراهم می‌نماید (٤). صفت رنگ زرد بذر در بزرک نتیجه آلل‌های مغلوب هموزیگوس در یکی از سه لوکوس مستقل b1، d و g، و رنگ قهوه‌ای نتیجه وجود حداقل یک آلل غالب در هریک از سه لوکوس مذکور بیان شده است (۵ و ۸).

کامستوک و همکاران (۹) گزارش کردند که هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری بین رنگ بذر در بزرک و میزان جوانه‌زنی، رسیدگی و عملکرد دانه وجود ندارد. آنها هم‌چنین گزارش کردند که ویژگی‌های زراعی لاین‌های با رنگ بذر زرد در طول مراحل رشد، شدیدتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند. نتایج پژوهش‌ها دراین گیاه نشان داده است که بذرهای زردرنگ نسبت به بذرهای قهوه‌ای دارای بنیهٔ بذر و میزان سبز شدن کمتر هستند (۳۰ و ۳۱)، و در گل‌دهی و رسیدگی تأخیر دارند (۱۰ و ۱۱). پژوهش‌های مختلف دیگر نیز نشان داده است که لاین‌های بزرک با رنگ بذر زرد دارای عملکرد دانهٔ کمتری نسبت به لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای می‌باشند (۹، ۱۰، ۱۱ و ۳۱). در برخی پژوهش‌ها گزارش شده که عملکرد دانه کمتر در لاین‌های با رنگ بذر زرد در ارتباط با جوانه‌زنی کمتر و استقرار ضعیف‌تر این لاین‌ها است. ولی سعیدی و رولند (۳۰) گزارش کردند که کاهش عملکرد دانه در لاین‌های با رنگ بذر زرد ناشی از کمتر بودن میزان سبز شدن آنها نبوده است.

کاهش میزان اسید لینولنیک در روغن بذر گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) روی ویژگی‌های زراعی این گیاه تأثیر معنی‌دار نداشته است، ولی اثر متقابل معنی‌دار بین میزان اسید لینولنیک و منطقه نشان داده است که تحت شرایط محیطی خاص، میزان کم اسید لینولنیک در کلزا ممکن است آثار مطلوب یا نامطلوب داشته باشد (۲۹). در سویا (*Glycin max* L.) نیز گزارش شده است که هیچ ارتباطی بین آلل‌های کنترل کنندهٔ میزان کم اسید لینولنیک و ویژگی‌های زراعی مهم وجود ندارد (٦). در بزرک نیز نتایج پژوهش سعیدی و رولند (۳۱) نشان داد که لاین‌های با میزان زیاد اسید لینولنیک در بعضی شرایط محیطی زودرس‌تر، دارای میزان سبز شدن بیشتر، و عملکرد دانه کمتری نسبت به لاین‌های با میزان کم اسید لینولنیک می‌باشند.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.1.11.5]

باتوجه به این که ارتباط رنگ بذر و میزان اسید لینولنیک با ویژگی‌های زراعی بزرک می‌تواند تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گیرد، و پژوهشی در زمینه ارتباط آنها بر اجزای عملکرد دانه انجام نگرفته است، این پژوهش با هدف بررسی ارتباط رنگ بذر و میزان اسید لینولنیک بر ویژگی‌های زراعی بزرک، به ویژه عملکرد دانه و اجزای آن در منطقهٔ اصفهان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۷۹ در مزرعهٔ پژوهشی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در لورک نجف‌آباد (۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان) انجام گردید. این منطقه در عرض جغرافیایی ′۳۲ °۳۲ شمالی و طول جغرافیایی ′۲۳ °۵۱ شرقی قرار دارد. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۶۳۰ متر، و طبق تقسیم‌بندی کوپن (Koppen) دارای اقلیم نیمه خشک با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. میانگین بارندگی و دمای سالیانه منطقه به ترتیب ۱۴۰ میلی‌متر و ۱۴/۵ درجهٔ سانتی‌گراد است (۱). بافت خاک محل آزمایش لوم‌رسی، عمدتاً در ردهٔ آریدیسول (Aridisols)، و گروه‌های بزرگ آن از نوع هاپل آرجید (Haplargids) با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و pH حدود ۷/۵ می‌باشد (۲).

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم پاییزه، دیسک، تسطیح و کرت‌بندی (پیش ازکاشت) بود. به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم پیش از کاشت با خاک مزرعه مخلوط شد. در ضمن، زمین آزمایش در سال قبل به صورت آیش بود.

در این آزمایش از بذرهای جوامع نزدیک به ایزوژن (۷) با ترکیب کامل دو رنگ بذر (زرد و قهوه‌ای) و دو سطح اسید لینولنیک (حدود ۲٪ و ۵۰٪)، که از تلاقی‌های مختلف (جوامع) تهیه شده بود، استفاده شد (جدول۱). ارقام Somme، Flanders و لاین F88542 در تلاقی‌ها به عنوان منبع رنگ بذر قهوه‌ای و میزان زیاد اسید لینولنیک، و لاین‌های 93GC553 و 93GC554 به عنوان منبع رنگ بذر زرد و میزان کم اسید لینولنیک در تلاقی‌ها به کار رفت.

بذر لاین‌های مورد استفاده در این آزمایش (جدول ۱) از گیاهان نسل F5 برداشت گردید، که در سال قبل در مزرعهٔ پژوهشی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان تکثیر شده بود. بنابراین، بذرها از لحاظ فرسودگی و کیفیت اولیه یکسان بودند. لاین‌ها به طور جداگانه در یک آزمایش فاکتوریل (۳×۲×۲) شامل سه تلاقی (جامعه)، دو رنگ بذر مختلف و دو غلظت اسید لینولنیک، در چارچوب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار ارزیابی شدند. کاشت در تاریخ ۲۴ فروردین ۱۳۷۹ انجام گردید. بذرهای هر لاین در هر تکرار، در سه ردیف با طول ۱/۵ متر و با فاصلهٔ ردیف ۳۰ سانتی‌متر، و در عمق حدود دو سانتی‌متر به صورت دستی کشت شدند. میزان بذر در هر ردیف بر اساس ۲۱ کیلوگرم در هکتار و وزن دانهٔ هر لاین، طوری تعیین گردید که ۲۲۵ بذر در هر ردیف کشت گردد. نخستین آبیاری پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی بر حسب شرایط آب و هوایی و نیاز گیاه، با فواصل ۷-۱۰ روز انجام شد. پیش از گل‌دهی نیز ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره طی دو نوبت به صورت سرک به کار رفت. در طی آزمایش و در مواقع لازم، وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام گردید.

در این آزمایش صفات شمار روز از کاشت تا آغاز سبز شدن، ۵۰٪ سبز شدن، ۵۰٪ گل‌دهی و رسیدگی کامل گیاه به طور مشاهده‌ای برای هر واحد آزمایشی ثبت گردید. به عنوان زمان رسیدگی کامل، هنگامی که حدود ۷۰٪ کپسول‌ها در هر واحد آزمایشی کاملاً قهوه‌ای بودند و با تکان دادن گیاهان صدای تق تق و حرکت دانه‌ها در کپسول شنیده می‌شد، یادداشت گردید (۱۲). برای محاسبهٔ شمار گیاهچه در متر مربع برای هر لاین، هنگامی که طول گیاهچه‌ها حدود ۷-۱۰ سانتی‌متر بود، شمار گیاهچه در هر سه ردیف هر لاین شمارش، و به شمار گیاهچه در متر مربع تبدیل شد. ارتفاع بوته نیز به صورت تصادفی در چند بخش از هر کرت آزمایشی اندازه‌گیری شد. برای برآورد عملکرد دانه نیز کل بوته‌های هر کرت آزمایشی برداشت و پس از خشک شدن و خرمن‌کوبی،

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.1.11.5]

جدول ۱. لاین‌های مورد استفاده در آزمایش برای ترکیب رنگ بذر و سطح اسید لینولنیک در هر تلاقی (جامعه)

جامعه	تلاقی	بذر زرد، لینولنیک کم	بذر زرد، لینولنیک زیاد	بذر قهوه‌ای، لینولنیک کم	بذر قهوه‌ای، لینولنیک زیاد
A	Somme × 93GC553	۳	۳	۳	۲
B	Flanders × 93GC554	۲	۳	۳	۳
C	F88554 × 93GC554	۳	۲	٤	۲

دانه‌ها تمیز و توزین گردیدند. صفات شمار انشعاب در بوته، شمار کپسول در بوته، شمار کپسول در هر انشعاب، شمار دانه در کپسول، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه در بوته، با استفاده از ۲۰ بوته که به طور تصادفی از ردیف وسط هر واحد آزمایشی برداشت شده بود، اندازه‌گیری و محاسبه گردید.

داده‌های مربوط به صفات مختلف با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه واریانس گردیدند. در تجزیه واریانس صفات، لاین‌ها در داخل ترکیب رنگ بذر، غلظت اسید لینولنیک و جوامع نستد (Nested) شدند. در موارد لزوم، به منظور شناخت روابط علت و معلولی میان صفات مختلف از تجزیهٔ کوواریانس استفاده گردید. در مواردی که بر اساس تجزیهٔ واریانس، تأثیر عوامل مورد بررسی بر صفت یا صفات مورد نظر معنی‌دار بود، برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) بهره گرفته شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس برای صفات زراعی در جدول ۲ و عملکرد و اجزای آن در جدول ۳ ارائه شده است. جدول ۲ نشان می‌دهد که تأثیر رنگ بذر و جامعه بر صفات شمار روز تا آغاز سبز شدن، شمار روز تا ۵۰ درصد سبز شدن و شمار گیاهچه در واحد سطح معنی‌دار است. ولی میزان اسید لینولنیک بر این صفات تأثیر معنی‌دار ندارد. میانگین صفات (جدول ٤) نشان داد که لاین‌های با رنگ بذر زرد نسبت به لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای دیرتر شروع به سبز شدن نموده و سرعت این فرایند در این لاین‌ها کمتر بوده است. هم‌چنین، میانگین شمار گیاهچه در متر مربع (جدول ٤) در لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای به طور معنی‌دار و چشم‌گیری از میانگین این صفت در لاین‌های با رنگ بذر زرد بیشتر بود. این نتیجه با نتایج پژوهش‌های دیگر، مبنی بر این که لاین‌های با رنگ بذر زرد نسبت به لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای دارای بنیهٔ بذر و میزان جوانه‌زنی کمتری در خاک هستند، هم‌خوانی دارد (۸، ۱۰، ۱۱، ۳۰ و ۳۱). احتمالاً یکی از عوامل مؤثر در کاهش میزان سبز شدن بذرهای زردرنگ نسبت به بذرهای قهوه‌ای در بزرک را می‌توان حساسیت بیشتر بذرهای زرد به خسارت پوسته دانست (۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳). این حساسیت ممکن است ناشی از نازک‌تر بودن پوسته بذرهای زردرنگ، و در نتیجه خسارت بیشتر پوسته آنها به دلیل دو نیم شدن طبیعی (Split) و ترک خوردگی (Crack) باشد (۱۲).

بذرهای زردرنگ به علت خسارت‌پذیری بیشتر، گیاهچه‌های ضعیف‌تر و غیر طبیعی ایجاد می‌کنند و گیاهچه‌های ضعیف توانایی کمتری برای مقاومت در برابر موانع فیزیکی خاک دارند؛ بنابراین شانس سبز شدن آنها کمتر است (۱۲). هم‌چنین، احتمال این که بذرهای زردرنگ نسبت به میکروارگانیسم‌های خاکزی حساس‌تر باشند، وجود دارد (۱۹). این حساسیت بیشتر می‌تواند به علت نبود یا کمبود تانن در پوستهٔ بذرهای زردرنگ باشد (١٤)، زیرا تانن می‌تواند خاصیت ضد میکروبی داشته باشد (۲۲). تانن به عنوان رنگیزه در پوستهٔ بذر وجود دارد و موجب رنگ قهوه‌ای پوستهٔ بذر در بزرک می‌گردد. بذرهای زردرنگ دارای مقدار ناچیزی تانن هستند؛ بنابراین پوسته بذر شفاف بوده و رنگ زرد مورد مشاهده رنگ

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.1.11.5]

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس برای صفات زراعی مختلف

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات					
		شمار روز تا آغاز سبز شدن	شمار روز تا ۵۰ درصد سبز شدن	شمار گیاهچه در متر مربع	شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی	شمار روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته
تکرار	۲	*	*	Ns	Ns	*	Ns
جامعه (P)	۲	*	*	**	Ns	Ns	Ns
رنگ بذر (Sc)	۱	*	**	**	Ns	Ns	Ns
میزان اسید لینولنیک (L)	۱	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
Sc × L	۱	Ns	Ns	**	Ns	Ns	*
P × Sc	۲	Ns	Ns	*	Ns	Ns	Ns
P × L	۲	Ns	Ns	Ns	*	Ns	*
Sc × L × P	۲	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
لاین (Sc × L × P)	۲۱	**	**	Ns	**	*	*
خطا	٦٤	۲/٤۰	۲/۰٦	۱٦۷٦/۱	٤/۸٥	۹/۱۰	۱۸/۷

Ns، ** و*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس برای عملکرد و اجزای آن

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات						
		عملکرد دانه	عملکرد دانه در بوته	شمار انشعاب در بوته	شمار کپسول در بوته	شمار کپسول در هر انشعاب	شمار دانه در کپسول	وزن ۱۰۰ دانه
تکرار	۲	**	**	*	**	**	Ns	Ns
جامعه (P)	۲	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
رنگ بذر (Sc)	۱	Ns	**	**	**	Ns	Ns	Ns
میزان اسید لینولنیک (L)	۱	*	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
Sc × L	۱	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
P × Sc	۲	Ns	Ns	*	Ns	Ns	Ns	Ns
P × L	۲	Ns	Ns	*	Ns	Ns	Ns	Ns
Sc × L × P	۲	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	**
لاین (Sc × L × P)	۲۱	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
خطا	٦٤	۱۳۹٤/٤	۰/٤۲	۰/۳۱	٤٤٥/۲	۱۹/٦	۰/٦۰	۰/۰۰۱۳

Ns، ** و* : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.1.11.5]

کوتیلدون‌ها است (۱٤).

شمار روز تا آغاز سبز شدن و ۵۰ درصد سبز شدن برای جوامع مختلف (جدول ۵) نشان داد که جامعهٔ A دارای بیشترین تأخیر و کمترین سرعت سبز شدن، و جامعهٔ C دارای کمترین تأخیر و بیشترین سرعت سبز شدن است. هم‌چنین، جامعهٔ C با داشتن بیشترین شمار گیاهچه در واحد سطح، تفاوت معنی‌داری را از لحاظ این صفت نسبت به جوامع A و B نشان داد (جدول ۵). اختلاف میانگین این صفات در جوامع را می‌توان به تفاوت‌های ژنتیکی آنها نسبت داد، که در پژوهش‌های دیگر نیز گزارش شده است (۳۰ و ۳۱).

میانگین‌های آثار متقابل بین رنگ بذر و جوامع برای صفت شمار گیاهچه در متر مربع (جدول ٦) نشان داد که در دو جامعهٔ A و B لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای نسبت به لاین‌های با رنگ بذر زرد شمار گیاهچهٔ بیشتری دارند، ولی در جامعهٔ C تفاوت میانگین این صفت برای لاین‌های با رنگ بذر زرد و قهوه‌ای معنی‌دار نبود. بنابراین، انتخاب زمینهٔ ژنتیکی مناسب می‌تواند در بهبود میزان سبز شدن ژنوتیپ‌های با رنگ بذر زرد مؤثر باشد.

اثر متقابل رنگ بذر و میزان اسید لینولنیک برای شمار گیاهچه در متر مربع نیز نشان می‌دهد که تفاوت میانگین لاین‌های با رنگ بذر زرد و قهوه‌ای از نظر شمار گیاهچه در متر مربع در میزان زیاد اسید لینولنیک معنی‌دار ولی این تفاوت در میزان کم معنی‌دار نیست (جدول ۷). هم‌چنین، لاین‌های با رنگ بذر زرد و میزان کم اسید لینولنیک به صورت معنی‌داری شمار گیاهچهٔ بیشتری نسبت به لاین‌های با بذر زرد و میزان زیاد اسید لینولنیک داشتند. این نتایج نشان می‌دهد که میزان کم اسید لینولنیک در افزایش شمار گیاهچه در متر مربع لاین‌های با رنگ بذر زرد مؤثر بوده است. توجه بیشتر به میانگین آثار متقابل رنگ بذر و میزان اسید لینولنیک نشان می‌دهد که میزان اسید لینولنیک بر صفت شمار گیاهچه در واحد سطح مؤثر بوده است، به نحوی که میزان کم اسید لینولنیک در لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای موجب کاهش شمار گیاهچه در متر مربع، و در لاین‌های با رنگ بذر زرد موجب افزایش شمار گیاهچه در متر مربع گردیده است. بنابراین، این اثر متقابل بسیار شدید موجب غیر معنی‌دار شدن تأثیر میزان اسید لینولنیک روی این صفت در جدول تجزیه واریانس شده است. در پژوهش سعیدی و رولند (۳۱) اثر متقابل معنی‌دار بین رنگ بذر و میزان اسید لینولنیک بر شمار گیاهچه در متر مربع مشاهده نگردید.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۷) و مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ٤) نشان داد که رنگ بذر، میزان اسید لینولنیک و جامعه نیز تأثیر معنی‌داری بر صفات شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، شمار روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته ندارند. ولی اثر متقابل جوامع و میزان اسید لینولنیک برای صفات شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و ارتفاع بوته، و نیز اثر متقابل رنگ بذر و میزان اسید لینولنیک بر صفت ارتفاع بوته (جدول ۲) معنی‌دار بود. میانگین‌های آثار متقابل میزان اسید لینولنیک با جوامع برای شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی (جدول ۸) نشان دادکه لاین‌های با میزان زیاد اسید لینولنیک از جامعهٔ C، نسبت به لاین‌های با میزان زیاد اسید لینولنیک از جوامع A و B به صورت معنی‌داری دیرتر به مرحلهٔ گل‌دهی رسیدند، ولی بین لاین‌های با میزان کم اسید لینولنیک در سه جامعه از لحاظ شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی تفاوت معنی‌دار دیده نشد.

میانگین‌های آثار متقابل رنگ بذر و میزان اسید لینولنیک برای ارتفاع بوته (جدول ۷) نیز نشان داد که در لاین‌های با میزان اسید لینولنیک زیاد، لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای به صورت معنی‌داری ارتفاع بوته بیشتری در مقایسه با لاین‌های با رنگ بذر زرد داشتند، ولی در لاین‌های با میزان اسید لینولنیک کم تفاوت معنی‌دار بین لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای و زرد از لحاظ این صفت وجود نداشت. نبود هرگونه ارتباط بین رنگ بذر و دورهٔ رسیدگی در این پژوهش با نتایج بررسی‌های کامستوک و همکاران (۹) و سعیدی و رولند (۳۱) هم‌خوانی دارد. ولی کالبرتسون و همکاران (۱۰) در بررسی‌های خود در گیاه بزرک نتیجه گرفتند که لاین‌های با رنگ بذر زرد کمی دیررس‌تر (۱/۵ روز) از لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای هستند. هم‌چنین، از بررسی‌های سعیدی و رولند (۳۱) مشخص گردید

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.1.11.5]

جدول ٤. میانگین‌های صفات مختلف برای لاین‌های با رنگ بذر و میزان اسید لینولنیک متفاوت

صفات	رنگ بذر			میزان اسید لینولنیک		
	قهوه ای	زرد	LSD (٠/٠٥)	زیاد	کم	LSD (٠/٠٥)
شمار روز تا آغاز سبز شدن	١٠/٨	١٢/٥	١/٢	١١/٦	١١/٧	١/٢
شمار روز تا ٥٠ درصد سبز شدن	١٧/٦	١٩/٦	١/١	١٨/٣	١٨/٨	١/١
شمار گیاهچه در متر مربع	١٢٩/٣	٩٢/٩	١٩/٦	١١٠/٥	١١٢/٥	١٩/٧
شمار روز تا ٥٠ درصد گل‌دهی	٥٧/٨	٥٨/١	١/٩	٥٨/٢	٥٧/٧	١/٩
شمار روز تا رسیدگی	١٠٤/٤	١٠٤/٩	٢/٥	١٠٤/٣	١٠٤/٨	٢/٥
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	٦٥/١	٦٣/٦	٢/٦	٦٤/٢	٦٤/٤	٢/٦
عملکرد دانه در بوته (گرم)	١/٦٨	٢/٠٨	٠/٢٦	١/٩٦	١/٨٠	٠/٢٦
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	١٨٠١	١٧٨٩	١٧٥	١٩٠٨	١٧٠١	١٧٦
شمار انشعابات در بوته	٣/٥٤	٣/٩٩	٠/٢٤	٣/٧٤	٣/٧٧	٠/٢٤
شمار کپسول در هر انشعاب	١٦/٩	١٨/٩	٢/٣	١٨/٨	١٧/١	٢/٣
شمار کپسول در بوته	٦٠/٦	٧٥/٨	٩/٢	٧١/٣	٦٥/٢	٩/٢
شمار دانه در کپسول	٦/٥١	٦/٤٦	٠/٣٢	٦/٥١	٦/٤٧	٠/٣٢
وزن ١٠٠ دانه (گرم)	٠/٤٢٦	٠/٤٢٧	٠/٠٢٣	٠/٤٢٤	٠/٤٢٩	٠/٠٢٣

جدول ٥. میانگین‌های صفات برای جوامع مختلف

صفت	جوامع			LSD (٠/٠٥)
	A	B	C	
شمار روز تا آغاز سبز شدن	١٢/٨	١١/٦	١٠/٥	١/٥
شمار روز تا ٥٠٪ سبز شدن	١٩/٦	١٨/٦	١٧/٦	١/٤
شمار گیاهچه در متر مربع	٩١/١	١٠٤/٨	١٣٩/١	٢٤/٠
شمار روز تا ٥٠٪ گل‌دهی	٥٧/٣	٥٧/٦	٥٩/٠	٢/٤
شمار روز تا رسیدگی	١٠٤/٩	١٠٤/٩	١٠٤/٠	٣/١
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	٦٣/٨	٦٣/٢	٦٦/١	٣/١
عملکرد دانه در بوته (گرم)	٢/٠٨	١/٨٧	١/٦٧	٠/٣٢
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	١٩٠٧	١٨٥٠	١٦٢٨	٢١٤
شمار انشعاب در بوته	٣/٨٧	٣/٦٥	٣/٧٦	٠/٢٩
شمار کپسول در هر انشعاب	١٨/٧	١٨/٦	١٦/٣	٢/٨
شمار کپسول در بوته	٧٣/١	٦٨/٨	٦٢/٠٠	١١/٣
شمار دانه در کپسول	٦/٤٥	٦/٦٢	٦/٣٩	٠/٣٩
وزن ١٠٠ دانه (گرم)	٠/٤٤	٠/٤١	٠/٤٢	٠/٠٣

جوامع A، B و C به ترتیب شامل لاین‌های حاصل از تلاقی‌های Somme × 93GC553، Flanders × 93GC554 و F88554 × 93GC554 می‌باشد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.1.11.5]

که تأثیر میزان اسید لینولنیک بر رسیدگی تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. نبود ارتباط بین زمان رسیدگی با رنگ بذر و میزان اسید لینولنیک و نیز وجود تنوع ژنتیکی برای این صفت موجب می‌شود که انتخاب برای زودرسی در برنامه‌های اصلاحی بزرک، به منظور تولید ارقام با ترکیب رنگ بذر و میزان اسید لینولنیک متفاوت امکان‌پذیر باشد.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) و مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه (جدول ٤) نشان داد که تأثیر میزان اسید لینولنیک روی این صفت معنی‌دار ولی اثر رنگ بذر و جامعه بر آن معنی‌دار نبود. معنی‌دار نبودن تفاوت عملکرد دانه در لاین‌های با رنگ بذر زرد و قهوه‌ای با نتایج پژوهش‌های کالبرتسون و کمداهی (۱۱)، کالبرتسون و همکاران (۱۰) و سعیدی و رولند (۳۰)، که دریافتند لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای عملکرد دانهٔ بیشتری نسبت به رنگ بذر زرد دارند، هم‌خوانی ندارد. بیشتر بودن عملکرد دانه در لاین‌های با میزان اسید لینولنیک زیاد نسبت به لاین‌های با اسید لینولنیک کم در این آزمایش با نتایج بررسی‌های سعیدی و رولند (۳۱) نیز هماهنگ نمی‌باشد. آنها نتیجه گرفتند که در برخی جوامع لاین‌های با میزان کم اسید لینولنیک در مقایسه با لاین‌های با میزان زیاد اسید لینولنیک عملکرد دانه بیشتری دارند، و در برخی جوامع نیز تفاوت بین میانگین عملکرد دانه لاین‌های با میزان اسید لینولنیک متفاوت معنی‌دار نیست، که علت این امر را زمینهٔ ژنتیکی ذکر کردند.

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه در بوته (جدول ۳) نشان داد که رنگ بذر تأثیر معنی‌داری در این صفت دارد، ولی تأثیر میزان اسید لینولنیک معنی‌دار نبود. چنین برداشت می‌شود که بذرهای زردرنگ بزرک، به علت بنیهٔ کم بذر (۳۱)، دارای میزان سبز شدن کمتری در مقایسه با بذرهای قهوه‌ای هستند. بنابراین، تراکم کم بوته در لاین‌های با رنگ بذر زرد، موجب می‌گردد که فضای کافی، عناصر غذایی و نور بیشتری در اختیار گیاه قرار گیرد. در نتیجه، به دلیل توانایی انشعاب‌دهی زیاد در این گیاه، شمار انشعاب در بوته در این لاین‌ها افزایش می‌یابد (۲٦). پس با توجه به این که هر انشعاب دارای شماری کپسول است، با زیاد شدن شمار انشعاب در بوته، شمار کپسول در بوته، و درنتیجه عملکرد دانه در بوته در لاین‌های با رنگ بذر زرد نسبت به لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای افزایش یافته است.

نتایج تجزیه کوواریانس (جدول ۹) نیز نشان داد که پس از حذف آثار تراکم بوته (شمار گیاهچه در متر مربع) بر عملکرد دانه در بوته، تأثیر رنگ بذر روی این صفت معنی‌دار نبوده است. پس می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت در میزان سبز شدن و تراکم بوته باعث معنی‌دار شدن اختلاف عملکرد دانه در بوته بین لاین‌های با رنگ بذر زرد و قهوه‌ای شده است. در این آزمایش لاین‌های با رنگ بذر زرد نسبت به لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای، به صورت معنی‌داری از شمار کپسول در بوته بیشتری برخوردار بودند (جدول ٤). با توجه به این که شمار کپسول در بوته مهم‌ترین جزء عملکرد دانه در بزرک می‌باشد (۳، ۲۰، ۲۱، ۲۳ و ۲٤)، چنین برداشت می‌شود که بیشتر بودن عملکرد دانه در بوته در لاین‌های با رنگ بذر زرد نسبت به قهوه‌ای، به علت افزایش شمار کپسول در بوته است.

نتایج تجزیه کوواریانس برای عملکرد دانه در بوته با شمار کپسول در بوته (جدول ۹) نیز نشان داد که افزایش عملکرد دانه در بوته در لاین‌های با رنگ بذر زرد به علت شمار بیشتر کپسول در بوته آنها بوده است. این نتایج با نتایج پژوهندگان دیگر، که دریافتند با کاهش تراکم بوته در بزرک، شمار انشعاب در بوته و نهایتاً شمار کپسول در بوته افزایش می‌یابد، نیز هم‌خوانی دارد (۳، ۲۰، ۲۱، ۲۳ و ۲٤). آلبرچسن و دی‌بینگ (۳) نیز از پژوهش خود نتیجه گرفتند که تغییر در تراکم بوته در بزرک اثر چشم‌گیری بر شمار کپسول در بوته داشت، ولی تأثیر آن بر اجزای دیگر عملکرد معنی‌دار نبود.

در این پژوهش، افزایش شمار کپسول و عملکرد دانه در بوته در لاین‌های با رنگ بذر زرد نسبت به لاین‌های با بذر قهوه‌ای، جبران کاهش عملکرد دانه ناشی از کمی تراکم بوته را در این لاین‌ها نموده است. بنابراین، لاین‌های با رنگ بذر زرد و قهوه‌ای از نظر عملکرد دانه دارای تفاوت معنی‌دار نبودند (جدول ۹). چنین برداشت می‌شود که اختلاف تراکم

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.1.11.5]

جدول ٦. میانگین آثار متقابل جوامع با رنگ بذر برای صفات شمار گیاهچه در متر مربع و شمار انشعاب در بوته

ترکیب جامعه و رنگ بذر	شمار گیاهچه در متر مربع	شمار انشعاب در بوته
جامعهٔ A و رنگ بذر قهوه‌ای	۱۲۳/۲۸ a	۳/٤۲ b
جامعهٔ A و رنگ بذر زرد	٦٤/۲۸ b	٤/۲٤ a
جامعهٔ B و رنگ بذر قهوه‌ای	۱۲۷/۰۹ a	۳/٤٤ b
جامعهٔ B و رنگ بذر زرد	۷۷/۹٦ b	۳/۹۰ ab
جامعهٔ C و رنگ بذر قهوه‌ای	۱۳٦/۵۷ a	۳/۷٤ b
جامعهٔ C و رنگ بذر زرد	۱٤۲/۱۲ a	۳/۷۸ b

میانگین‌های هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، در سطح پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند (آزمون LSD).

جدول ۷. میانگین آثار متقابل رنگ بذر با میزان اسید لینولنیک برای صفات شمار گیاهچه در متر مربع و ارتفاع بوته

ترکیب رنگ بذر و میزان اسید لینولنیک	شمار گیاهچه در متر مربع	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
رنگ بذر قهوه‌ای و میزان زیاد اسید	۱٤۷/۵۲ a	٦٦/۲۷ a
رنگ بذر زرد و میزان زیاد اسید	۷۸/۰۱ c	٦۲/٤٦ b
رنگ بذر قهوه‌ای و میزان کم اسید	۱۱٦/۵۷ b	٦٤/۲۱ a
رنگ بذر زرد و میزان کم اسید	۱۰۷/۷۵ b	٦٤/۷۳ a

میانگین‌های هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند (آزمون LSD).

جدول ۸. میانگین آثار متقابل جوامع با میزان اسید لینولنیک برای صفات شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، ارتفاع بوته و شمار انشعاب در بوته

ترکیب جامعه و میزان اسید لینولنیک	شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شمار انشعاب در بوته
جامعه A × میزان زیاد اسید	۵۸/۲۰ ab	٦۳/۲۰ b	٤/۰۵ a
جامعه A × میزان کم اسید	۵٦/۵۵ b	٦٤/۳۵ b	۳/۷۲ ab
جامعه B × میزان زیاد اسید	۵٦/۳۳ b	٦۱/۷٤ b	۳/٤۳ b
جامعه B × میزان کم اسید	۵۹/۰۷ ab	٦٤/۸۹ ab	۳/۹۱ a
جامعه C × میزان زیاد اسید	٦۱/۱۷ a	٦۹/۲۸ a	۳/۸۱ ab
جامعه C × میزان کم اسید	۵۷/۷٦ ab	٦٤/۲۱ b	۳/۷۳ ab

میانگین‌های هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند (آزمون LSD).

بوته در میان لاین‌های با رنگ بذر زرد و قهوه‌ای نقش زیادی در اختلاف عملکرد دانه آنها نداشته، و این نتیجه با نتایج پژوهش‌های دیگر نیز هم‌خوانی دارد (۳۱).

نتایج این پژوهش نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین لاین‌های با رنگ بذر زرد و قهوه‌ای، و هم‌چنین میزان زیاد و کم اسید لینولنیک از لحاظ وزن ۱۰۰ دانه و شمار دانه در کپسول وجود ندارد (جداول ۳ و ٤). سعیدی و رولند (۳۱) نیز گزارش کردند که در بیشتر جوامع ژنتیکی رنگ بذر اثری در

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.1.11.5]

جدول ۹. نتایج تجزیه کوواریانس عملکرد دانه در بوته با شمار گیاهچه در واحد سطح و شمار کپسول در بوته

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات عملکرد دانه در بوته	
		(شمار کپسول در بوته)	(تعداد گیاهچه در متر مربع)
تکرار	۲	۰/۰۲٦	۳/۹۵۹**
جامعه (P)	۲	۰/۱۰٦	۰/۰۱۰
رنگ بذر (Sc)	۱	۰/۰۲۷	۰/۲۰۹
غلظت اسید لینولنیک (L)	۱	۰/۰۰۲	۰/٤٥۸
Sc × L	۱	۰/۰۲۸	۰/۰۳٦
P × Sc	۲	۰/۰۲٤	۰/۰۳۰
P × L	۲	۰/۰۹۳	/۱۹۰
P × Sc × L	۲	۰/۰٤۱	۰/۸٤۲
لاین (P × Sc × L)	۲۱	۰/۰۳٥	۰/۳۷۹
شمار گیاهچه در واحد سطح	۱	–	٥/۰۳٦**
شمار کپسول در بوته	۱	۲۲/٦۸۱**	–
خطا	٦۳	۰/۰٦۳	۰/۳٤۲

** : معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

وزن دانه نداشته، و فقط در یک جامعه، لاین‌های با رنگ بذر زرد دارای وزن دانه بیشتری بوده‌اند. در پژوهش‌های مختلف نتایج متفاوتی در بارهٔ تأثیر رنگ بذر بر وزن دانه گزارش شده است، به طوری که در برخی گزارش‌ها لاین‌های با رنگ بذر زرد (۱۰)، و در برخی لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای (۸) وزن دانه بیشتر داشته‌اند.

به طور کلی، در این پژوهش لاین‌های مورد ارزیابی برای صفات شمار روز تا آغاز سبز شدن، شمار روز تا ۵۰ درصد سبز شدن، شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، شمار روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و وزن صد دانه تفاوت معنی‌دار داشتند (جداول ۲ و ۳). وجود تنوع ژنتیکی برای این صفات نشان می‌دهد که از طریق برنامه‌های به‌نژادی و انتخاب، می‌توان این صفات را بهبود داد. هم‌چنین، با توجه به نبودن رابطه ارثی میان هر کدام از صفات رنگ بذر و میزان اسید لینولنیک با صفات زراعی و اجزای آن، تولید ارقام مختلف بزرک با رنگ بذر زرد یا قهوه‌ای و با مقادیر مختلف اسید لینولنیک در روغن، بدون هیچ گونه مشکلی امکان‌پذیر است.

با توجه به نتایج، مشخص شد که تأثیر منفی بنیهٔ ضعیف‌تر بذر در لاین‌های با رنگ بذر زرد، نسبت به لاین‌های با رنگ بذر قهوه‌ای، و تراکم کمتر بوته در این لاین‌ها بر عملکرد دانه، از طریق افزایش انشعاب‌دهی بوته و افزایش شمار کپسول در بوته جبران می‌گردد. نحوه انشعاب‌دهی در گیاه بزرک، این گیاه را قادر می‌سازد که در تراکم‌های بوته متفاوت، عملکرد دانه نسبتاً یکسانی داشته باشد (۲٦). اگرچه تأثیرکاهش تراکم بوته بر عملکرد دانه تا حدودی در لاین‌های با رنگ بذر زرد، از طریق افزایش شمار کپسول و عملکرد دانه در بوته جبران می‌شود، ولی بهتر به نظر می‌رسد که در زراعت ارقام با رنگ بذر زرد، میزان بذر بیشتری کشت گردد. هم‌چنین، لازم است در برنامه‌های به‌نژادی این ارقام نیز بهبود بنیهٔ بذر و میزان سبز شدن از اهداف اصلاحی منظور گردد، و از طریق برنامه‌های

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.1.11.5]

انتخاب، این صفت بهبود یابد. تنوع ژنتیکی موجود میان لاین‌ها، می‌باشد.
گویای این نکته است که این صفت از طریق انتخاب قابل بهبود

منابع مورد استفاده

۱. کریمی، م. ۱۳٦٦. *آب و هوای منطقهٔ مرکزی ایران*. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲. لکزیان، ا. ۱۳٦۸. چگونگی تحول و تکامل و بررسی خصوصیات کانی‌های رسی خاک‌های سری خمینی‌شهر در مزرعه آزمایشی لورک نجف‌آباد. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

3. 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.
4. Anderson, R. 1994. Linola might repeat canola's rags-to-riches story. Prophyta. 2: 36-38.
5. Barnes, D. K., J. O. Culbertson and J. W. Lambert. 1956. Inheritance of seed and flower colour in flax. Agron. J. 48: 456-459.
6. Brossman, G. D. and J. R. Wilcox. 1984. Induction of genetic variation for oil properties and agronomic characteristics of soybean. Crop Sci. 24: 783-787.
7. Burton, G. W. 1966. Plant breeding-prospects for the future. PP. 391-407. *In*: K. J. Frey (Ed.), Plant Breeding. Iowa State Univ. Press, Ames, IA, USA.
8. Comstock, V. E., J. H. Ford and B. H. Beard. 1963. Association among seed and agronomic characteristics in isogenic lines of flax. Crop Sci. 3: 171-172.
9. Comstock, V. E., J. H. Ford and E. C. Gimore. 1969. Seed quality characters associated with the D locus of flax (*Linum usitatissimum* L.). Crop Sci. 9: 513-514.
10. Culbertson, J. O., V. E. Comstock and R. A. Frederikson. 1960. Further studies on the effect of seed coat colour on agronomic and chemical characters and injury in flax. Agron. J. 52: 210-212.
11. Culbertson, J. O. and T. Kommedahi. 1956. The effect of seed coat colour upon agronomic and chemical characters and seed injury in flax. Agron. J. 48: 25-28.
12. Flax Council of Canada. 1992. Growing flax. The Flax Council of Canada, Winnipeg, MB.
13. Flax Council of Canada. 1994. Flax focus. The Flax Council of Canada, Winnipeg, MB.
14. Freeman, T. P. 1995. Structure of flaxseed. PP. 11-21. *In*: S. C. Cunnane and L. U. Thompson (Eds.), Flaxseed in Human Nutrition. AOCS Press, Champaign, Illinois.
15. Green, A. G. 1986. A mutant genotype of flax (*Linum usitatissimum* L.) containing very low levels of linolenic acid in its seed oil. Can. J. Plant Sci. 66: 499-503.
16. Green, A. G. 1986. Genetic control of polyunsaturated fatty acid biosynthesis in flax (*Linum usitatissimum* L.) seed oil. Theor. Appl. Genet. 72: 654-661.
17. Green, A. G. 1986. Genetic conversion of linseed oil from industrial to edible quality. Disr. Plant Breeding Symposium 1986. N. Z. Agron. Soc. Special Pub. 5: 266-269.
18. Green, A. G. and J. C. P. Dribnenki. 1995. Breeding and development of LINOLA (low linolenic flax). FAO-Proc. 3rd Inter. Flax Breeding Res. Group. France, PP. 145-150.
19. Groth, J. V., V. E. Comstock and N. A. Anderson. 1970. Effect of seed colour on tolerance of flax to seedling blight caused by *Rhizoctonia solani*. Phytopathol. 60: 379-380.
20. Gubbels, G. H. 1978. Interaction of cultivar and seeding rate on various agronomic characteristics of flax. Can. J. Plant Sci. 58: 303-309.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.1.11.5]

21. 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.
22. Knights, E. J. and R. J. Mailor. 1989. Association of seed type and colour with stablishment, yield and seed quality in chickpea *(Cicer arietimum)*. J. Agric. Sci. 113: 325-330.
23. Lafond, G. P. 1993. The effect of nitrogen, row spacing and seeding rate on the yield of flax under a zero-till production system. Can. J. Plant Sci. 73: 375-382.
24. Nyeki, J. and M. Soltesz. 1978. Studies on interrelationships between seed yield and its components in some exotic strains of linseed *(Linum usitatissimum* L.). Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae 27: 74-80.
25. Peterson, W. S. 1958. Linseed oil meal. PP. 593-617. *In*: M. Aaron and L. Altsche (Eds.), Processed Plant Protein Food Stuffs. Academic Press Publ. Inc., New York.
26. Robinson, R. G. 1949. The effect of flax stand on yields of flaxseed, flaxstraw, and weeds. Agron. J. 41: 483-484.
27. Rowland, G. G. 1991. An EMS-induced low-linolenic-acid mutant in McGregor flax (*Linum usitatissimum* L .). Can. J. Plant Sci. 71: 393-396.
28. Rowland, G. G. and R. S. Bhatty. 1990. Ethyl methanesulphonate induced fatty acid mutation in flax. J. Am. Oil Chem. Soc. 67: 213-214.
29. Rucher, B. and G. Robbelen. 1996. Impact of low linolenic acid content on seed yield of winter oilseed rape *(Brassica napus* L.). Plant Breed. 115: 226-230.
30. 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.
31. 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: 315-319.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.1.11.5]