یافته های نوین کشاورزی
سال هفتم- شماره۱- پاییز ۱۳۹۱

ارزیابی مراحل رشد، خواص فیزیولوژیک و کیفی دانه ارقام پیشرفته کلزای زمستانه (*Brassica napus* L.) در اراک

مجید آزاد مرزآبادی، دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه آزاد اسلامی واحد آشتیان
معرفت مصطفوی راد*، عضو هیئت علمی و استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی
سکینه فرجی، کارشناس ارشد باغبانی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

چکیده

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اراک در واقع در عرض جغرافیایی ۳٤ درجه و ۵ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ٤۹ درجه و ٤۲ دقیقهٔ شرقی و ارتفاع ۱۷۷۵ متر از سطح دریا و در قالب طرح پایهٔ بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل ۷ رقم پیشرفته کلزا به همراه رقم Okapi به عنوان شاهد بود. هر کرت شامل چهار ردیف ٦ متری به فواصل ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر بودند. در طی اجرای آزمایش صفات مهم زراعی از قبیل تعداد روز تا شروع و خاتمه گلدهی، طول دوره گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، طول دوره رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن و پروتئین دانه، عملکرد بیولوژیک، ساخص برداشت، عملکرد روغن در هکتار برآورد گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد ارقام مختلف کلزا از نظر تمامی صفات اندازه‌گیری شده تفاوت‌های معنی‌دار داشتند. در این تحقیق رقم ES Betty بالاترین عملکرد دانه (٥٦۹۹ کیلوگرم در هکتار)، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، درصد روغن دانه و عملکرد روغن در واحد سطح را نشان داد. در این مطالعه رقم Okapi کمترین عملکرد دانه (۳۱٤٤ کیلوگرم در هکتار)، تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه را داشت. همچنین هبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و برخی صفات نظیر تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: کلزا، رقم، خصوصیات زراعی

---

* نویسنده مسئول: E-mail: mmostafavirad@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۷/۲٤ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۳/۲۷

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات، دوّمین منبع غذایی مردم جهان و با ارزش‌ترین کالا در تجارت کشاورزی محسوب می‌شوند. کلزا (*Brassica napus* L.) با بیش از ٤٠٪ روغن و ٤٤-٣٦٪ پروتئین کنجاله از معدود گیاهان روغنی است که قابلیت کشت در شرایط اقلیمی مختلف را داراست (٣٧). کلزا سومین گیاه روغنی مهم دنیاست که سطح کشت آن در مناطق معتدل دنیا به سرعت در حال افزایش است (١٢). مهم‌ترین هدف تولید کنندگان و به‌نژادگران کلزا، افزایش عملکرد دانه و روغن در واحد سطح می‌باشد. بررسی مقدماتی و تعیین سازگاری ارقام مختلف کلزا در مناطق مختلف کشور جهت افزایش کمی و کیفی عملکرد دانه، لازم است. یکی راه کارهای موثر در این راستا، یافتن تیپ‌های ایده آل و مطلوب از لحاظ خصوصیات مورفولوژیک، متناسب با شرایط اقلیمی هر منطقه است (٢٦). عملکرد کلزا از سه جزء مهم تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه تشکیل شده است که بسته به شرایط محیطی و ژنوتیپ، دو عامل تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته نقش تعیین کننده در عملکرد دانه کلزا دارند ولی اکثر محققین بر این عقیده‌اند که تعداد خورجین در گیاه فاکتور تعیین کننده عملکرد دانه کلزا بشمار می‌رود (٢٦). ویژگی‌های خاص کلزا و سازگاری آن با شرایط آب و هوایی اکثر نقاط کشور سبب شده است که کشت این گیاه به شدت توسعه یابد، بنابراین انتخاب رقم مناسب برای موفقیت تولید محصول، حائز اهمیت می‌باشد. در این راستا آزمایش‌های مقایسه عملکرد به عنوان یکی از روش‌های گزینش ارقام پر محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد. عملکرد دانه و روغن با ارزش ترین جزء گیاه کلزا است و اثر متقابل نمو و رشد در هر مرحله، عملکرد بالقوه و سپس عملکرد حقیقی گیاه زراعی را تعیین می کند.

مراحل رشد و فرایند آن، کم و بیش تحت کنترل ژنتیکی است ولی به طرق مختلف تحت تاثیر عوامل محیطی (از قبیل دما، تشعشع وفراهمی آب و مواد غذایی) نیز قرار می گیرد. توالی نمو اجزاء عملکرد و زمان بندی نمو آن‌ها در رابطه با عوامل درونی گیاه و اثر متقابل آن با محیط، نکات کلیدی در درک چگونگی تغییر عملکرد گیاه به شمار می آیند، این امر امکان تغییر ژنوتیپ یا عوامل مدیریتی را درجهت افزایش عملکرد فراهم می‌آورد (٢٧). ارقام مختلف کلزا را از نظر میزان روغن دانه، متفاوت گزارش شده است (٣١). طوری که عوامل محیطی از قبیل آب و مواد غذایی می توانند تاثیرات زیادی بر میزان روغن و پروتئین دانه داشته باشند (٣٢). براساس تحقیقات رائو و مندهام (٣٦)٪ روغن تحت تأثیر عوامل ژنتیکی می‌باشد، به طوری که اگر در اواخر فصل رشد تنشی وجود نداشته باشد، درصد روغن دانه در هر رقم ثابت می‌ماند. عزیزی و همکاران (٨) نیز گزارش کردند میزان روغن یک صفت ارثی با وراثت پذیری بالا می‌باشد که تا حدودی هم تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد و در میان عوامل محیطی، دما مهمترین عاملی محسوب می‌شود که بر مقدار روغن اثر دارند. طوری که با افزایش درجه حرارت

محیط درصد روغن دانه کاهش می‌یابد. بدین ترتیب در برنامه‌های اصلاحی کلزا علاوه برافزایش عملکرد دانه در واحد سطح، افزایش درصد روغن دانه نیز مورد توجه است و در این راستا، میزان روغن دانه کلزا در برخی ارقام اصلاح شده به ٦٠٪ رسیده است (٤٢).

از طرفی در آینده افزایش سطح کشت به سختی میسر خواهد بود و لازم است به زراعت‌های فشرده و ارقام پرمحصول توجه بیشتری شود (۳۰). نصری و همکاران(۳۳) و میلر و همکاران (۳۲) نشان دادند که ارقام کلزا از نظر عملکرد دانه متفاوت بودند. در این راستا گزارش شده است که اثر ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه کلزا معنی‌دار بود (۲۱) و ارقام مختلف کلزا از نظر پتانسیل تولید دانه (٢٦) متفاوت می‌باشد. همچنین محققین نشان دادند که اثر ارقام کلزا بر عملکرد و اجزای عملکرد معنی‌دار بود (۲۰ و ۲۵). بدین ترتیب استفاده از ارقام کلزا سازگار با شرایط اقلیمی هر منطقه جهت افزایش کمّی و کیفی عملکرد دانه، ضروری است (٤١). اغلب دو فاکتور میزان روغن و پروتئین دانه برای توصیف کیفیت کلزای زمستانه، مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۵) و عوامل محیطی از قبیل آب و مواد غذایی می‌توانند تأثیرات زیادی بر میزان روغن و پروتئین دانه داشته باشند (۲۷). محققین دیگری نیز ارقام مختلف کلزا را از نظر میزان روغن دانه، متفاوت گزارش کرده‌اند (۳۱). برخی محققین بر این عقیده‌اند که درصد روغن دانهٔ کلزا تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است (١٤). درصد پروتئین دانه نیز به وسیلهٔ عوامل ژنتیکی کنترل می‌شود ولی شدیدا تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (۱۵). از طرفی بین روغن و پروتئین دانه رابطه منفی وجود دارد چون سنتز روغن در مقایسه با پروتئین دانه به انرژی بیشتری نیاز دارد در نتیجه هر گونه افزایش در سنتز پروتئین به بهای کاهش سنتز روغن خواهد بود (۱۲). این آزمایش با هدف بررسی ارقام پیشرفته کلزای زمستانه از نظر مراحل رشدی، عملکرد کمی و کیفی دانه کلزا در شرایط اقلیمی اراک انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زرعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اراک در واقع در عرض جغرافیایی ٣٤ درجه و ۵ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ٤٩ درجه و ٤٢ دقیقهٔ شرقی و ارتفاع ۱۷۷۵ متر از سطح دریا در قالب طرح پایهٔ بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شدند. هر کرت شامل ۲ پشته ٦٠ سانتی متری و ٤ خط کشت به فاصله ۳۰ سانتی‌متر و به طول ۵ متر بود. بر اساس نتایج آزمون تجزیهٔ خاک مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم، و مقدار ۲۵۰ کیلوگرم کود اوره استفاده شد و تمامی کود فسفات آمونیوم و ثلث کود اوره و مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار سم علف‌کش ترفلان بطور یکنواخت در سطح مزرعه پخش و بوسیلهٔ یک دیسک سبک، کود و علف‌کش با خاک مخلوط گردید. باقی‌مانده کود اوره در دو مرحلهٔ ساقه‌رفتن و ظهور اولین غنچه‌های گل به صورت سرک

استفاده شد. پس از کاشت بذر عملیات آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و آفت شته مومی مطابق دستورالعمل فنی کشت کلزا انجام شد. در طول دورهٔ رشد صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، یادداشت برداری شد و پس از رسیدگی با حذف حاشیه، محصول کلزا با دست برداشت و میزان عملکرد دانه در هکتار و درصد روغن دانه به روشNMR (٤٠) و پروتئین دانه به روش NIR (۲۹) برآورد گردید. وزن هزار دانه با استفاده از دستگاه بذر شمار و ترازوی دقیق بدست آمد. تجزیهٔ واریانس داده‌ها با استفاده از برنامه آماری SAS و مقایسهٔ میانگین‌ها به روش LSD انجام گرفت.

نتایج و بحث

تعداد روز تا شروع گل‌دهی

در این پژوهش، برخلاف گزارش عابدیان (۱۳۸۹)، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارقام مختلف کلزا از نظر تعداد روز تا شروع گلدهی متفاوت بودند ($p \leq ۰/۰۱$) ولی با نتایج خاتمیان اسکوئی (۱۳۸۹) مشابه بود. رقم RNX 6321 روز بیشترین تعداد روز تا شروع گلدهی را به خود اختصاص داد و ارقام Champlain و ES Betty کمترین تعداد روز تا شروع گل را دارا بودند. اما این دو رقم از نظر عملکرد دانه با هم تفاوت معنی‌دار داشتند. بنابر این صرف شروع زودهنگام گل‌دهی نمی‌تواند منجر به افزایش تعداد خورجین و عملکرد دانه در واحد سطح شود و این امر می‌تواند ناشی از واکنش متفاوت ارقام به درجه حرارت‌های پایین محیط در اوایل فصل رشد و یا محدودیت مبدأ و کمبود مواد پرورده بر حسب نوع رقم و شرایط محیطی باشد که تبدیل گل‌ها به خورجین کامل را تحت تأثیر قرار می‌دهند. ایوانز (۱۹۸٤) اعلام کرد گلدهی مرحله‌ای بحرانی و مؤثر بر عملکرد کلزا است. تعداد نهایی غلاف‌ها و دانه‌ها در یک دوره چهار هفته‌ایی، تعیین می‌شود و بستگی زیاد به استمرار ماده‌سازی دارد. روابط بین منبع و مخزن در این فاز بر میزان ماده‌سازی مؤثر است. در کلزا سهم عمده خورجین‌ها به ساقه اصلی اختصاص دارد، در صورتی که در شاخه‌های گروه‌های پایین‌تر، تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین کمتر است (٤٠).

تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی

ارقام مختلف کلزا از نظر تعداد روز تا خاتمه گلدهی نیز تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ نشان دادند (جدول۱). در این خصوص خاتمیان اسکوئی (۱۳۸۹) و عابدیان (۱۳۸۹) در مطالعه بر روی ارقام مختلف کلزا به ترتیب نتایج مشابه و متناقضی گزارش کرده‌اند. ارقام Modena و ES Betty به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد روز تا خاتمه گلدهی را داشتند و رقم Okapi از نظر تعداد روز تا خاتمه گلدهی در رتبه دوم قرار داشت (جدول۲). در ارقامی که مراحل غنچه‌دهی و گل‌دهی که تمایز سلول‌های

مولد خورجین در آن‌ها انجام می‌گیرد با شرایط محیطی مطلوب نظیر دما، تششعشع و رطوبت مصادف گردد تعداد زیادی از سلول‌های مولد خورجین روی شاخه‌های اصلی و فرعی به مرحله‌ی باروری و تکامل نهایی می‌رسند و با افزایش تعداد خورجین در بوته عملکرد دانه ارتقاء پیدا می‌کند (۳، ٤ و ۳٤). بنابر این به نظر می‌رسد که عامل مهم تفاوت عملکرد ارقام مختلف کلزا ناشی تغییر شرایط محیطی در طی دوره گل‌دهی باشد که این شرایط بر حسب نوع رقم می‌تواند متفاوت باشد.

جدول ۱: تجزیه واریانس میانگین صفات اندازه‌گیری شده در ارقام مختلف کلزا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تعداد روز تا شروع گلدهی	تعداد روز تا خاتمه گلدهی	طول دوره گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی	طول دوره رسیدگی	عملکرد دانه	ارتفاع بوته	تعداد شاخه‌های فرعی
تکرار	۲	۰/۱۲۵^{ns}	٤/٦٦٦**	٥/۲۹۱**	۸/۰٤۱**	۲۱/۱۲٥**	٤۲۰۷۰۱/۱۷**	٥٤/٥۰٦^{ns}	۰/۱۹۷^{ns}
رقم	۷	۱/۹۷٦**	٥/۱۱۹**	۱/۲۳۸*	۰/۷۰۸^{ns}	۹/۲۷۹**	۲۲٥٦۰٥۲/٥۷**	۷۷/۲٤۰^{ns}	۱/٤۷۹^{ns}
اشتباه	۱٤	۰/۱۷۲	۰/۳۳۳	۰/٤۳٤	۰/۲۷۹	۰/٤٥۸	۲۲۳٦/۳٦	۳۳/٥۱۸	۱/۱۹۱
ضریب تغییرات (٪)		۰/۲٦	۰/۲۹	۱/٦۹	۰/۲۱	۱/۲٦	۰/۹٤	٤/۸٦	۲٦/۰۱

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ٥٪ و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

ادامه جدول۱:

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	روغن دانه	عملکرد روغن	پروتئین دانه
تکرار	۲	۳۲/۲٥۱^{ns}	۱۲/۲**	۰/۰۲۱^{ns}	۱۱٥٦۲٥۰/۰۰**	٥/٥۰۷**	۸/٤٤۷^{ns}	۸۲۲۹٦/۷۹*	۲/۰٥۱^{ns}
رقم	۷	۱۰۱۸۳/٥۲**	٥۸/٤**	۰/۰٤۷^{ns}	۲۳۸۲۸٥۷/۱٤**	۷٤/٤۷۰**	۲٦/۱۷٦*	٥۷٦۸۳٦/٥٤**	۹/۷۱٤**
اشتباه	۱٤	٦۹/۲۹٤	۰/٥۱	۰/۰۱۷	٦۱۹٦٤/۲۹	۰/٤۸۷	۷/۲٦٤	۱٦۰٥۷/۱۷	۰/۷۸۲
ضریب تغییرات (٪)		٥/۲٤	۳/٤۱	۳/٥۳	۱/۸۳	۱/۸۹	٦/۸۸	٦/٤۲	٤/۱۰

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ٥٪ و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

طول دوره گل‌دهی

ارقام کلزای مورد مطالعه از نظر طول دوره گل‌دهی تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ٥٪ داشتند (جدول ۱). در گزارش مشابهی، خاتمیان اسکوئی (۱۳۸۹) و عابدیان (۱۳۸۹) اثر رقم بر طول دوره گل‌دهی را به ترتیب معنی‌دار و غیرمعنی‌دار گزارش نموده‌اند.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که ارقام Modena و ES Betty به ترتیب بیشترین و کمترین طول دوره گل‌دهی(جدول۲) را دارا بودند. نتایج نشان داد که صرف بالا بودن طول دوره گل‌دهی برای ارتقاء عملکرد دانه کافی نیست. از طرفی به نظر می‌رسد که سرعت تبدیل گل‌ها به خورجین بالغ در ارقام

مختلف متفاوت می‌باشد و بالا بودن تعداد خورجین در رقم ES Betty با حداقل طول دوره گل‌دهی، موید این امر می‌باشد.ولی طول دوره گلدهی در شرایط مزرعه تحت تأثیر دماهای پایین‌تر، طولانی می‌گردد که این عامل سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود (۸).

هاگسان (۱۹۷۸) گزارش کرد، افزایش دما در زمان گلدهی و بعد از آن سبب کوتاه شدن طول دوره گلدهی ارقام مختلف گردید. در این راستا گلدهی به موقع عامل افزایش عملکرد کلزا به نظر می‌رسد. درجه حرارت‌های پایین و بالا در تبدیل گل‌های کلزا به خورجین بالغ اثر بازدارندگی بیشتری دارند و یا ممکن است بر حسب نوع رقم خورجین‌های بالغ با کمبود مواد فتوسنتزی بیشتری مواجه شوند که نهایتا منجر به کاهش عملکرد در برخی ارقام کلزا می‌شود.

تعداد روز تا رسیدگی (طول دوره روشد)

در این تحقیق، بر خلاف یافته‌های تحقیقاتی خاتمیان اسکوئی (۱۳۸۹)، تفاوت معنی‌داری بین ارقام مختلف کلزا از نظر تعداد روز تا رسیدگی (طول دوره رشد) مشاهده نگردید (جدول۱). با این وصف ارقام ES Betty و Okapi بیشترین و Licord کمترین طول دوره رویش را داشتند (جدول ۲).

انتظار می‌رفت که با افزایش طول دوره رشد بهره‌مندی گیاهان از منابع رشد افزایش یافته و تولید محصول ارتقاء یابد ولی این ایده در مورد تمامی ارقام کلزا نظیر Okapi صادق نبود که این امر می‌تواند ناشی از تفاوت ژنتیکی ارقام در استفاده از منابع رشد در راستای افزایش عملکرد محصول کلزا باشد. همچنین آلیاری و همکاران (۱۳۷۹) دیررسی و افزایش طول دوره رویش گیاه را در افزایش عملکرد دانه مهم برشمرده‌اند. دیرگل و زودگل بودن ارقام و اختلاف در طول دوره‌های رویشی و زایشی آن‌ها و برخورد هر یک از مراحل رشدی گیاه با درجه حرارت‌های متفاوت در طی فصل رشد و همچنین تأثیرپذیری متفاوت آن‌ها، در توجیه این اختلاف‌ها، قابل استناد می‌باشد. در شرایط کوهستانی اراک، بالا بودن شدت تشعشع در زمان رسیدگی محصول منجر به خشک شدن یکنواخت خورجین‌ها قبل از موعد رسیدگی کامل گردید که به این فرآیند، آفتاب سوختگی نیز اطلاق می‌شود.

طول دوره رسیدگی

از نظر طول دوره رسیدگی بین ارقام کلزای مورد مطالعه، تفاوت‌های معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ مشاهده گردید (جدول۱) که با نتایج خاتمیان اسکوئی (۱۳۸۹) و عابدیان (۱۳۸۹) مطابقت داشت.

رقم ES Betty از نظر طول دوره رسیدگی نسبت به سایر ارقام برتری نشان داد. رقم NK Karibic کمترین طول دوره رسیدگی را داشت و رقم شاهد Okapi در رتبه دوم قرار گرفت (جدول ۲). چنین استنباط می‌شود که طول دوره رسیدگی و پر شدن دانه سهم بسزایی در افزایش عملکرد دانه دارد و بخشی از تفاوت فاحش عملکرد ارقام کلزا نظیر Okapi می‌تواند ناشی از تفاوت ارقام کلزا از نظر سرعت انتقال مواد فتوسنتزی جاری و مواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی از طریق فرآیند انتقال مجدد به دانه

باشد. همچنین به نظر می‌رسد رقم ES Betty از نظر سرعت انتقال مواد پرورده به دانه در مقایسه با ارقام دیگر برتری داشته و این امر را می‌توان یکی از عوامل موثر در افزایش عملکرد آن برشمرد.

جدول۲: مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در ارقام مختلف کلزا

رقم	تعداد روز تا شروع گلدهی	تعداد روز تا خاتمه گلدهی	طول دوره گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی	طول دوره رسیدگی	عملکرد دانه (kg/ha)	ارتفاع بوته (cm)	شاخه فرعی
Okapi	۱۵۷/۳۳cd	۱۹۵/۶۶b	۳۸/۳۳bc	۲۵۰/۶۶a	۵۵/۰۰b	۳۱۴۴g	۱۲۳/۳۰ab	۳/۹۰a
NK Aviator	۱۵۸/۰۰bc	۱۹۷/۳۳a	۳۹/۳۳ab	۲۴۹/۶۶bc	۵۲/۰۰d	۵۴۶۲c	۱۱۷/۴۳b	۴/۲۶a
RNX 6321	۱۵۹/۰۰a	۱۹۷/۶۶a	۳۸/۶۶abc	۲۵۰/۰۰abc	۵۲/۰۰d	۵۶۱۷ab	۱۱۴/۶۳b	۳/۷۶a
ES Betty	۱۵۶/۶۶d	۱۹۴/۳۳c	۳۷/۶۶c	۲۵۰/۶۶a	۵۶/۳۳a	۵۶۹۹a	۱۱۴/۶۳b	۵/۱۳a
Modena	۱۵۸/۳۳ab	۱۹۸/۰۰a	۳۹/۶۶a	۲۴۹/۶۶bc	۵۱/۶۶d	۴۷۰۷e	۱۱۸/۱۳b	۴/۲۶a
NK Karibic	۱۵۸/۰۰bc	۱۹۷/۰۰a	۳۹/۰۰ab	۲۵۰/۳۳ab	۵۳/۳۳c	۵۵۶۶b	۱۱۷/۳۳b	۳/۵۳a
Champlain	۱۵۶/۶۶d	۱۹۵/۳۳bc	۳۸/۶۶abc	۲۵۰/۰۰abc	۵۴/۶۶b	۵۲۹۲d	۱۱۶/۸۶b	۳/۴۰a
Licord	۱۵۸/۰۰bc	۱۹۷/۳۳a	۳۹/۳۳ab	۲۴۹/۳۳c	۵۲/۰۰d	۴۵۰۶f	۱۲۹/۶۳a	۵/۳۰a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند

ادامه جدول۲:

رقم	خورجین در بوته	دانه در خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	روغن دانه	عملکرد روغن	پروتئین دانه
Okapi	۱۰۶/۱۶f	۲۵/۵۱e	۳/۴۹c	۱۲۵۶۶de	۲۵/۰۱d	۳۷/۶۰bc	۱۱۸۲d	۲۱/۷۶b
NK Aviator	۱۳۳/۴۳d	۲۷/۲۱cd	۳/۷۲abc	۱۴۴۳۳ab	۳۷/۸۳b	۳۹/۴۶ab	۲۱۵۸b	۲۳/۹۰a
RNX 6321	۱۶۲/۸۰c	۲۶/۵۷d	۳/۸۲ab	۱۴۵۳۳a	۳۸/۶۴ab	۴۱/۲۰ab	۲۳۱۴b	۲۰/۸۰bc
ES Betty	۲۶۹/۰۶a	۲۸/۱۱ab	۳/۸۸a	۱۴۳۶۶ab	۳۹/۶۸a	۴۳/۹۰a	۲۵۴۱a	۲۱/۰۰bc
Modena	۲۲۵/۷۰b	۲۴/۲۱f	۳/۷۷ab	۱۲۳۶۶e	۳۸/۰۷b	۳۸/۵۰bc	۱۸۱۳c	۱۹/۱۰d
NK Karibic	۱۲۶/۸۶de	۲۱/۵۳g	۳/۸۱ab	۱۴۰۰۰b	۳۹/۷۵a	۴۱/۱۳ab	۲۲۸۹b	۱۹/۸۰cd
Champlain	۱۱۴/۴۳ef	۲۸/۶۱a	۳/۷۶ab	۱۳۳۰۰c	۳۹/۷۹a	۳۴/۴۶c	۱۸۱۸c	۲۱/۹۳b
Licord	۱۳۲/۱۶d	۲۰/۲۵p	۳/۶۱bc	۱۲۸۳۳d	۳۵/۱۰c	۳۶/۸۰bc	۱۶۶۲c	۲۴/۲۰a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تفاوت معنی‌داری از نظر ارتفاع بوته بین ارقام مختلف کلزا مشاهده نگردید. در حالی که خاتمیان اسکوئی (۱۳۸۹) و عابدیان (۱۳۸۹) بین ارقام کلزای مورد مطالعه از نظر ارتفاع بوته تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ مشاهده کردند. با این توصیف ارقام Licord و Okapi به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را داشتند (جدول۲). افزایش ارتفاع بوته می‌تواند از طریق سایه‌اندازی و کاهش نفوذ نور به داخل کانوپی و توسعه بیماری‌های قارچی کلزا منجر به کاهش عملکرد دانه شود. بنابر این صرف افزایش ارتفاع بوته لزوما منجر به افزایش عملکرد کلزا نمی‌شود (۳۷).

تعداد شاخه‌های فرعی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بر خلاف یافته‌های تحقیقاتی خاتمیان اسکوئی (۱۳۸۹) و عابدیان (۱۳۸۹)، ارقام مختلف کلزا از نظر تعداد شاخه‌های فرعی نیز تفاوت معنی‌دار نداشتند. بدین ترتیب، بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان دریافت که بالا بودن تعداد شاخه‌های فرعی همیشه منتج به افزایش عملکرد نمی‌شود که این امر می‌تواند ناشی از سایه‌اندازی کانوپی، عدم نفوذ نور به داخل کانوپی، توسعه بیماری‌ها و خوابیدگی بوته ناشی شود ولی به طور کلی در صورت مطلوب بودن میزان رشد رویشی، افزایش تعداد شاخه‌های فرعی تولید شده، بسته به شرایط محیطی می‌تواند از طریق افزایش تعداد خورجین در بوته نقش مهمی در افزایش عملکرد محصول کلزا ایفا نماید.

تعداد خورجین در بوته

این صفت در بین ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی‌دار داشت ($p \leq ۰/۰۱$) (جدول۱). در این مطالعه ارقام ES Betty و Okapi به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد خورجین در بوته را نشان دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که تعداد خورجین در بوته بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد دانه رقم ES Betty داشت و نقصان در تعداد خورجین در بوته بر حسب نوع رقم و شرایط محیطی می‌تواند موجب افت عملکرد دانه شود. تیلور و اسمیت (۱۹۹۲) نیز گزارش کرده‌اند که ارقام مختلف کلزا از حیث تعداد خورجین در بوته متفاوت بوده و آن را از شاخص‌های مهم افزایش عملکرد دانه در کلزا برشمرده‌اند.

تعداد دانه در خورجین

تعداد دانه در خورجین ارقام متفاوت بود ($p \leq ۰/۰۱$) (جدول۱). به طوری که رقم Champlain بیشترین و رقم NK Karibic کمترین تعداد دانه در خورجین را دارا بودند (جدول۲). نتیجه به‌دست آمده از این آزمایش با نتایج آزمایش خاتمیان اسکوئی (۱۳۸۹) و عابدیان (۱۳۸۹) مطابقت دارد. آیینه بند (۲۰۰۶)، انوری (۱۳۷۶) بیان داشتند که تعداد دانه در خورجین بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی می‌باشد. فاراتولا و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند تعداد دانه در خورجین ویژگی مهمی است که به طور مستقیم بر عملکرد تأثیر گذار می‌باشد. به طور کلی محققین گزارش کرده‌اند که تعداد دانه در خورجین در مقاسیه به تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه، سهم کمتری در ارتقاء محصول کلزا دارند (۳۸).

وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد اثر رقم روی وزن هزار دانه، معنی‌دار بود ($p \leq ۰/۰۱$). همچنین خاتمیان اسکوئی (۱۳۸۹) اثر رقم روی وزن هزار دانه به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵٪ معنی دار گزارش کرد. دگنهارت و هونداو (۱۹۸۱) که گزارش کردند ارقام مختلف کلزا، وزن هزار دانه متفاوتی دارند ولی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار نمی‌گیرد بلکه و ثبات وزن هزار دانه در ارقام زودرس بیشتر از ارقام دیررس می‌باشد. رقم ES Betty بیشترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص داد ولی تفاوت معنی-

داری با ارقام NK Aviator، RNX 6321، Modena، NK Karibic و Champlain نداشت. با این توصیف، کمبل و کوندرا (۱۹۷۸) صفت وزن هزار دانه را از فاکتورهای مهم ارتقاء عملکرد دانه در کلزا گزارش کرده‌اند.

عملکرد بیولوژیک

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ از نظر عملکرد بیولوژیک (زیست توده) بین ارقام مختلف کلزا مشاهده گردید که با نتایج عابدیان (۱۳۸۹) مطابقت داشت. نتایج مقاسیه میانگین داده‌ها نشان داد رقم RNX 6321 بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشت ولی تفاوت معنی داری با ارقام ES Betty وNK Aviator نشان نداد. کمترین عملکرد بیولوژیک به رقم Modena اختصاص داشت و تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد بیولوژیک بین ارقام Modena و Okapi مشاهده نشد. به نظر می‌رسد که برای دستیابی به عملکرد بالا حد مطلوبی از عملکرد بیولوژیک لازم است ولی بالا بودن تولید زیست توده نیز از طریق اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به رشد رویشی می‌تواند منجر به افت عملکرد اقتصادی گردد.

شاخص برداشت

در این تحقیق بر خلاف گزارش عابدیان (۱۳۸۹)، اثر رقم بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول۱). همچنین نتایج مقاسیه میانگین داده‌ها نشان داد که رقم Champlain بیشترین درصد شاخص برداشت را دارا بود ولی تفاوت معنی‌داری با ارقام NK Karibic، ES Betty و RNX 6321 نداشت. تمامی ارقام فوق در مقایسه با رقم شاهد Okapi از عملکرد بیشتری برخوردار بودند. بدین ترتیب انتظار می‌رود که در آینده بتوان از طریق افزایش شاخص برداشت ارقام کلزای زمستانه اقدام موثری در راستای افزایش عملکرد دانه انجام داد.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین ارقام از لحاظ عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p \leq ۰/۰۱$) (جدول ۱). در این تحقیق، رقم ES Betty بالاترین عملکرد دانه (۵۶۹۹ کیلوگرم در هکتار) را نشان داد و رقم شاهد Okapi کمترین عملکرد دانه (۳۱۴۴ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود. در این راستا مصطفوی-راد (۱۳۸۹)، دانشور و همکاران (۲۰۰۸)، نصری و همکاران (۲۰۰۸) و میلر و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کرده‌اند که ارقام مختلف کلزا از نظر قابلیت تولید دانه در واحد سطح دارای پتانسیل‌های متفاوتی هستند. چنین استباط می‌شود که دو عامل تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه از شاخص‌های مهم افزایش عملکرد دانه در کلزا می‌باشد که سبب برتری رقم ES Betty نسبت به ارقام دیگر گردید که به ترتیب با یافته‌های تحقیقاتی تیلور و اسمیت (۱۹۹۲) و کمبل و کوندرا (۱۹۷۸) مشابه بود.رقم Modena از نظر تعداد خورجین در بوته رتبه دوم را داشت اما عملکرد دانه آن نسبت به رقم ES Betty کاهش

چشمگیری نشان داد. با توجه به نتایج فوق، علت این امر می‌تواند واکنش متفاوت ارقام کلزا به شرایط محیطی پس از تشکیل خورجین‌ها باشد. همچنین تشکیل خورجین‌های دیر هنگام ضمن صرف بخش اعظمی از مواد پرورده ممکن است نه تنها عملکرد دانه را افزایش ندهد بلکه نتایج معکوس نیز به همراه داشته باشد. به همین دلیل خورجین‌های ساقه اصلی نقش بیشتری در تولید دانه کلزا دارند (۳۹). بدین ترتیب تولید تعداد مناسبی از خورجین‌ها که بتوانند چرخه رشد خود را به طور طبیعی کامل کنند، می‌تواند نقش بارزی در افزایش عملکرد دانه ایفا کنند. همچنین رقم Okapi کمترین شاخص برداشت و عملکرد روغن در واحد سطح را به خود اختصاص داد و عملکرد بیولوژیک آن نیز نسبت به رقم ES Betty کاهش نشان داد. نتایج نشان داد که افزایش عملکرد بیولوژیک و بالا بودن شاخص برداشت نیز می‌توانند از شاخص‌های موثر در ارتقاء عملکرد دانه کلزا بشمار آیند.

درصد وغن دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۱)، اثر رقم بر درصد روغن دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. در این راستا خاتمیان اسکوئی (۱۳۸۹) و عابدیان (۱۳۸۹) نیز نتایج مشابهی گزارش کرده است. در این تحقیق ارقام ES Betty، RNX 6321، NK Aviator و NK Karibic به ترتیب بیشترین درصد روغن دانه را دارا بودند (جدول ۲).

بالا بودن درصد روغن دانه در ارقام پرمحصول کلزا نشان داد که به موازات ارتقاء کمی عملکرد، می‌توان کیفت محصول را نیز افزایش داد. میزان روغن دانه صفتی ارثی با وراثت‌پذیری بالا می‌باشد تا حدودی نیز تحت تأثیر شرایط محیط قرار می‌گیرد. در میان عوامل محیطی که بر مقدار روغن اثر دارد، دما مهمترین عامل محسوب می‌شود که با افزایش آن درصد روغن کاهش می‌یابد (۸). مقدار روغن موجود در دانه کلزا بین ٤٥-٤٠٪ می‌باشد (۱۰).

عملکرد روغن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، ارقام مختلف کلزا از نظر عملکرد روغن تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ داشتند. عابدیان (۱۳۸۹) نیز نشان داد که ارقام مختلف کلزا از نظر عملکرد روغن، متفاوت بودند. در این تحقیق ارقام ES Betty و Okapi به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد روغن در واحد سطح را نشان دادند. نتایج نشان داد عملکرد روغن کلزا در واحد سطح بیشتر تابع عملکرد دانه می‌باشد و افزایش عملکرد دانه سبب ارتقاء عملکرد روغن می‌شود.

درصد پروتئین دانه

در این پژوهش اثر رقم بر پروتئین دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود که با نتایج خاتمیان اسکوئی (۱۳۸۹) مشابه بود. بیشترین پروتئین دانه به ترتیب در ارقام Licord و NK Aviator مشاهده گردید و ارقام Modena و NK Karibic کمترین محتوی پروتئین دانه را نشان دادند. بنابر این ارقام کلزا از حیث

صفات کمی و کیفی متفاوت می‌باشند.

محققین گزارش کرده‌اند که میزان پروتئین دانه در ارقام مختلف کلزا حدود ۲٤-۱۸٪ می‌باشد (٦). از طرفی میزان روغن و پروتئین دانه تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی می‌باشد، به طوری که روزهای خنک و گرم بهاری به ترتیب باعث کاهش و افزایش پروتئین دانه می‌شود (۱۹).

ضرایب همبستگی

مطالعه ضرایب همبستگی (جدول ۲) نشان داد عملکرد دانه با ارتفاع بوته همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. در آزمایش مشابهی، رایمر (۲۰۰۲) دریافت افزایش ارتفاع بوته لزوما منجر به افزایش عملکرد کلزا نمی‌شود.

همچنین هبستگی عملکرد دانه با صفاتی نظیر تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، مثبت و معنی‌دار بود. عملکرد دانه کلزا تابعی از سه جزء تعداد خورجین در واحد سطح، تعداد دانه در هرخورجین و وزن هزاردانه می‌باشد (۲۲) و تعداد خورجین در واحد سطح (۳۸) و وزن هزار دانه (۱۳) مهم‌ترین عوامل تفاوت عملکرد دانه در ارقام مختلف کلزا گزارش شده است. در این مطالعه همبستگی بین عملکرد روغن در واحد سطح با عملکرد دانه و درصد روغن دانه مثبت و معنی‌دار وجود داشت ولی بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان داد.

دیگر محققین نیز نشان داده‌اند که عملکرد روغن رابطه مستقیم با عملکرد دانه داشت (۱۲). به علاوه همبستگی بین روغن و پروتئین دانه منفی و غیرمعنی‌دار بود که نشانگر رابطه منفی بین درصد روغن و پروتئین دانه می‌باشد (۱۱). چون کربوهیدرات لازم برای سنتز روغن در مقایسه با سنتز پروتئین بیشتر می باشد (۲۸). با این وجود، بالا بودن درصد روغن و پروتئین دانه در رقم NK Aviator با عملکرد دانه ٥٤٦۲ کیلوگرم در هکتار نشان داد که در برخی ارقام کلزا می‌توان عملکرد کمی و کیفی را به موازات هم بهبود و ارتقاء بخشید.

جدول ۳: ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در ارقام مختلف کلزا

	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦
۱	۱															
۲	-۰/٤۱*	۱														
۳	-۰/۰٦ns	۰/۲۹ns	۱													
٤	۰/٤٥*	۰/۲۷ns	۰/۳۰٦ns	۱												
٥	۰/۰۸ns	۰/٦٥**	۱													
٦	۰/۷۲**	-۰/۳ns	۰/۰۰۱ns	۰/٤۹*	۱	۱										
۷	۰/۷۸**	-۰/۳۲ns	-۰/۰۱٦ns	۰/۱٦ns	۰/٤۹*	۰/٥۰*	۱									
۸	۰/۹۳**	-۰/۳۸ns	۰/۰۰۷ns	۰/٤ns	۰/٤۲*	۰/۷**	۰/٥*	۱								
۹	۰/۳٦ns	-۰/۱٥ns	۰/۱۹۱ns	۰/٤۹*	۰/۲۱۰ns	۰/۳۸ns	۰/٤۹*	۰/۲۲ns	۱							
۱۰	۰/۹۱**	-۰/۳۹ns	۰/۰٦۰ns	۰/٥۱*	۰/۳٤ns	۰/۷۱**	۰/۸۱**	۰/۷۹**	۰/۷۱**	۱						
۱۱	-۰/۰۸ns	۰/٤۲*	۰/۲۱ns	-۰/٤۱*	۰/۳۳ns	-۰/۲٤ns	۰/۱٥ns	-۰/۲ns	-۰/۳۰ns	-۰/۱۸۰ns	۱					
۱۲	۰/۰۷ns	۰/۰٤ns	۰/۱۳ns	-۰/۰۸ns	۰/٤۲*	۰/۰٥ns	۰/۰۷ns	۰/۰٦۰ns	۰/۱۳ns	۰/۰۹ns	-۰/۰۹ns	۱				
۱۳	۰/۱۲ns	۰/۱۸ns	-۰/۰۷ns	-۰/۱٦ns	-۰/٤ns	۰/۰۹ns	۰/۰٥ns	۰/۱٥ns	-۰/۰۳ns	۰/۰٥۸ns	-۰/۰۸ns	۰/۷۱٤**	۱			
۱٤	۰/۱۱ns	۰/۲۳ns	-۰/۲۰ns	-۰/۱٦ns	-۰/۳ns	۰/۰۹ns	۰/۰۰۸ns	۰/۱٦ns	-۰/۱٥ns	۰/۰۰٥ns	۰/۱۹ns	۰/۱۹ns	۰/۸۲**	۱		
۱٥	-۱/۲۲ns	-۰/۳۷ns	۰/۰٦ns	۰/۰٦٥ns	-۰/۳۷ns	-۰/۲۲ns	-۰/۱۱ns	-۰/۲٥ns	۰/۱۸ns	-۰/۰۸ns	-۰/۲۹ns	-۰/۰۹ns	-۰/٥۹**	-۰/۷٥**	۱	
۱٦	-۰/۱۹ns	-۰/۲۷ns	۰/۱۰ns	۰/۱٤ns	-۰/۲۸ns	-۰/۱۷ns	-۰/۱۱ns	-۰/۲۱ns	۰/۰۹ns	-۰/۰۸۸ns	-۰/۱۹ns	-۰/٥٥**	-۰/۹۳**	-۰/۸۷**	۰/۸۲**	۱

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ٥٪ و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

عملکرد دانه (۱)، ارتفاع بوته (۲) ، تعداد شاخه‌های فرعی (۳)، تعداد خورجین در بوت (٤)، تعداد دانه در خورجین (٥)، وزن هزار دانه(٦)، عملکرد بیولوژیک (۷)، شاخص برداشت (۸)، روغن دانه (۹)، عملکرد روغن (۱۰)، پروتئین دانه (۱۱)، تعداد روز تا شروع گلدهی (۱۲)، تعداد روز تا خاتمه گلدهی (۱۳)، طول دوره گلدهی (۱٤)، تعداد روز تا رسیدگی (۱٥)، طول دوره رسیدگی (۱٦)

سپاسگزاری

از مسئولین محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی و همکاران محترم بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (دانه‌های روغنی) و واحد تحقیقات ثبت و گواهی بذر و تمامی دوستان، آشنایان و کسانی که ما را به نحوی در انجام این پژوهش یاری رساندند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

۱- آلیاری، ه. و شکاری، ف، ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی. انتشارات عمیدی تبریز. ۱۸۲ ص.

۲- آیینه‌بند، ا. ۱۳۷۱. بررسی اثر تاریخ کاشت، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزای پاییزه. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه تربیت مدرس، ۱۲٦ ص.

۳- انوری، م. ت. ۱۳۷٦. بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۱۲ ص..

٤- پورعیسی، م.، نبی‌پور، م. و مامقانی، ر. ۱۳۸٥. مطالعه همبستگی صفات و آنالیز علیت عملکرد دانه در ارقام کلزا. چکیده مقالات نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، پردیس ابوریحان، صفحه ۲٤٥.

۵- خاتمیان‌اسکوئی، ف. ۱۳۸۹. مقایسه ١٦ رقم کلزا از نظر کمی و کیفی در منطقه اراک. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۹۰ ص.

٦- خواجه‌پور، م. ۱۳۷۰. تولید نباتات صنعتی. چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۵۷۸ ص.

۷- عابدیان، ح. ر. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر منابع مختلف نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن ۵ رقم کلزای زمستانه در منطقه اراک. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی بروجرد، ۱۳۸ ص.

۸- عزیزی، م.، سلطانی، ا. و خاوری خراسانی، س. ۱۳۸۵. کلزا، فیزیولوژی، زراعت، به‌نژادی و تکنولوژی زیستی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ سوم، ۲۳۲ ص.

۹- مصطفوی‌راد، م. ۱۳۸۹. ارزیابی اثرات مدیریت تغذیه تلفیقی بر صفات کمی و کیفی برخی ارقام کلزای زمستانه سازگار به مناطق سردسیر در اراک. رساله دوره دکتری رشته زراعت، دانشگاه تربیت مدرس تهران، ١٦٥ ص.

۱۰- ناصری، ف. ۱۳۷۰. دانه‌های روغنی (تألیف وایس). چاپ اول، انتشارات قدس رضوی، ۸۲۲ ص.

11- Barker, W. B. and Sowyer, J. E. 2005. Nitrogen application to soybean at early reproductive development. Agronomy Journal. 97: 615-619.

12- Basalma, D. 2008. The correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Research Journal of Agricultural and Biological Science. 4: 120-125.

13- Campbell, D. C. and Kondara, Z. P. 1978. Relationship among growth patterns, yield components and yield of rapeseed. Canadian Journal of Plant Science. 58: 87-93.

14- Cheema, M. A., Malik, M. A., Hussain, A., Shah, S. H. and Basra, S. M. A. 2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on growth and seed and oil yields of canola (*Brassica napus* L.). Journal of Agronomy and Crop Science. 186: 103–110.

15- Cox, M. C., Qualset, C. P. and Rains, D.W. 1989. Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. I. Dry matter and nitrogen accumulation. Crop Science. 25: 430-435.

16- Daneshvar, M., Tahmasebi Sarvestani, Z. and Modarres Sanavy, S. A. M. 2008. Different irrigation and nitrogen fertilizer treatments on some agro-physiological traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Biological Science. 11: 1530-1540.

17- Degenhart, D. F. and Hondva, Z. P. 1981. the influence of seeding date and seedig rate on seed yield and growth characteris of five genotype of B.napus. J. plant Scie. , 61: 158 – 190.

18- Faratulla, H., Sardar, A. and Farman, U, 2004. Comparative yield potential and quality characteristics of advanced lnes of rapseed. In. J. of Agric & Bio, 6: 203 – 205.

19- Fayyaz, H., Manaf, A., Qadir, G. and Basra, S. H. 2007. Effects of sulphur on seed yield, oil, protein and glucosinolates of canola cultivars. Int. J. Agric. & Bio, 3:504–508.

20- Grant, C. A., Clayton, G. W. and Johnston, A. M. 2003. Sulphur fertilizer and tillage effects on canola seed quality in the Black soil zone of western Canada. Canadian Journal of Plant Science. 83: 745–758.

21- Gunase Kera, C. P., Martin, L. D., Siddique, K. H. M. and Walton, G. H. 2006. Genotype by environment interactions of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and canola (*Brassica napus* L.) in Mediterranean type environments. I. Crop growth and seed yield. European Journal of Agronomy. 25: 1-12.

22- Habekotte, B. 1993. Quantitative analysis of pod formation. Field Crop Research, 38: 21-33.

Kimber, D. S., Mc Gregor, D. L., 1995. *Brassica* oilseeds production and utilization. CAB International.

23- Hodgson, A. S, 1978. Rapeseed adaptation in nothern NSW. I. phenological responses to vernalization temprature and photoperiod by annual and bienial cultivars of B.napus and B.compestris. Aust. J. Agric. Res, 29: 693-710.

24- Evanze, E. G. 1984. Pre-antesis growth and its influence on seed yield in winter oil seed rape. Aspect of Applies Biology, 6: 81-90.

25- Jan, A., Khan, N., Khan, I. A. and Khattak, B. 2002. Chemical composition of canola as affected by nitrogen and sulphure. Asian Journal of Plant Science. 1: 519-521.

26- Jiang, J., Frieb, B. and Gill, B. 1994. Recent advances in alien gene transfer in wheat. Euphytica. 73: 199-212.

27- Kimber, D. S. and McGregor, D. I. 1995. The species and their origin, cultivation and world production. In: Kimber, D. S. and McGregor, D. I. (Eds.). Brassica Oilseeds; Production and Utilization. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, Pp. 1–7.

28- Lambers, H. and Poorter, H. 1992. Inherent variation in growth rate between higer plants: a search for physiological causes and ecological consequences. Advanced Ecological Research. 23: 187-261.
29- Ludwiga, B., Schmilewskib, G. and Terhoeven–Urselmansa, T. 2006. Use of near infrared spectroscopy to predict chemical parametets phytotoxity of peats and growing media. Science of Horticulture. 109: 86-91.
30- Marjanovic–Jeromela, A., Marinkovic, R., Mijic, A., Zdunic, Z., Ivanovska, S. and Jankulovska, M. 2008. Correlation and Path Analysis of Quantitative Traits in Winter Rapeseed (*Brassica napus* L.). Agriculturae Conspectus Scientificus. 73 (1): 13-18.
31- Mendham, N. J., Shipway, P. A. and Bazza, G. C. 1981. The effects of seed size, autumn nitrogen and plant population density on the response to delayed sowing in winter oilseed rape. (*Brassica rapus* L.). Journal of Agricultural Science, Cambridge. pp.403 – 414.
32- Miller, R. L., Sistani, N. A. and Cebert, E. 2008. Comparative mineral composition among canola cultivars and other cruciferous leafy greens, Journal of Food Composition and Analysis. doi:10.1016/j.jfca.2008.11.002.
33- Nasri, M., Khalatbari, M., Zahedi, H., Paknejad, F. and Tohidi-Moghadam, H. R. 2008. Evaluation of Micro and Macro Elements in Drought Stress Condition in Cultivars of Rapeseed (*Brassica napus* L.). American Journal of Agricultural and Biological Sciences. 3 (3): 579-583.
34- Norton, G., Bilsborrow, P. E. 1991. Comparative physiology of divergent type of winter rape seed. Int. Canola Conf, Saskatchewan, Canada .
35- Rathke, G. W., Christen, O. and Diepenbrock, W. 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. Field Crops Research. 94: 103-113.
36- Rao, M. S. S. and Mendham, N. J. 1991. Comparison of canola (*B. campestris* and *B. napus*) oilseed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. J. Agric. Sci. Camb, 177: 177-187.
37- Raymer, P. L. 2002. Canola: an emerging oilseed crop. Pp. 122-126. In: Trends in new crops and new uses. Ganick, J. and Whipkey, A. (eds.). ASHS Press. Alexandria, VA.
38- Taylor, A. J. and Smith, C. J. 1992. Comprative physiology of divergent type of winter rapeseed. In: Proceedings of International Canola Conference of Sasckatoon, Canada.
39- Tayo, T. O. and Morgan, D. G. 1975. A quantitative analysis of the growth development and the distribution of yield on oil-seed rape (*Brassica napus* L.). J. of Agric Sci. Camb, 85: 103-110.
40- Tiwari, P. N., Gambhir, P. N. and Rajan, T. S. 1974. Rapid and non-destructive determination of seed oil by pulsed NMR technique, Journal of American Oil Chemistry Society. 51:104–109.
41- Walton, G. H. 2004. Determinates of oil concentration and seed yield in canola and Indian mustard in the lower rainfall areas of western Australia. Australian Journal of Agricultural Research. 55: 367-377.
42- Wu, M. and Zeng, X. 2003. Studies on preparation and its functional properties of rapeseed protein concentrate. 11th International Rapeseed Congress, Agricultural University Copenhagen. Denmark.