"مجله علوم زراعی ایران"
جلد دوازدهم، شماره ۴ زمستان ۱۳۸۹

اثر تاریخ کاشت و محدودیت منبع و مخزن بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد سه رقم کلزا (*Brassica napus* L.)

Effect of planting date and source - sink limitation on grain yield and yield components in three rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars

ساعده مظفری[۱]، همت اله پیردشتی[۲]، محمد علی اسماعیلی[۳]، ولی اله رامئه[۴]، ایوب حیدرزاده[۵]، رویا مصطفویان[۵]

چکیده

مظفری، س.، ه. پیردشتی.، م. ع. اسماعیلی، و. رامئه، ا. حیدرزاده و ر. مصطفویان ۱۳۸۹. اثر تاریخ کاشت و محدودیت منبع و مخزن بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد سه رقم کلزا (*Brassica napus* L.). **مجله علوم زراعی ایران. ۱۲ (۴) ۴۹۸-۴۸۲.**

به منظور بررسی تغییرات منبع و مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام رایج کلزا در استان مازندران در تاریخ‌های مختلف کاشت آزمایشی در دو سال زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ به صورت کرت های خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات زراعی بابکلا انجام شد. تاریخ کاشت به عنوان عامل اصلی در دو سطح (۳۰ مهر و ۱۰ آبان) و رقم و اعمال محدودیت مبداء و مقصد به ترتیب در سه سطح (هایولا ۴۰۱،آرجی‌اس ۰۰۳ و ساریگل) و پنج سطح (قطع یک سوم برگ‌های گیاه از قسمت‌های پایین، وسط و بالای بوته، قطع یک سوم گل‌ها؛ در زمان شروع گلدهی و تیمار شاهد) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارقام کلزا در کلیه صفات مورد بررسی به‌استثنای تعداد دانه در خورجین (که در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد) تفاوت کاملاً معنی‌داری ($P<0.01$) داشتند، در حالی که اثر تاریخ کاشت تنها بر ارتفاع بوته، عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته و طول خورجین معنی‌دار بود. بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها در تمامی صفات مورد بررسی، تاریخ کاشت اول بهتر از تاریخ کاشت دوم بود. ارزیابی اثر متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه متعلق به رقم هایولا و آرجی‌اس۰۰۳در سال دوم (به‌ترتیب با ۲۹۱۱ و ۲۸۰۸ کیلوگرم در هکتار) و رقم هایولا در تاریخ کاشت اول (۲۹۸۸ کیلوگرم در هکتار) بود و کمترین عملکرد دانه مربوط به رقم آرجی‌اس۰۰۳ در سال اول (۹۷۴ کیلوگرم در هکتار) و در تاریخ کاشت آبان (۱۵۵۶ کیلوگرم در هکتار) بود. تمامی اثرات ساده و متقابل برای صفت تعداد خورجین در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. نتایج سال دوم در خصوص تمامی صفات باستثنای تعداد خورجین در بوته (۲۴۸/۰۸ عدد در سال اول) و وزن هزار دانه (۴/۰۸ گرم در سال اول) نسبت به سال اول عملکرد بیشتری داشت. به نظر می‌رسد که در رقم‌های مورد ارزیابی کلزا محدودیت منبع محدود کنندهٔ عملکرد نیست، زیرا قطع یک سوم برگ‌های پایین عملکرد بالاتری نسبت به شاهد داشت.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت ، مبداء، محدودیت، منبع، مخزن، عملکرد دانه و کلزا.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۴/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۳/۸

۱ و ۵- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- عضو هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: pirdasht@yahoo.com)
۳- عضو هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۴- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

مقدمه

روغن‌های خوراکی و کنجاله‌های مغذی پروتئینی که حاصل فرایند روغن کشی از دانه های گیاهان روغنی هستند، بخشی از غذای روزانه انسان و دام را تشکیل می دهند. علاوه بر این دانه‌های روغنی مصارف صنعتی، دارویی نیز دارند (Adamsen and Cofflet, 2005). با در نظر گرفتن جمعیت ۷۰ میلیونی کشور سالانه بیش از یک میلیون و ۱۰۰ هزار تن روغن نباتی مورد نیاز می باشد، در حالی که کمتر از ۱۴ درصد این مقدار در کشور تولید می‌شود و بیش از ۸۶ درصد از روغن مورد نیاز از طریق واردات تأمین می‌شود. کلزا (*Brassica napus* L.) به عنوان یکی از گیاهان روغنی در سطح جهان مطرح است که افزایش سطح زیر کشت و تولید آن در بیست سال اخیر قابل مقایسه با سایر نباتات روغنی نمی باشد. طبق آمار سازمان خوار و بار جهانی (FAO) در سال ۲۰۰۶- ۲۰۰۵ دانه کلزا بعد از سویا مقام دوم را از نظر میزان تولید در سطح جهان دارا بوده است (FAO, 2007). این گیاه مهم‌ترین گونه زراعی جنس *Brassica* بوده و با توجه به شرایط دمای هوا، کشت پاییزه این گیاه در اغلب نقاط کشور به راحتی امکان پذیر است.

ژنوتیپ گیاه عوامل زراعی و محیطی از جمله عواملی هستند که به طور مستقیم و غیر مستقیم عملکرد دانه و روغن کلزا را تحت تأثیر قرار می‌دهند. انتخاب تاریخ کاشت مناسب با توجه به ویژگی‌های آب و هوایی هر منطقه یکی از شرط‌های مهم برای رسیدن به حداکثر عملکرد دانه کلزا محسوب می‌گرد. تأخیر در کاشت کلزا باعث مواجه شدن دورهٔ رسیدگی گیاه با دمای بالای محیط شده و این موضوع باعث افزایش میزان تنفس خورجین‌ها می‌شود که نتیجهٔ آن کاهش ذخیرهٔ مواد فتوسنتزی و کوچک شدن اندازه دانه ها و نهایتاً کاهش عملکرد گیاه می‌باشد (Whitfield, 1992). تاریخ کاشت اثر بسیار مهمی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد کلزا دارد و هر چه تاریخ کاشت مطلوب گیاه به تأخیر بیافتد، عملکرد دانه و روغن (Thomas, 1990) و ارتفاع بوته کاهش خواهد یافت. گرمای زیاد (بالاتر از۲۷ درجه سانتی گراد) باعث عدم گلدهی کلزا خواهد شد (Morrison and Stewart 2002)، در اکثر موارد تأخیر در کاشت در کشت پاییزه یا بهاره موجب کاهش عملکرد می‌شود. تسریع نمو، توأم با کاهش رشد گیاه بعد از گلدهی به ویژه در ژنوتیپ های دیررس، عامل اصلی کاهش عملکرد است. عکس العمل ارقام مختلف کلزا به تاریخ کاشت نیز متفاوت است. تایلور و اسمیت (Taylor and Smith, 1992) گزارش کردند که اثر متقابل رقم و تاریخ کاشت برای درصد روغن و وزن هزار دانه معنی‌دار، اما برای عملکرد دانه معنی‌دار نبود.

برگ‌های بالغ گیاه منبع و اندام‌های در حال نمو مخزن نامیده می‌شوند، حرکت مواد فتوسنتزی از منبع به محل مصرف مبتنی بر ظرفیت تولید مواد فتوسنتزی (منبع) از یک طرف و ظرفیت مصرف مواد فتوسنتزی از طرف دیگر است، در صورت عدم تعادل بین این دو، عملکرد کاهش می یابد (Emam and Niknejad, 1994). موازنه صحیح بین منبع و مخزن فیزیولوژیک عامل مهم دستیابی به عملکرد مطلوب است . در زمینه تأثیر برگزدایی بر عملکرد دانه و سایر صفات پژوهش‌های متعددی در گیاهان زراعی نظیر گندم (Joudi *et al*., 2006; Zhu *et al*., 2004) و آفتابگردان (Abbaspour, 2005) انجام گرفته است. در این راستا تعدادی از محققان گزارش کردند که اثر برگزدایی بر عملکرد دانه بسته به زمان، شدت و نحوه اعمال تیمارها متفاوت است (Zhu *et al*., 2004) این اثر ممکن است از طریق تغییر در الگوی تبادلات گازی (Zhu *et al*., 2004)، تخصیص مواد فتوسنتزی (Cruz-Aguado *et al*.,1999) و یا تغییر در الگوی نمو دانه و در نتیجه تغییر وزن دانه (Joudi *et al*., 2006) بروز کند.

با توجه به مطالعات اندکی که در این خصوص در

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

گیاه کلزا انجام گرفته (Clark, 1987)، هدف از انجام این آزمایش ارزیابی اثر اعمال محدودیت‌های مختلف در منبع و مخزن و اثرات متقابل آن با تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام رایج کلزا در منطقه بابعکلا در استان مازندران بود.

مواد و روش ها

این آزمایش به منظور بررسی تغییرات منبع و مخزن فیزیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام رایج کلزا در استان مازندران در تاریخ‌های مختلف کاشت در دو سال متوالی (۱۳۸۵ و ۱۳۸۶) به صورت کرت‌های خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات زراعی بابعکلا انجام شد. تاریخ کاشت به عنوان عامل اصلی در دو سطح ۳۰ مهر (با میانگین دمای هوای ۲۲ و ۲۰ درجه سانتیگراد، بترتیب برای سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶) و ۱۰ آبان (با میانگین دمای هوای ۱۹ و ۱۶ درجه سانتیگراد، بترتیب برای سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶)، رقم در سه سطح (هایولا ۴۰۱، آرجی‌اس ۰۰۳ و ساریگل یا PF) و اعمال محدودیت منبع و مخزن در پنج سطح (قطع یک سوم برگ‌های گیاه از قسمت های پایین، وسط و بالای گیاه، قطع یک سوم گل‌ها و تیمار شاهد) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. این آزمایش از کرت‌های آزمایشی به طول ۵ متر با ۶ خط کاشت به فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر اجرا گردید.

مقدار کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک شامل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۵۰ کیلوگرم در هنگام کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم سرک در ۲ مرحله قبل از شروع ساقه رفتن و قبل از شروع گلدهی) از منبع اوره، ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاس به ترتیب از منبع سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم بود. کلیه عملیات داشت مطابق دستورالعمل فنی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران انجام شد. رطوبت مورد نیاز در طی رشد فعال گیاه برای هر دو سال توسط بارندگی تأمین شد و در نتیجه آبیاری انجام نگرفت. در اوایل رشد جهت مبارزه علیه حلزون و مورچه از سم سوین استفاده شد. در هر دو سال قطع یک سوم برگهای پایین، برگ‌های وسط، برگ‌های بالا و قطع یک سوم گل‌ها در هنگام شروع گلدهی انجام گردید. خصوصیات آب و هوایی منطقه نظیر میزان بارندگی، متوسط، حداکثر و حداقل دما، تبخیر ماهانه، رطوبت نسبی و تعداد ساعات آفتابی برای هر دو سال آزمایش در جدول یک ارائه شده است. کلیهٔ نمونه برداری ها با رعایت اثر حاشیه از متن کرت ها صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها برای دو سال به صورت تجزیه مرکب با استفاده از نرم‌افزارSAS (SAS Institute, 1997) و مقایسه میانگین اثرات ساده با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد. برای مقایسهٔ میانگین اثرات متقابل نیز از نرم افزار MSTATC استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، ارتفاع بوته در سطوح مورد آزمایش تاریخ کاشت و رقم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۲). بوته‌هایی که در ۳۰ مهر و زود هنگام کاشته شده بودند، ارتفاع بیشتری نسبت به تاریخ کاشت دیر هنگام یعنی آبان داشتند. علت این موضوع را می‌توان تولید گیاهچه‌های قوی و استقرار بهتر جهت زمستان‌گذرانی در کاشت ۳۰ مهر دانست. در بین ارقام مورد بررسی نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد، به طوری که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به رقم ساریگل و کمترین مقدار آن مربوط به رقم آرجی‌اس ۰۰۳ بود (جدول ۳). در محدودیت های اعمال شده، تنها تیمار قطع یک سوم برگ‌های بالا با شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داد، ولی تیمار قطع یک سوم برگ‌های پایین و میانی از نظر

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. اثر متقابل رقم × تاریخ کاشت و سال × رقم برای این صفت معنی‌دار بود. برای اثر متقابل سال × رقم ارتفاع بوتهٔ کلیه ارقام در سال اول نسبت به سال دوم برتری معنی‌داری داشت. همچنین بیشترین ارتفاع بوته متعلق به رقم ساریگل در سال اول و کمترین مقدار آن متعلق به رقم آرجی‌اس ۰۰۳ در سال دوم بود. علت معنی‌دار بودن تفاوت ارتفاع بوته رقم ساریگل پابلند بودن این رقم است (جدول ۳). در مورد اثر برهمکنش رقم × تاریخ کاشت تفاوت معنی‌داری بین ارقام در تاریخ کاشت ۳۰ مهر و ۱۰ آبان مشاهده شد. به‌طوری که ارقام هایولا و آرجی‌اس ۰۰۳ در تاریخ کاشت اول ارتفاع به مراتب بیشتری از تاریخ کاشت دوم داشتند. بر اساس جدول ۳ تاریخ کاشت بر ارتفاع بوتهٔ رقم ساریگل اثری نداشت. همچنین بیشترین ارتفاع بوته مربوط به رقم هایولا در تاریخ کاشت اول و رقم ساریگل در هر دو تاریخ کاشت بود و کمترین ارتفاع بوته نیز متعلق به رقم آرجی‌اس ۰۰۳ در تاریخ کاشت دوم بود. در مورد اثر سال × تاریخ کاشت، بین دو تاریخ کاشت در سال اول تفاوت معنی داری مشاهده نشد ولی در سال دوم این تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۵).

تعداد شاخهٔ فرعی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده ها، تعداد شاخه‌های فرعی از میان تیمار ها و اثرات متقابل آن‌ها تنها در تیمار رقم و اثر متقابل سال × رقم به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی دار بود (جدول ۲). از میان رقم‌های مورد ارزیابی کمترین تعداد شاخهٔ فرعی متعلق به رقم ساریگل بود و بین ارقام هایولا و آرجی اس ۰۰۳ از نظر تعداد شاخه های فرعی تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۳). تعداد شاخه های فرعی در هر دو تاریخ کاشت تفاوتی نداشتند، با این وجود در تاریخ کاشت ۳۰ مهر تعداد شاخه‌های فرعی بیشتری نسبت به تاریخ کاشت ۱۰ آبان مشاهده شد (جدول ۳). بر اساس گزارش امام و نیک نژاد (Emam and Niknejad, 1994) اولین جزء عملکرد که با عوامل ژنتیکی و محیطی کنترل می شود، تعداد شاخه های بارور در هر گیاه است. بیشترین تعداد شاخهٔ فرعی برای اثر متقابل سال × رقم مربوط به رقم هایولا در سال دوم بود و کمترین تعداد شاخهٔ فرعی در رقم آرجی اس در هر دو سال آزمایش بدست آمد (جدول ۴).

طول خورجین

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهنده تفاوت معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) طول خورجین در بین سال، رقم، تاریخ کاشت و محدودیت‌های اعمال شده بود (جدول ۲). با توجه به اینکه طول خورجین در اثر متقابل رقم × محدودیت، رقم × سال، سال× محدودیت، سال × تاریخ کاشت و تاریخ کاشت× محدودیت در سطح احتمال یک درصد نیز معنی‌دار بود، به‌نظر می‌رسد که طول خورجین بیشتر تحت تأثیر رقم بوده باشد (جدول ۳).

بطور کلی اعمال محدودیت‌ها در سال دوم باعث افزایش طول خورجین ها در مقایسه با شاهد شد (جدول ۳). در مورد اثر متقابل رقم × اعمال محدودیت تنها برای رقم هایولا بین تیمارهای اعمال شده و تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). با این وجود کمترین طول خورجین در این رقم مربوط به قطع یک سوم برگ‌های پایین بوته بود. در مجموع بیشترین طول خورجین متعلق به قطع یک سوم برگ‌های بالا در رقم آرجی‌اس ۰۰۳ بود و کمترین آن متعلق به قطع یک سوم گل‌ها در رقم ساریگل بود. در رقم هایولا به علت رشد سریع و تولید حداکثر خورجین در قسمت پایین بوته‌ها احتمالاً قطع برگ‌های پایین باعث بوجود آمدن محدودیت در منبع شده و در نتیجه طول خورجین ها کاهش یافته است (جدول ۵).

مندهام و همکاران (Mendham *et al.*, 1990) دریافتند که در ارقام استرالیایی کلزا افزایش تعداد دانه در هر خورجین یک عامل کلیدی در افزایش عملکرد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی ایستگاه تحقیقات زراعی بایعکلا در طی فصل رشد کلزا در دو سال زراعی(۱۳۸۵-۱۳۸۴ و ۱۳۸۶-۱۳۸۵)

Table 1. Meteorological data at Agriculture Research Station of Baiecola during the growth season of canola in two cropping seasons (2005-2006 and 2006-2007)

Month	ماه	بارندگی (میلی متر) Precipitation (mm)		میانگین دما Mean temperature (C°)		میانگین دمای حداکثر Mean of maximum temperature (C°)		متوسط دمای حداقل Mean of minimum temperature (C°)		تبخیر(میلی متر) Evaporation (mm)		رطوبت نسبی (درصد) Relative humidity (%)		تعداد ساعات آفتابی Number of sunny hours	
		2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007	2005-2006	2006-2007
October- November	آبان	118.5	91	14.8	17.4	19.4	22.6	10.3	12.2	45.6	63.1	78	71.4	158.8	164.8
November- December	آذر	24.1	90.3	12.3	8.6	17.2	12.9	7.5	4.8	32.2	35.1	80	74.7	142.3	134.1
December- January	دی	69.2	118.6	7.0	8.5	11.4	12.3	2.7	1.8	25.0	25.4	76	73.4	150.1	182.0
January- February	بهمن	57.6	67.9	7.5	9.4	11.5	14.7	3.5	4.7	31.7	35.7	80	74.9	36.3	160.7
February- March	اسفند	10.8	108.7	11.7	8.6	17.4	13.9	6.7	4.6	78.1	51.4	70	69.8	177.4	155.5
March- April	فروردین	11.4	52.6	14.8	12.7	19.2	16.2	10.5	9.2	80.5	55.5	79	81.6	165.5	106.7
April- May	اردیبهشت	11.3	16.6	18.26	17.7	21.63	21.8	14.8	13.6	89.5	93.7	82.31	77.0	102.8	180.0
May- June	خرداد	0.3	13.5	25.08	25.6	30.51	31.0	19.6	20.1	196	167	68.35	65.2	282.6	275.8

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب (دو ساله) برای صفات گیاهی سه رقم کلزا درتیمارهای تاریخ کاشت و محدودیت منبع و مخزن در دو سال زراعی (۱۳۸۵-۱۳۸۴ و ۱۳۸۶-۱۳۸۵)

Table 2. Combined analysis of variance for plant characteristics of three rapeseed cultivars in sowing dates and source-sink limitations treatments (2005-2006 and 2006-2007)

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه فرعی No. of branches	طول خورجین Silique length	تعداد دانه خورجین Grain No. silique^{-1}	تعداد خورجین ساقه اصلی Silique No. main stem^{-1}	تعداد خورجین بوته Silique No. plant^{-1}	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield
Year (Y)	سال	1	3259.7^{ns}	0.0^{ns}	6.1**	3.6^{ns}	50619.2**	1054710.9**	13.3**	65120423.0 **
Rep×Year	تکرار (خطای ۱)× سال	4	1296.7	1.5	0.1	7.7	1040.5	9090.8	0.0	1492744.9
Sowing date (S)	تاریخ کاشت	1	2102.6*	2.8^{ns}	7.0**	13.4^{ns}	502.5^{ns}	232296.9**	0.2^{ns}	14826965.1**
Y×S	تاریخ کاشت × سال	1	2075.3*	4.4^{ns}	4.0**	0.3^{ns}	527.1^{ns}	105223.7**	0.0^{ns}	7807857.2**
Error 2	خطای ۲	4	243.1	1.1	0.0	5.1	261.2	4753.6	0.05	311394.1
Variety (V)	رقم	2	2866.3**	14.6**	3.0**	30.4*	2251.9**	47382.9**	2.0**	3617597.1**
Limitation (L)	محدودیت	4	338.0^{ns}	0.4^{ns}	1.2**	8.5^{ns}	1197.4**	33476.4**	0.0^{ns}	2574354.8**
V×L	رقم × محدودیت	8	166.2^{ns}	0.7^{ns}	0.7**	7.2^{ns}	252.1^{ns}	15524.1**	0.0^{ns}	589168.6 ^{ns}
S×L	تاریخ کاشت × محدودیت	4	167.2^{ns}	0.5^{ns}	0.6^{ns}	16.2^{ns}	375.9^{ns}	32043.3**	0.1*	478987.8 ^{ns}
V×S	رقم × تاریخ کاشت	2	1952.8**	0.5^{ns}	0.6*	0.5^{ns}	85.4^{ns}	18729.5**	0.0^{ns}	2933665.5**
Y×V	واریته × سال	2	6456.4**	3.4*	2.8**	140.1**	4953.3**	17730.5**	3.5**	6213037.8**
Y×L	سال × محدودیت	4	100.0^{ns}	0.7^{ns}	2.2**	39.6**	1317.1**	27635.2**	0.2**	419279.8 ^{ns}
Y×V×L	محدودیت ×واریته× سال	8	504.4**	0.8^{ns}	0.6*	5.9 ^{ns}	379.3^{ns}	19047.8**	0.09 ^{ns}	987497.2*
V×S×L	محدودیت ×تاریخ‌کاشت× رقم	8	299.6ns	1.0^{ns}	0.2 ^{ns}	8.6 ^{ns}	280.4^{ns}	10086.0**	0.12*	545540.2 ^{ns}
Y×S×L	محدودیت ×تاریخ کاشت× سال	4	34.5ns	0.1^{ns}	0.3*	12.8 ^{ns}	287.0^{ns}	33052.6**	0.15*	892542.3 ^{ns}
Y×V×S	تاریخ کاشت × واریته× سال	2	1337.3**	6.3**	0.7**	0.3 ^{ns}	61.1^{ns}	15720.9**	0.84**	456601.6 ^{ns}
Y×V×S×L	محدودیت× تاریخ کاشت × واریته× سال	8	333.6*	0.9^{ns}	0.4**	27.5**	601.1^{ns}	13871.5**	0.07 ^{ns}	2461982.2**
Error 3	خطای ۳	112	155.3	0.8	0.1	7.1	306.0	2491.0	0.05	389946.2
C.V. (%)	ضریب تغییرات		9.8	18.5	5.5	11.67	30.1	29.91	6.1	29.4

ns : Non significant.

ns: غیر معنی‌دار

*, **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

جدول ۳- میانگین‌های دو ساله عمکرد دانه و اجزای عملکرد سه رقم کلزا در تیمارهای تاریخ کاشت و محدودیت منبع و مخزن (۱۳۸۵-۱۳۸۴ و ۱۳۸۶-۱۳۸۵)

Table 3. Mean comparison of grain yield and yield components of three rapeseed cultivars in sowing dates and source-sink limitations treatments (2005-2006 and 2006- 2007)

Treatments	تیمارهای آزمایشی	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد شاخه فرعی No. of branches	طول خورجین Silique length (cm)	تعداد دانه خورجین Grain No. silique^{-1}	تعداد خورجین ساقه اصلی Silique No. main stem^{-1}	تعداد خورجین بوته Silique No. plant^{-1}	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})
year	سال								
2006	۱۳۸۴-۱۳۸۵	131.2a	4.9a	6.5b	22.6a	39.7b	248.0a	4.0a	1374.6b
2007	۱۳۸۵-۱۳۸۶	122.7a	4.9a	6.9a	22.9a	79.1a	92.8b	3.4b	2723.1a
Variety	رقم								
Hyola 401	هایولا ۴۰۱	126.0b	5.4a	6.7b	23.6a	65.2a	180.6a	3.8b	2465.9a
RGS 003	۰۰۳ آرجی‌اس	120.6c	4.4b	6.9a	22.3b	50.7c	136.4b	3.9a	1974.4b
Sarigol	ساریگل	134.3a	5.1a	6.4c	22.4b	57.6b	183.1a	3.6c	1909.6b
Sowing date	تاریخ کاشت								
October	مهر	130.4a	5.1a	6.9a	23.1a	60.5a	203.8a	3.8a	2463.1a
November	آبان	123.6b	4.8a	6.5b	22.5a	55.5a	129.8b	3.7a	1771.0b
Limitation	محدودیت								
Cutting 1/3 of bottom leaves	قطع یک سوم برگ‌های پائین	128.0ab	4.9a	6.5b	22.5a	64.8a	191.8a	3.8a	2460.2a
Cutting 1/3 of middle leaves	قطع یک سوم برگ‌های وسط	125.1ab	4.8a	6.5a	23.2a	57.8a-c	139.3b	3.8a	1902.2b
Cutting 1/3 of upper leaves	قطع یک سوم برگ‌های بالا	122.9b	4.9a	6.5a	22.7a	50.3c	136.9b	3.8a	1885.4b
Cutting 1/3 of flowers	قطع یک سوم گل‌ها	128.1ab	5.0a	6.8a	22.2a	54.8bc	175.4a	3.7a	1933.8b
Control	شاهد	130.9a	5.1a	6.8a	23.4a	63.3ab	188.6a	3.8a	2450.5a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different using Duncan's Multiple Range Test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

جدول ۴- میانگین‌های دو ساله اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر صفات گیاهی سه رقم کلزا (۱۳۸۵-۱۳۸۴ و ۱۳۸۶-۱۳۸۵)

Table 4. Mean comparison of interaction effects of treatments on plant characteristics of three rapeseed cultivars (2005-2006 and 2006- 2007)

Treatments	تیمارهای آزمایشی	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد شاخه فرعی No. of branches	طول خورجین Silique length	تعداد دانه خورجین Grain No. silique^{-1}	تعداد خورجین ساقه اصلی Silique No. main stem^{-1}	تعداد خورجین بوته Silique No. plant^{-1}	وزن هزار دانه (g) 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})
Hyola 401× 2006	سال اول× هایولا ۴۰۱	118.6cd	5.1ab	6.7b	25.0a	36.1c	254.3a	4.3a	1583.8c
RGS 003 × 2006	سال اول× ۰۰۳ آرجی‌اس	128.2b	4.4c	6.5b	20.6c	40.1c	203.9b	4.0b	974.0d
Sarigol× 2006	سال اول × ساریگل	146.9a	5.3ab	6.2c	22.3b	42.9c	285.8a	3.7bc	1582.5c
Hyola 401× 2007	سال دوم× هایولا ۴۰۱	133.4b	5.6a	6.6b	22.3b	92.3a	112.0c	3.2e	2911.0a
RGS 003 × 2007	سال دوم ×۰۰۳ آرجی‌اس	113.0d	4.4c	7.2a	24.0a	61.4bc	75.7c	3.8c	2808.1a
Sarigol× 2007	سال دوم× ساریگل	121.8c	4.8bc	6.7b	22.5b	72.8b	90.7c	3.4d	2160.3b
Cutting 1/3 of bottom leaves ×2006	سال اول × قطع یک سوم برگ‌های پائین	131.0	4.8	6.5d-e	23.6ab	43.1d	279.4a	4.0bc	1587.5
Cutting 1/3 of middle leaves× 2006	سال اول × قطع یک سوم برگ‌های وسط	132.9	4.9	6.3e	21.4c	31.0d	254.5ab	3.9c	1167.4
Cutting 1/3 of upper leaves×2006	سال اول × قطع یک سوم برگ‌های بالا	131.1	4.8	6.5de	21.9bc	42.3d	190.5c	4.2a	1098.1
Cutting 1/3 of flowers×2006	سال اول × قطع یک سوم گلها	125.0	4.9	6.4d-e	22.1bc	41.9d	203.2bc	4.1ab	1272.0
Control×2006	شاهد سال اول	136.3	5.2	6.8c	24.3a	43.2d	306.5a	4.1ac	1837.9
Cutting 1/3 of bottom leaves ×2007	سال دوم× قطع یک سوم برگ‌های پائین	125.0	5.1	6.4d-e	21.4c	88.8a	109.2d	3.6d	2987.9
Cutting 1/3 of middle leaves× 2007	سال دوم × قطع یک سوم برگ‌های وسط	123.3	5.2	7.4a	23.1a-c	80.9ab	96.4d	3.6d	2615.0
Cutting 1/3 of upper leaves×2007	سال دوم × قطع یک سوم برگ‌های بالا	119.0	4.7	7.1b	24.4a	75.3b	96.6d	3.4d	2572.2
Cutting 1/3 of flowers×2007	سال دوم × قطع یک سوم گلها	120.9	4.9	6.5d	23.2a-c	58.7c	78.0d	3.4d	2396.7
Control×2007	شاهد سال دوم	125.4	4.9	6.8c	22.6a-c	76.2ab	83.8d	3.5d	2892.9

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different using Duncan's Multiple Range Test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

جدول ۵- میانگین‌های دو ساله اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر صفات گیاهی سه رقم کلزا (۱۳۸۵-۱۳۸۴ و ۱۳۸۶-۱۳۸۵)

Table 5. Mean comparison of interaction effects of treatments on plant characteristics of three rapeseed cultivars (2005-2006 and 2006- 2007)

Treatments	تیمارهای آزمایشی	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد شاخه فرعی No. of branch	طول خورجین Silique length (cm)	تعداد دانه در خورجین Grain No. silique^{-1}	تعداد خورجین در ساقه اصلی Silique No. main stem^{-1}	تعداد خورجین در بوته Silique No. plant^{-1}	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})
Hyola 401× October	هایولا ۴۰۱× تاریخ کاشت مهر	131.7a	5.4	7.0a	23.9	64.2a	231.2a	3.8	2988.9 a
Hyola 401× November	هایولا ۴۰۱× تاریخ کاشت آبان	120.2bc	5.3	6.4c	23.3	63.9a	133.5e	3.7	1923.6c
RGS 003 × October	۰۰۳ آرجی‌اس × تاریخ کاشت مهر	128.2ab	4.6	7.0a	22.5	54.9ab	172.0c	4.0	2408.0b
RGS 003 × November	۰۰۳ کاشت آبان	113.0c	4.2	6.8ab	22.2	46.1b	102.1f	3.9	1556.4d
Sarigol × October	ساریگل × تاریخ کاشت مهر	131.3a	5.2	6.6b	22.8	59.7ab	208.0b	3.6	1973.1c
Sarigol × November	ساریگل × تاریخ کاشت آبان	137.4a	4.9	6.2c	22.1	60.1ab	155.5d	3.5	1843.7c
Hyola 401× Cutting 1/3 of bottom leaves	هایولا ۴۰۱× قطع یک سوم برگ‌های پائین	128.3	4.4	6.5d-f	23.4	73.4	226.2ab	3.8	2810.6
Hyola 401× Cutting 1/3 of middle leaves	هایولا ۴۰۱× قطع یک سوم برگ‌های وسط	123.2	5.7	7.0bc	22.9	65.8	211.2a-c	3.8	2476.3
Hyola 401× Cutting 1/3 of upper leaves	هایولا ۴۰۱× قطع یک سوم برگ‌های بالا	126.5	4.8	6.7c-e	24.0	63.6	138.3c-e	3.8	2152.0
Hyola 401× Cutting 1/3 of flowers	هایولا ۴۰۱× قطع یک سوم گلها	126.1	5.4	6.6d-e	24.3	56.1	137.5c-e	3.7	2114.9
Hyola 401× Control	هایولا ۴۰۱× شاهد	125.9	5.5	6.6c-e	23.4	61.4	190.3a-d	3.8	2841.9
RGS 003 × Cutting 1/3 of bottom leaves	۰۰۳ آرجی‌اس × قطع یک سوم برگ‌های پائین	119.7	4.3	6.7c-e	22.0	51.3	159.8b-e	4.0	2030.1
RGS 003 × Cutting 1/3 of middle leaves	۰۰۳ آرجی‌اس × قطع یک سوم برگ‌های وسط	121.7	4.4	6.6d-e	21.3	47.1	172.5a-e	3.9	1728.1
RGS 003 × Cutting 1/3 of upper leaves	۰۰۳ آرجی‌اس × قطع یک سوم برگ‌های بالا	116.9	4.2	7.3a	23.7	51.8	99.5e	4.0	1987.0
RGS 003 × Cutting 1/3 of flowers	۰۰۳ آرجی‌اس × قطع یک سوم گلها	116.9	4.4	6.7c-e	21.5	45.4	112.3de	4.0	1993.8
RGS 003 × Control	۰۰۳ آرجی‌اس × شاهد	127.8	4.7	7.1ab	23.3	55.9	131.5c-e	4.0	2133.2
Sarigol × Cutting 1/3 of bottom leaves	ساریگل × قطع یک سوم برگ‌های پائین	136.0	5.1	6.2fg	22.1	73.1	192.4a-d	3.6	2547.7
Sarigol × Cutting 1/3 of middle leaves	ساریگل × قطع یک سوم برگ‌های وسط	139.4	5.0	6.8b-d	22.5	55.0	142.6c-e	3.5	1624.9
Sarigol × Cutting 1/3 of upper leaves	ساریگل × قطع یک سوم برگ‌های بالا	131.7	5.2	6.4ef	21.8	61.0	176.6a-e	3.6	1567.5
Sarigol × Cutting 1/3 of flowers	ساریگل × قطع یک سوم گلها	125.7	4.9	6.0g	22.2	48.5	163.0a-e	3.6	1490.9
Sarigol × Control	ساریگل × شاهد	138.9	5.0	6.7c-e	23.6	61.8	247.8a	3.5	2408.2
Cutting 1/3 of bottom leaves × October	قطع یک سوم برگ‌های پائین × تاریخ کاشت مهر	133.9	5.2	6.7	22.4	65.9	267.8a	3.8ab	2981.9
Cutting 1/3 of middle leaves × October	قطع یک سوم برگ‌های وسط × تاریخ کاشت مهر	133.2	5.3	7.2	23.5	60.8	222.8ab	3.7c	2279.1
Cutting 1/3 of upper leaves × October	قطع یک سوم برگ‌های بالا × تاریخ کاشت مهر	135.5	4.9	6.9	23.8	61.7	171.3b-d	3.9a	2295.7
Cutting 1/3 of flowers × October	قطع یک سوم گلها × تاریخ کاشت مهر	125.3	4.9	6.6	22.7	50.4	158.7c-e	3.9ab	2075.1
Control × October	شاهد × تاریخ کاشت مهر	134.1	4.0	6.9	23.0	59.1	197.5bc	3.8a-c	2748.0
Cutting 1/3 of bottom leaves × November	قطع یک سوم برگ‌های پائین × تاریخ کاشت آبان	122.1	4.7	6.3	22.6	65.9	120.1de	3.7bc	1938.4
Cutting 1/3 of middle leaves × November	قطع یک سوم برگ‌های وسط × تاریخ کاشت آبان	123.0	4.8	6.4	21.0	51.2	128.1de	3.8a-c	1588.4
Cutting 1/3 of upper leaves × November	قطع یک سوم برگ‌های بالا × تاریخ کاشت آبان	124.6	4.6	6.6	22.6	55.9	105.4e	3.7bc	1484.1
Cutting 1/3 of flowers × November	قطع یک سوم گلها × تاریخ کاشت آبان	120.5	4.9	6.3	22.6	50.3	115.1de	3.7c	1683.9
Control × November	شاهد × تاریخ کاشت آبان	127.6	5.1	6.75	23.9	60.3	179.7b-d	3.7a-c	2171.6
2006 × October	سال اول × تاریخ کاشت مهر	131.3a	5.2	6.5	23.0	40.1	312.3a	4.1	1493.4c
2006 × November	سال اول × تاریخ کاشت آبان	131.2a	4.6	6.4	22.3	40.5	183.8b	4.0	1252.5c
2007 × October	سال دوم × تاریخ کاشت مهر	129.5a	4.9	7.2	23.3	79.1	105.0bc	3.5	2993.4a
2007 × November	سال دوم × تاریخ کاشت آبان	115.9b	5.0	6.5	22.7	72.9	80.6c	3.5	2185.8b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different using Duncan's Multiple Range Test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

به شمار می آید. با این وجود افزایش تعداد دانه در خورجین محدود بوده و بیشتر به طول خورجین بستگی دارد (Abdoli *et al*., 2004). برای اثر سال × تاریخ کاشت (جدول ۵) طول خورجین تنها در تاریخ کاشت ۳۰ مهر سال دوم تفاوت معنی‌دار با دیگر تیمارها داشت و بیش از بقیه بود که علت آن می‌تواند طولانی‌تر بودن دورهٔ رشد رویشی خورجین، بخاطر بارش بیشتر باران، تعداد ساعات آفتابی کمتر و میانگین دمای پایین در سال دوم نسبت به سال اول باشد (جدول ۱).

تعداد دانه در خورجین

تعداد دانه در خورجین تحت تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت، اعمال محدودیت و سال قرار نگرفت و تنها اثر رقم بر تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج حاصل با نتایج عبدلی و همکاران (Abdoli *et al*., 2004) مطابقت داشت. تفاوت بین ارقام از لحاظ تعداد دانه در خورجین یک صفت ژنتیکی است (Bilsborrow and Norton, 1993). البته تأخیر در کاشت می‌تواند موجب کاهش سرعت تشکیل گل، طول دوره گلدهی و سرانجام کاهش تعداد دانه در خورجین گردد. نتایج حاصله در این آزمایش با یافته‌های مدندوست و همکاران (Madandoost *et al*., 2005) در گیاه ذرت و تیلور و اسمیت (Taylor, A. J. and C. J. Smith. 1992) در گیاه کلزا مبنی بر کاهش تعداد دانه در خورجین در اثر تأخیر در کاشت مطابقت ندارد که علت این موضوع ممکن است به دلیل تفاوت زمانی اندک بین دو تاریخ کاشت در این آزمایش باشد. از میان رقم‌های کلزای مورد ارزیابی، بیشترین تعداد دانه در خورجین متعلق به رقم هایولا بود و بین ارقام ساریگل و آرجی‌اس ۰۰۳ از این نظر تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۳). اثر متقابل سال × رقم و سال × محدودیت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در سال اول از نظر تعداد دانه در خورجین بین ارقام تفاوت معنی‌داری مشاهده شد در حالی که در سال دوم بین رقم هایولا و ساریگل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بطور کلی بیشترین تعداد دانه در خورجین متعلق به رقم هایولا در سال اول با ۳ درصد افزایش نسبت به شاهد و کمترین مقدار (با ۱۲ درصد کاهش نسبت به شاهد) متعلق به رقم آرجی-اس در همان سال بود (جدول ۴). با توجه به معنی‌دار شدن اثر سال × محدودیت، در سال اول تنها بین تیمار شاهد و قطع یک سوم برگ‌های پایین تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و در سال دوم نیز تیمار قطع یک سوم برگ‌های پایین با بقیهٔ تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت.

در مجموع دو سال، تیمار شاهد سال اول و قطع یک سوم برگ‌های بالا در سال دوم بیشترین تعداد دانه در خورجین را داشتند و کمترین تعداد دانه در خورجین متعلق به قطع یک سوم برگ‌های پایین در سال دوم (با هفت درصد کاهش نسبت به شاهد همان سال) و قطع یک سوم برگ‌های وسط در سال اول (با ۱۲ درصد کاهش) بود (جدول ۴). با توجه به نتایج حاصل در سال دوم با وجود بارندگی مناسب نسبت به سال اول، تیمار قطع یک سوم برگ‌های بالا تعداد دانه در خورجین بیشتری نسبت به شاهد داشت که علت آن می‌تواند حذف منبع و در نتیجهٔ آن حذف غیر مستقیم مخزن یا خورجین های بالای گیاه باشد که عامل رقابتی در تخصیص مواد فتوسنتزی به‌حساب می‌آید و در نتیجه منجر به تخصیص مواد بیشتر به سایر خورجین ها و افزایش تعداد دانهٔ آنها شود.

تعداد خورجین در ساقهٔ اصلی

صفت تعداد خورجین در ساقه اصلی برای اثر سال، رقم و اعمال محدودیت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد اما تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت (جدول ۲). کلیه تیمارهای اعمال شدهٔ محدودیت به استثنای قطع یک سوم برگ‌های بالا (۱۶ درصد کاهش نسبت به شاهد) از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. در بین تیمارهای اعمال محدودیت بیشترین و

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

کمترین تعداد خورجین در ساقهٔ اصلی در مقایسه با شاهد به ترتیب با ۸ درصد افزایش و ۱۶ درصد کاهش مربوط به تیمار قطع یک سوم برگ‌های پایین و قطع یک سوم برگ‌های بالا بود (جدول ۳). اثرات متقابل سال × رقم و سال × محدودیت برای تعداد خورجین در ساقه اصلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲)، بطوریکه برای اثر سال × رقم بیشترین تعداد خورجین در ساقهٔ اصلی مربوط به رقم هایولا در سال دوم بود که از نظر آماری با کلیه تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. همچنین تیمارها در سال اول تفاوت معنی داری با هم نداشتند و در مجموع تعداد خورجین در ساقهٔ اصلی برای سال کمتر از سال دوم مشاهده شد (جدول ۴). علت این رویه می‌تواند به علت تغییرات شرایط محیطی و پایین بودن تعداد ساعات آفتابی، میزان بارندگی و میانگین ماهیانه در سال اول نسبت به سال دوم در زمان تشکیل جوانه‌های خورجین باشد (جدول ۱). در شرایط مطلوب رشد عناصر غذایی و یا مواد فتوسنتزی تقریباً بطور یکنواخت در بین شاخه‌های مولد پخش می‌شوند، از این رو تعداد خورجین نیز در شاخه‌های اصلی و فرعی بطور متناسبی تولید می‌شود. وقوع شرایط نامطلوب محیطی مانند کاهش ساعات آفتابی و کاهش میزان بارندگی در طی فصل رشد می‌تواند از عوامل موثر در کاهش تعداد خورجین‌ها در شاخه‌های اصلی باشند (Whitfield, 1992).

تعداد خورجین در بوته

بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده ها تعداد خورجین در بوته تحت تأثیر تیمار سال، تاریخ کاشت، رقم، محدودیت و تمامی اثرات متقابل قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. با توجه به جدول ۳ تعداد خورجین در بوته برای سال اول بیش از ۲/۵ برابر سال دوم بود. در میان ارقام بین رقم هایولا و رقم ساریگل از این نظر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و بیشترین تعداد خورجین با میانگین ۱۸۳/۱ عدد در بوته متعلق به رقم ساریگل بود. از نظر تاریخ کاشت نیز بیشترین تعداد خورجین در تاریخ کاشت ۳۰ مهر مشاهده شد (جدول ۳). در مورد اعمال محدودیت نیز بیشترین تعداد خورجین در بوته متعلق به قطع ۱/۳ برگ‌های پایین بود. تعداد خورجین در بوته تحت تأثیر سال × رقم قرار گرفت و در سال اول بر خلاف سال دوم تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد. بالاترین تعداد خورجین در بوته متعلق به رقم ساریگل در سال اول (با میانگین ۲۸۵/۸ عدد) بود و کمترین تعداد آن متعلق به رقم آرجی‌اس ۰۰۳ در سال دوم با میانگین ۷۵/۷ خورجین در هر بوته بود (جدول ۴). در سال اول برای اثر سال × محدودیت بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده شده به طوری که بیشترین تعداد خورجین در بوته متعلق به تیمار شاهد بود و کمترین آن مربوط به تیمار قطع یک سوم برگ‌های پایین بود (جدول ۴) و تیمارهای اعمال شده در سال دوم تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشتند. در بین تیمارهای مورد بررسی برای اثر رقم × محدودیت به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد خورجین با ۲۴۷/۸ و ۹۹/۵ عدد خورجین در بوته متعلق به تیمار شاهد در رقم ساریگل و قطع یک سوم برگ‌های بالا در رقم آرجی‌اس ۰۰۳ بود (جدول ۵). با مقایسه نتایج بدست آمده در مورد تعداد خورجین در ساقهٔ اصلی و تعداد خورجین در بوته به نظر می‌رسد که نوسانات تعداد خورجین در ساقهٔ اصلی بسیار کمتر از تعداد خورجین در کل بوته است. تعداد خورجین بیشتر در سال اول می‌تواند به علت وجود شرایط جوی مناسب از نظر بارندگی و ساعات آفتابی (جدول ۱) در زمان تشکیل جوانه‌های خورجین باشد، البته افزایش تعداد خورجین در بوته الزاماً دلیل بر افزایش عملکرد نمی‌باشد. وایت فیلد (Whitfield, 1992) اظهار داشت که اثر درجه حرارت بالا از عوامل مؤثر بر کاهش تعداد خورجین در بوته در کشت دیر هنگام بوده است. تفاوت در تعداد خورجین در بوته بین ارقام به اختلاف در پتانسیل ژنتیکی آنها نسبت داده شده است که البته

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

عامل کنترل کنندهٔ آن شرایط محیطی است (Morrison and Stewart, 2002). نتایج بدست آمده در خصوص اثر سال، رقم، سال × تاریخ کاشت و سال × رقم با یافته‌های فرجی (Faraji, 2006) در منطقهٔ گنبد مطابقت داشت.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه مرکب دو ساله آزمایش نشان داد که اثر سال و رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در بین دو تاریخ کاشت تفاوتی از لحاظ وزن هزار دانه مشاهده نگردید. فرجی (Faraji, 2006) نیز نتایج مشابهی برای وزن هزار دانه ارائه کرده بود. وزن هزار دانه برای دو سال تفاوت معنی‌داری داشت به‌طوری که در سال دوم وزن هزار دانه (با ۱۸ درصد کاهش) کمتر از سال اول بود (جدول ۳). در بین ارقام، هایولا ۴۰۱ (۴/۴۴ گرم) نسبت به دو رقم دیگر برتری داشت. بالا بودن وزن هزار دانه هیبرید هایولا نسبت به سایر ارقام به پتانسیل ژنتیکی این ژنوتیپ در تولید دانه‌های درشت‌تر مربوط می‌شود، که از خصوصیات مطلوب آن نیز است. فرجی (Faraji, 2003 and 2006) نیز در آزمایشات خود به این موضوع اشاره کرده بود. اساساً وزن هزار دانه در کلزا صفتی وابسته به ژنوتیپ بوده، اما تحت تأثیر شرایط رشدی متفاوت نیز قرار می‌گیرد (Ozer, 2003). برای این صفت اثر متقابل محدودیت × تاریخ کاشت، رقم × سال و سال × محدودیت تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۲). در مورد اثر متقابل رقم در سال بیشترین مقدار مربوط به رقم هایولا (۴/۳۷ گرم) در سال اول بود و کمترین مقدار نیز با ۳/۲۷ گرم برای همین رقم در سال دوم مشاهده شد (جدول ۴). برتری هایولا ۴۰۱ ممکن است به دلیل پتانسیل ژنتیکی بالای این ژنوتیپ نسبت به دو رقم دیگر باشد، ولی پایین تر بودن وزن هزار دانه این رقم در سال دوم (۳۳ درصد) نسبت به سال اول احتمالاً بخاطر افزایش تعداد خورجین در ساقه اصلی (جدول ۴) و در نتیجهٔ آن کاهش تخصیص میزان مواد فتوسنتزی برای خورجین ها در حین رسیدگی و در نهایت کاهش وزن هزار دانه باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده در مورد وزن هزار دانه و تعداد خورجین در ساقهٔ اصلی و با توجه به اطلاعات هواشناسی (جدول ۱) در سال دوم وضعیت جوی از نظر میزان رطوبت و دما شرایط مناسبی را داشته و در نتیجه کلیهٔ خورجین های تشکیل شده به یک نسبت از مواد فتوسنتزی استفاده کرده و در نتیجه وزن هزار دانه به‌طور نسبی کاهش یافت. مندهام و همکاران (Mendham *et al*., 1990) با ارزیابی سرعت رشد دانه و میانگین تابش خورشیدی که به طور روزانه در طی دورهٔ رشد دانه دریافت شد، نتیجه گرفتند که اندازه نهایی دانه با تعداد دانه در بوته و تنش‌های آبی و گرمایی در طی پر شدن دانه رابطهٔ منفی دارد. اگر چه وزن هزار دانه به خصوص در هیبرید هایولا ۴۰۱ که زودرس‌تر است به شدت تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است، ولی به نظر می‌رسد که عوامل محیطی مانند نور، رطوبت و دما در صورت نامناسب بودن تأثیر بیشتری روی برخی از ویژگی‌های مثبت ارقام هیبرید نظیر هایولا در مقایسه با دیگر ارقام می‌گذارند.

در مورد اثر متقابل سال × محدودیت نتایج حاصل نشان داد که وزن هزار دانه در سال اول تحت تاثیر اعمال محدودیت قرار گرفت و بیشترین مقدار وزن هزار دانه در تیمار حذف یک سوم برگ‌های بالا (۲/۶ درصد نسبت به شاهد) بود و کمترین مقدار وزن هزار دانه مربوط به تیمار قطع یک سوم برگ‌های وسط (۳/۶ درصد کاهش نسبت به شاهد) بود (جدول ۴). در سال دوم تیمارهای اعمال شده از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

بطورکلی وزن هزار دانه در سال دوم کمتر از سال اول بود. با توجه به نتایج بدست آمده از اثر متقابل سال × رقم و سال × محدودیت به نظر می‌رسد که وزن هزار دانه بیشتر تحت تأثیر شرایط محیطی تغییر کرده است. به این صورت که با مطلوب شدن شرایط جوی در سال

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

دوم، تعداد دانه در هر خورجین افزایش یافته و در نتیجه باعث افزایش مخزن و کاهش میزان مواد فتوسنتزی تخصیص یافته برای هر دانه و در نهایت منجر به کاهش وزن هزار دانه گردید. با این وجود قطع یک سوم برگ‌های بالا در سال اول که از نظر هواشناسی (جدول ۱) سال خشکی نسبت به سال دوم بود، باعث بهبود و افزایش وزن هزار دانه گردید. در سال دوم نیز قطع یک سوم برگ‌های پایین منجر به بهبود وزن هزار دانه هر چند جزئی در مقایسه با شاهد همان سال شد (جدول ۴). عباسپور و همکاران (Abbaspour *et al*., 2005) در آزمایشی روی گیاه آفتابگردان گزارش کردند که از نظر نسبت مغز به کل دانه، حذف یک سوم برگ‌های ساقه در قسمت فوقانی، میانی و تحتانی آن نسبت مغز را در مقایسه به تیمار شاهد به طور معنی داری تغییر نداد، اما حذف تمام برگ‌ها نسبت مغز دانه را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داد. در این تحقیق احتمالاً حذف یک سوم برگ‌های پایین گیاه در زمان قبل از رسیدگی بر انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها (مخزن) تأثیر داشت. به نظر می‌رسد که تا رسیدگی فیزیولوژیک دانه، این مخزن در مقایسه با مخازن رقیب قدرت یا توانایی بیشتری برای تجمع مواد فتوسنتزی داشت.

با توجه به اینکه وزن هزار دانه از آخرین اجزای عملکرد به شمار می‌رود و روند تغییرات در این صفت تحت تأثیر سایر اجزای عملکرد مانند تعداد خورجین است، به نظر می‌رسد که هرچه تعداد دانه در خورجین به هر دلیل ممکن (از جمله تنش‌های محیطی) کمتر باشد، در نتیجه تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه بیشتر شده و منجر به افزایش وزن دانه‌ها خواهد شد (Clark, 1987).

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تأثیر سال، تاریخ کاشت، رقم، محدودیت و اثر متقابل سال تاریخ کاشت، رقم × تاریخ کاشت و سال × رقم قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل از میانگین اثرات ساده (جدول ۳)، عملکرد دانه در سال دوم بطور معنی‌داری بیشتر از سال اول بود (بیش از ۹۸ درصد افزایش). از میان ارقام کلزای مورد ارزیابی نیز رقم هایولا عملکرد دانه بالاتری نسبت به سایر ارقام داشت (به ترتیب ۲۵ و ۲۹ درصد نسبت به رقم ساریگل و آرجی‌اس ۰۰۳). از میان تاریخ های کاشت اعمال شده، تاریخ کاشت ۳۰ مهرماه با ۳۹ درصد افزایش نسبت به تاریخ کاشت ۱۰ آبان بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. در مورد اعمال محدودیت نیز قطع یک سوم برگ‌های پایین بوته عملکرد بالاتری نسبت به شاهد و سایر تیمارها نشان داد. قطع یک سوم برگ‌های بالا و میانی و قطع یک سوم گل‌ها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۳). با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۴ برای اثر متقابل سال × رقم، رقم هایولا با ۸۳ درصد، رقم آرجی‌اس ۰۰۳ با ۱۸۸ درصد و رقم ساریگل با ۳۶ درصد افزایش عملکرد در سال دوم نسبت به سال اول، تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه داشتند. در اثر متقابل رقم × تاریخ کاشت عملکرد دانه رقم هایولا و رقم آرجی‌اس ۰۰۳ تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفتند، به طوری که هر دو رقم در تاریخ کاشت اول به ترتیب با ۲۹۸۸/۹ و ۲۴۰۸/۰ کیلوگرم در هکتار برای تاریخ کاشت اول، عملکرد بالاتری نسبت به تاریخ کاشت ۳۰ مهر داشتند. رقم ساریگل از نظر این صفت تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت و بین دو تاریخ کاشت معنی دار نشد (جدول ۵). یکی از دلایلی که برای کاهش عملکرد بیان می شود این است که هر چه گیاه زودتر کشت شود، گیاه قبل از سرمای زمستان وارد مرحله روزت شده و بنابراین به سرما مقاوم می‌شود. جانسون و همکاران (Johnson *et al*., 1995) بیان نمودند گرمای زیاد انتهای فصل رشد به علت تأخیر در کاشت نیز ممکن است موجب کاهش عملکرد گیاه گردد. البته به نظر می رسد تفاوت ۱۰

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

روزه در تاریخ کاشت نمی تواند باعث تغییرات عمده ای در میزان عملکرد دانه شود. در مورد سال × تاریخ کاشت تفاوت معنی داری بین تیمارها در سال اول از نظر عملکرد دانه مشاهده نشد، ولی در سال دوم نتایج تاریخ کاشت معنی دار بود و تاریخ کاشت ۳۰ مهر ماه با ۳۷ درصد افزایش عملکرد دانه نسبت به تاریخ کاشت ۱۰ آبان از نظر این صفت مناسب ترین تاریخ کاشت بود (جدول ۵).

با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد که عملکرد دانه بیشتر تحت تأثیر اثر متقابل سال × رقم بود. علت آن وجود ژنوتیپ های مختلف بوده است، زیرا رقم ساریگل به علت بومی بودن آن نسبت به تغییرات دمایی و رطوبتی منطقه حساسیت کمتری داشت، در حالی که در رقم آرجی اس ۰۰۳ تغییرات بین دو سال آزمایش بسیار بیشتر از رقم هایولا و ساریگل بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد که رقم آرجی اس ۰۰۳ یک رقم حساس به شرایط نامساعد محیطی باشد. همچنین با تأخیر در کاشت، مرحلهٔ زایشی این ژنوتیپ با گرما مصادف شده و با کاهش دوره زمانی این مرحله عملکرد دانه به علت کاهش تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین کاهش می یابد. این نتایج با یافته های عبدلی و همکاران (Abdoli *et al*., 2004) و فرجی (Faraji, 2006) مطابقت دارد. با توجه به نتایج بدست آمده از دو سال آزمایش، به نظر می‌رسد که عوامل ژنتیکی مانند تعداد خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه متأثر از شرایط اقلیمی و تغییرات محیطی می‌باشند.

با توجه به مجموع صفات و نتایج اثر متقابل سال × رقم، سال × محدودیت و رقم × محدودیت برای آنها به نظر می‌رسد که در رقم های فعلی در شرایط مشابه با این پژوهش، اندازه منبع محدود کنندهٔ عملکرد نباشد، زیرا قطع یک سوم برگ های پایین عملکرد بالاتری نسبت به شاهد داشت که یکی از دلایل آن می‌تواند دریافت بیشتر نور و رشد بهتر خورجین‌ها در طبقات زیرین پوشش گیاه کلزا باشد. بر این اساس به نظر می‌رسد که ایجاد شرایط جهت تسریع در پیری برگ‌های پایینی گیاه همزمان با پر شدن خورجین‌ها (Noquet *et al.*, 2004) می‌تواند به افزایش عملکرد دانه در این ارقام کمک کند.

منابع مورد استفاده

References

Abbaspour, F., M. R. Shakiba, H. Aliari and M. Valizadeh. 2005. Evaluation of leaf elimination at onset of anthesis on oil yield and its components of two sunflower cultivars. J. Agric. Sci. 15(1) 1-8.

Abdoli, P., A. Siadat, Gh. Fathi and A. Farshadfar. 2004. Effect of planting date on yield and yield components and oil yield of canola cultivars in Kermanshah. J. Agric. Sci. 27(1) 105-118. (In Persian with English abstract).

Adamsen, F. J. and T. A. Cofflet. 2005. Planting date effects on flowering, seed yield and oil content of rape and crambe cultivars. Indust. Crops Prod. 21: 293–307.

Azizi, M., A. Soltani, and S. Khavari Khorasani. 2000. Canola (First Ed.). Jahad Daneshghahi Mashhad Press. (In Persian).

Bilsborrow, P. E. and G. Norton. 1993. A consideration of factors affecting the yield of oilseed rape. Aspects Appl. Bio. 6: 91-99.

Clark, J. M. 1987. The effect of leaf removal on yield and yield components of *Brassica napus*. Can. J. Plant Sci. 58: 1103-1105.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

Cruz-Aguado, J. A., F. Reyes, R. Rodes, I. Pers and M. Dorado. 1999. Effect of source- sink ratio on partitioning of dry matter and ^{14}C photoassimilation in wheat during grain filling. Annal. Bot. 183: 655-665.

Emam, Y. and M. Niknejad. 1994. An Introduction to the Physiology of Crop Yield (First Ed.). Shiraz University Press. (In Persian).

FAO. 2007. FAO Statistic Service, [Online]. Available at: www.FAO.org/crop/statistics.

Faraji, A. 2003. Evaluation of yield, yield components and vegetative characteristics of new genotypes of canola in Gonbad region. Seed Plant. J. 19(4) 433-446.

Faraji, A. 2006. Evaluation of yield, yield components of four genotypes of canola in Gonbad region. Iran.J. Crop Sci. 19(4) 433-446. (In Persian with English abstract).

Johnson, B. L., K. R. McKay, A. A. Schneiter, B. K. Hanson and B. G. Schatz. 1995. Influence of planting date on canola and crambe production. J. Agric. Prod. 8: 594–599.

Joudi, M., A. Ahmadi, K. Poustini and F. Sharifzadeh. 2006. Effect of leaf elimination on the effectiveness of flag leaf photosynthesis and seed growth in bread wheat. J. Agric. Sci. 37-1(2) 203-211. (In Persian with English abstract).

Madandoost, M., G. H. Nourmmohamadi, F. Darvish, and Y. Emam. 2005. Study of effects of moisture stress, defoliation and nitrogen on hybrid corn vigours. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 12: 1-10. (In Persian with English abstract).

Mendham, N. J., J. Russel and N. K. Jarosz. 1990. Response to sowing time of three contrasting Australian cultivars of oilseed rape (*Brassica napus*). J. Agric. Sci. Cambridge. 114: 275-283.

Morrison, M. J. and D. W. Stewart. 2002. Heat stress during flowering in summer Brassica. Crop Sci. 42: 797–803.

Niknejad, Y., R. Zarghami, M. Nasiri, and H. Pirdashti. 2007. Effect of sink and source limitation on yield and yield components of several rice cultivars. Seed Plant J. 23(1) 113-126. (In Persian with English abstract).

Noquet, C., J. C. Avice, L. Rossato, P. Beauclair, M. P. Henry, and A. Ourry. 2004. Effects of altered source–sink relationships on N allocation and vegetative storage protein accumulation in *Brassica napus* L. Plant Sci. 166: 1007-1018.

Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. Europ. J. Agron. 19: 453-463.

Rao, M. S. S. and N. J. Mendham. 1991. Comparison of canola (*B. compestris*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators plant population densities and irrigation treatments. J. Agric. Sci. 177: 177-187.

SAS Institute, Inc. 1997. SAS/STAT User's Guide, Version 6.12. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

Taylor, A. J. and C. J. Smith. 1992. Effect of sowing date and seeding rate on yield components of irrigated canola (*Brassica napus* L.) grown on a Red-Brown Earth in South-Eastern Australia. Aus. J. Agric. Res. 43: 1629-1641.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

Thomas, D. L. 1990. Planting date effect and double cropping potential of rape in the south eastern US. Appl. Agric. Res. 1(3) 205-211.

Walch, H. 1992. Is it possible to sow rape with the combine harvester? DLF- Mittelungen (Germany, F. R.). 107(6) 42-43.

Whitfield, D. 1992. Effect of temperature and ageing on CO_2 exchange of pods of oilseed rape. Field Crops Res. 28: 101-112.

Zhu, G. X., D. J. Midmore, B. J. Radford and D. F. Yule. 2004. Effect of timing of defoliation on wheat (*Triticum aestivum* L.) in central Queensland. Field Crops Res. 88: 211-226.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]

Effect of planting date and source - sink limitation on grain yield and yield components in three rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars

Mozafari, S.[1], H. Pirdashti[2], M. A. Esmaili[3], V. Ramea[4], A. Heidarzade[5] and S. R. Mostafavian[5]

ABSTRACT

Mozafari, S., H. Pirdashti, M. A. Esmaili, V. Ramea, A. Heidarzade and S. R. Mostafavian. 2010. Effect of planting date and source - sink limitation on grain yield and yield components in three rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. **Iranian Journal of Crop Sciences. 12 (4) 482-498. (In Persian)**

To study the effect of different planting dates and source-sink limitations on grain yield and its components in three rapeseed cultivars, a field experiment was conducted using split-factorial arrangements in randomized complete block design with three replications at Bayekola Research Station, Sari, Iran, in 2006 and 2007 cropping seasons. Planting dates; 22 October and 01 November were assigned to main plots and three rapeseed cultivars : Hayola 401, RGS 003 and Sarigol and source-sink limitations at five levels: removing 1/3 of leaves from lower, middle and upper parts of plant, removing 1/3 of flowers and control in factorial arrangement were randomized in sub-plots. Results showed that rapeseed cultivars had very significant ($P<0.01$) differences for all measured traits, except for grain number.silique^{-1} ($P<0.05$). Planting date had significant effect on plant height, grain yield, silique number.plant^{-1} and silique length. The first sowing date was more suitable than the second date for growing rapeseed cultivars. Hayola 401 and RGS 003 had the highest grain yield (2911 and 2808 kg.ha^{-1}) in the second cropping season, and the highest grain yield (2988 kg.ha^{-1}) at the first planting date was related to Hayola 401. The lowest grain yield was obtained from RGS 003 (974 kg.ha^{-1}) in 2006 cropping season and , the second planting date (1556 kg.ha^{-1}). All treatments - significantly ($P<0.01$) affected the silique number.plant^{-1}. Furthermore, all traits except silique number.plant^{-1} (248.08 siliques in 2007) and 1000 grain weight (4.08 g in 2007), had greater scores in 2007 in comparison with the 2006 cropping season. It seems that source limitation might not be determining factor for mentioned rapeseed cultivars, because of better yield in cutting of one third lower leaves compared to control.

Keywords: Limitation, Grain yield, Rapeseed, Sink, Source and Sowing date

Received: June, 2009 **Accepted: May, 2010**

1- MSc Student, Sari Agriculture and Natural Resources Uninversity, Iran
2- Faculty member, Sari Agriculture and Natural Resources Uninversity, Iran (Corresponding author)
(Email: pirdasht@yahoo.com)
3- Faculty member, Sari Agriculture and Natural Resources Uninversity, Iran
4- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Mazandarn Province, Sari, Iran
5- MSc Student, Sari Agriculture and Natural Resources Uninversity, Iran

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.4.9.2]