



اختلاف عملکرد و کارایی مصرف نور در ارقام بهاره کلزا

مهدی عزیزی^۱ و پویا آروین^۲

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی بجنورد،^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی بجنورد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۰/۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱/۳۱

چکیده

به منظور مقایسه عملکرد، اجزای عملکرد، ارتفاع بوته، ماده خشک کل و کارایی مصرف نور در بین ۱۳ رقم کلزای بهاره از سه گونه *Brassica juncea* و *Brassica rapa*، *Brassica napus* آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طوق، مشهد در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ با ۴ تکرار به اجرا درآمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام از لحاظ عملکرد، اجزای عملکرد، ارتفاع بوته و وزن خشک کل تفاوت معنی‌داری وجود داشت. به غیر از تعداد غلاف در بوته، هیبریدهای هایولا دارای اجزای عملکردی بیشتری نسبت به سایر ارقام بودند. در این آزمایش به ترتیب ارقام هایولا ۳۳۰ با متوسط ۱۴۷۵ کیلوگرم در هکتار، BP18 با متوسط ۱۲۷۷ کیلوگرم در هکتار و هایولا ۴۰۱ با متوسط ۱۲۷۴ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بودند. میانگین عملکرد در ارقام بهاره گونه کلزای معمولی بیشتر از ارقام گونه شلغم روغنی بود. کارایی مصرف نور ما بین ارقام متفاوت بود و مقادیر این صفت از 0.4487 ± 0.0201 تا 1.8355 ± 0.0707 در بین ارقام متغیر بود. در این میان رقم هایولا ۳۳۰ با متوسط 1.835 ± 0.07 گرم بر مگازول ورقم زرفام با متوسط 1.312 ± 0.0725 گرم بر مگازول براساس تشعشع فعال فتوسنتزی بیشترین مقادیر کارایی مصرف نور را داشتند. به طور کلی با توجه به شرایط آزمایش، کارایی مصرف نور برای ارقام کلزای معمولی بیشتر از گونه شلغم روغنی و خردل هندی بود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، اجزای عملکرد، کلزای معمولی (*B. napus*)، شلغم روغنی (*B. rapa*)،

خردل هندی (*B. juncea*)، کارایی مصرف نور

* - مسئول مکاتبه: pooya.arvin@gmail.com

مقدمه

کلزا یکی از دانه‌های ارزشمند روغنی است که در سال‌های اخیر توجه بسیاری را به خود جلب کرده و در طرح کاهش واردات روغن نباتی نیز سهم فراوانی برای آن در نظر گرفته شده است. این محصول در بین دانه‌های روغنی جهان بیشترین رشد را در دهه‌های اخیر داشته و امروزه مقام سوم را پس از سویا و نخل روغنی در فرآورده‌های روغنی نباتی احراز کرده است (آینه‌بند، ۱۹۹۲).

عملکرد دانه نتیجه فعالیت یک جامعه گیاهی طی فصل رشد و نمو، استفاده از تشعشع، مواد غذایی، آب و سایر عوامل محیطی است (کلارک و همکاران، ۱۹۷۸-الف). عملکرد کلزا در واحد سطح تحت تأثیر تراکم بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن تک دانه می‌باشد (ترلینگ، ۱۹۷۴-الف؛ ترلینگ، ۱۹۷۴-ب). بری (۲۰۰۶) بیان کرد که عملکرد کلزا را می‌توان به دو جز تعداد دانه در مترمربع و وزن دانه تقسیم کرد. این دو جز در واقع اندازه مخزن را مشخص می‌کند. آلن و همکاران (۱۹۷۲) اشاره کردند که در کلزا سه ساختار کانوبی شامل کانوبی رویشی، گل‌دار و کانوبی غلاف‌دار وجود دارد که روی عملکرد نهایی دانه تأثیر می‌گذارند. همچنین اسکات و همکاران (۱۹۹۹) بیان کردند اگر عملکرد کلزا به‌طور مستقیم با ساختار کانوبی بعد از گلدهی در ارتباط باشد، پارامترهایی مانند، جذب ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، داشتن ضریب خاموشی ۰/۷۵ براساس قانون لامبرت بیر، تداوم ۳۵ روز دوره پر شدن دانه، همراه با جذب ۱۸ مگاژول نور در مترمربع در روز و تبدیل هر مگاژول به ۰/۶ گرم وزن دانه در این ساختار (کانوبی غلاف‌دار) موجب بهبود عملکرد خواهد شد. ترلینگ (۱۹۷۴-ب) وزن خشک پایانی و عملکرد دانه در گونه کلزای معمولی را بیشتر از گونه شلغم روغنی گزارش کرد.

هابکوت (۱۹۹۳) نشان داد که تعداد دانه در غلاف کلزا در لایه‌های مختلف کانوبی تفاوت چندانی ندارد ولی دایپنیروگ (۲۰۰۰) بیان کرد که تعداد دانه در غلاف از شاخه‌های بالایی تا شاخه‌های پایین‌تر کاهش می‌یابد.

وزن دانه یک صفت ژنتیکی است و بیشتر از شرایط زراعی و محیطی به رقم بستگی دارد (دجنهارت و کندرا، ۱۹۸۱؛ کافی و همکاران، ۲۰۰۱؛ راثو و مندهام، ۱۹۹۱).

ژنوتیپ‌های مختلف براسییکا عموماً در ارتفاع متوسط گیاه با هم دیگر فرق می‌کنند (اقبال و همکاران، ۲۰۰۸، اوزر، ۲۰۰۳). علت اختلاف ارتفاع در ارقام کلزا را می‌توان به اختلاف موجود در تعداد روزتا رسیدگی نسبت داد (اوزر، ۲۰۰۳). هابکوت (۱۹۹۳) گزارش کرد حداکثر تجمع ماده

خشک بذور در انتهای گلدهی، وقتی پوسته غلاف‌ها به حداکثر وزن خود رسیده‌اند حاصل می‌شود. ترلینگ (۱۹۷۴-ب) رابطه مثبتی بین وزن خشک کل و عملکرد به‌دست آورد.

کارایی مصرف نور عبارت از مقدار ماده خشک تولید شده برحسب گرم به ازای هر مگاژول انرژی خورشید دریافت شده می‌باشد (ماچو و سینکلر، ۱۹۹۴؛ سینکلر و ماچو، ۱۹۹۹؛ پارسل و همکاران، ۲۰۰۲؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶). درمدل‌های شبیه‌سازی، میزان رشد گیاهان زراعی (تولید ماده خشک) در غیاب عوامل محدود کننده رشد به‌صورت حاصل‌ضرب تشعشع فعال فتوسنتزی رسیده، درصد تشعشع دریافت شده و در نهایت کارایی استفاده از تشعشع دریافت شده، بیان می‌شود (ریزعلی و همکاران، ۲۰۰۲).

مقدار کارایی مصرف نور بستگی زیادی به نوع گونه زراعی دارد. گیاهان چهار کربنه دارای کارایی مصرف نور بالاتری نسبت به گونه‌های سه کربنه می‌باشند. در گیاهان چهار کربنه حداکثر کارایی مصرف نور به‌ترتیب متعلق به نیشکر، ذرت، سورگوم با ۲، ۱/۷۷ و ۱/۴ و در گیاهان سه کربنه بالاترین کارایی مصرف نور به‌ترتیب به سیب‌زمینی، آفتابگردان، برنج و جو با ۱/۷، ۱/۵۶، ۱/۴۶ و ۱/۳۹ گرم بر مگاژول می‌باشد (سینکلر و ماچو، ۱۹۹۹). مقدار راندمان مصرف نور برای کلزای پاییزه ۱/۲ و برای کلزای بهاره ۱/۵ گرم ماده خشک به ازای هر مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی است. این مقادیر مربوط به قبل از گلدهی (قبل از ریزش برگ‌ها) بوده و شامل فتوسنتز غلاف نمی‌باشد (ماریسون و استیوارت، ۱۹۹۵).

میزان راندمان مصرف نور در زمان پرشدن دانه در کلزا کاهش یافته و در حدود ۰/۴ تا ۰/۷۵ گرم مگاژول است. یکی از علل کاهش راندمان مصرف نور در زمان پرشدن دانه این است که نیاز به مواد فتوسنتزی برای تولید هر گرم روغن حدود ۴۵ درصد افزایش می‌یابد، همچنین ظرفیت فتوسنتزی غلاف کمتر از ظرفیت فتوسنتزی برگ است (ماریسون و استیوارت، ۱۹۹۵). افزایش محتوی نیتروژن موجب افزایش کارایی مصرف نور می‌شود. نیتروژن موجب توسعه برگ‌ها شده، و سطح دریافت‌کننده نور خورشید را افزایش می‌دهد، همچنین در ساختمان آنزیم‌های احیاکننده CO_2 وجود دارد. علاوه بر این وجود نیتروژن بیشتر در برگ و گل آذین کلزا در مقایسه با گندم، راندمان مصرف نور را به‌مقدار بیشتری افزایش می‌دهد که می‌تواند به‌دلیل ساختار اسفنجی مزوفیل برگ در کلزا باشد (دریسر و همکاران، ۲۰۰۰).

با توجه به اهمیت توسعه کشت دانه‌های روغنی به‌ویژه کلزا به‌دلیل امکان کشت بهاره، بهره‌وری بیشتر از آب و منابع، بالا بودن درصد روغن کلزا در بین دانه‌های روغنی (۴۵-۴۰ درصد) و از همه مهم‌تر ضرورت کاهش واردات این منبع غذایی، تحقیق حاضر با هدف بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف نور ارقام بهاره کلزا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق (مشهد) انجام شد. از نظر موقعیت جغرافیایی، مزرعه آزمایشی در جنوب شرقی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۰۰۳ متر از سطح دریا واقع شده بود. متوسط دراز مدت بارندگی سالانه ۲۸۶ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد بود. بافت خاک مزرعه سیلتی لوم و زمین در سال قبل از اجرای طرح آیش بود. در این آزمایش ۱۳ رقم کلزا از سه گونه براسیکا شامل *Brassica rapa*، *Brassica napus* و *Brassica juncea* در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار ارزیابی شد. کشت در ۶ اسفند ۱۳۸۵ انجام شد. ارقام هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۳۰، *RGS003*، *Sarigol*، *Option 500*، زرفام، *Echo* و *Swchotshot* متعلق به گونه *Brassica napus* و ارقام *Hysun 110*، *GoldRush*، *Rinbow* و *Parkland* متعلق به گونه *Brassica rapa* و رقم *BP18* متعلق به گونه *Brassica juncea* بود.

کاشت روی ردیف‌هایی با فاصله ۳۰ سانتی‌متر و تراکم ۹۳ بوته در مترمربع انجام شد. هر کرت شامل ۴ خط کاشت ۶ متری بود. کود پایه بر مبنای آزمون خاک و قبل از کشت به‌صورت، ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار N از منبع اوره، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 از منبع سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار K_2O از منبع سولفات پتاسیم، مصرف شد. در زمان شروع رشد سریع نیز کود ازته سرک به‌میزان ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار استفاده شد. آبیاری مزرعه براساس تخلیه ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک در عمق توسعه ریشه‌ها و به‌طریق نشتی و با استفاده از سیفون انجام شد. برای سنجش نسبت تشعشع دریافتی از دستگاه *Sunscan* مدل $1/05$ SSI-UM استفاده شد. برای این منظور ابتدا دستگاه مطابق با شرایط منطقه تنظیم شد و براساس روش ویلهلم و همکاران (۲۰۰۰) ابتدا پروب این دستگاه در زیر گیاهان، نزدیک سطح خاک قرار می‌گرفت به‌طوری‌که انتها و

ابتدای پروب دستگاه در فاصله بین ردیف‌ها قرار داشته باشد، سپس میزان تشعشع بالا و پایین کانوپی ثبت می‌گردد. این عمل در هر کرت سه مرتبه انجام می‌شد و از میانگین آنها برای مقادیر تشعشع بالا و زیرکانوپی آن کرت استفاده شد. اندازه‌گیری تشعشع تا بسته شدن کانوپی کلزا (قبل از ریزش برگ‌ها) حدوداً در فاصله ساعت ۱۱ تا ۱۳ (ظهر خورشیدی) انجام شد. این اندازه‌گیری‌ها دقیقاً قبل از نمونه‌برداری ماده خشک صورت می‌گرفت.

یادداشت‌برداری از تشعشع ورودی و جذب شده توسط کانوپی از سبزشدن تا ۹۲ روز بعد از کاشت (۵ بار) انجام شد و بعد از آن مقدار کسر تشعشع دریافت شده (F) از طریق معادله (۱) محاسبه گردید (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶).

$$F = 1 - \frac{BLW}{UP} \quad (1)$$

در این معادله پارامترهای F، کسر تشعشع دریافت شده، BLW، نور زیر کانوپی، UP، نور در بالای کانوپی بودند.

برای پیدا کردن مقدار کسر تشعشع دریافت شده (F) در حد فاصل روزهای نمونه‌برداری، از معادله‌های ۲ و ۳ استفاده شد.

$$F = F_1 + R(X - X_1) \quad (2)$$

$$R = \frac{F_2 - F_1}{X_2 - X_1} \quad (3)$$

در این معادله F، کسر تشعشع دریافت شده (بین نقاط نمونه‌برداری)، F₁ و F₂، کسر تشعشع دریافت شده در نقاط نمونه‌برداری، X₁ و X₂، روز بعد از کاشت در زمان یادداشت‌برداری از تشعشع، X، روز بعد از کاشت مشخص (بین نقاط نمونه‌برداری) بودند.

ساعات آفتابی برای هر روز در این مدت (سبز شدن تا ۹۲ روز پس از کاشت) از اداره هواشناسی ایستگاه سینوپتیک مشهد گرفته شد و به تشعشع خورشیدی رسیده تبدیل شد (دورنباس و پرویت، ۱۹۷۷). مقادیر تشعشع خورشیدی رسیده روزانه از حاصل ضرب تشعشع خورشیدی رسیده و کسر تشعشع دریافت شده (F) در هر روز محاسبه گردید. سپس برای به دست آوردن تشعشع خورشیدی رسیده تجمعی، مقدار تشعشع خورشیدی رسیده هر روز (روزانه) با مجموع تشعشع رسیده روزهای

قبل جمع شد. کارآیی مصرف نور از برآزش رابطه خطی بین تشعشع تجمعی دریافت شده و ماده خشک تجمعی محاسبه شد که شیب این خط کارایی مصرف نورمی باشد (سینکلر و ماچو، ۱۹۹۹). برای اندازه‌گیری ارتفاع، از هر کرت سه بوته در زمان رسیدن فیزیولوژیک انتخاب و ارتفاع بوته از محل طوقه تا انتهای بلندترین ساقه اصلی انجام شد و میانگین آن برای تک بوته حساب گردید. اندازه‌گیری وزن خشک بوته، از ۰/۲۵ مترمربع هر کرت در مرحله گلدهی انجام شد. نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شده و توزین گردید. در زمان رسیدگی، عملکردنهایی از برداشت دو خط کاشته شده در هر کرت به دست آمد. سطح برداشت معادل ۳ مترمربع از هر کرت بود و نتایج برحسب کیلوگرم در هکتار تبدیل گردید. اجزای عملکرد نیز شامل تعداد شاخه‌های فرعی در هر بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف با نمونه‌گیری‌های تصادفی به تعداد ۵ بوته از هر کرت و تبدیل آن به واحد تک بوته اندازه‌گیری شد. وزن هزار دانه در انتهای فصل رشد و از دانه‌های حاصل از برداشت نهایی به صورت ۱۰ نمونه ۱۰۰ دانه‌ای از هر کرت اندازه‌گیری و وزن هزار دانه براساس میانگین این نمونه‌ها تعیین گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای آماری SAS ۹/۱ و Excell استفاده شد. همچنین مقایسه میانگین داده با استفاده از آزمون مقایسه میانگین چنددامنه‌ای دانکن صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه: براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) بین ارقام از لحاظ عملکرد دانه تفاوت بسیار معنی‌داری وجود داشت. نتایج مقایسات میانگین عملکرد ارقام (جدول ۲) نشان داد که به ترتیب ارقام هایولا ۳۳۰ با ۱۴۷۵، BP18 با ۱۲۷۷ و هایولا ۴۰۱ با ۱۲۷۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ارقام GoldRush با ۴۶/۱۲ و زرفام با ۷۵/۸۹ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار عملکرد دانه را داشتند. برتری عملکرد دانه هیبرید هایولا ۳۳۰ با بالابودن کارآیی مصرف نور این رقم (جدول ۳)، و سهم بیشتر اجزای عملکردی همچون وزن هزار دانه، تعداد شاخه فرعی و ماده خشک کل (جدول ۲)، در ارتباط می‌باشد.

در رقم BP18، بیشترین تعداد غلاف در بوته، عملکرد بالایی را برای این رقم به دنبال داشته است (جدول ۲). با توجه به ماهیت پاییزه-بهاره بودن ارقام زرفام و GoldRush، کشت بهاره آنها با

عدم تامین واحدهای سرمایایی روبرو شده و پیامد آن تاخیر در ورود به فاز زایشی و گل انگیزی بوده است. این مهم باعث کاهش چشم‌گیر عملکرد در این دو رقم نسبت به سایرین شد. ترلینگ (۱۹۷۴) گزارش کرد که وزن خشک پایانی و عملکرد دانه در گونه کلزای معمولی بیشتر از گونه شلغم روغنی است. نتایج این آزمایش نیز این موضوع را تایید کرد و به‌طور متوسط، عملکرد در ارقام گونه کلزای معمولی (۸۵۵/۴۴ کیلوگرم در هکتار) بیشتر از ارقام گونه شلغم روغنی (۷۹۹ کیلوگرم در هکتار) بود. در این تحقیق متوسط عملکرد کل ارقام بهاره ۸۷۸/۳۸ کیلوگرم در هکتار ثبت گردید.

تعداد شاخه فرعی در بوته: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که بین ارقام از لحاظ این صفت تفاوت بسیار معنی‌داری وجود داشت. رقم هایولا ۳۳۰ با ۸/۵ و BP18 با ۷/۳ شاخه فرعی در بوته بیشترین و رقم GoldRush با ۰/۰۲ شاخه فرعی کمترین مقادیر این صفت را داشتند (جدول ۲). کمتر بودن تعداد شاخه‌های فرعی بارور در گیاه سبب کمتر شدن تعداد غلاف و در نهایت سبب کاهش عملکرد دانه در گیاه می‌شود (بایر و بلاک، ۱۹۸۴؛ شیرانی راد، ۱۹۹۴). میزان شاخه‌دهی به رقم، محیط، تغذیه گیاه، تکنیک‌های زراعی و غیره بستگی دارد. به‌طور کلی محققان متفاوت بودن توان شاخه‌دهی بین گونه‌های مختلف جنس براسیکا را گزارش کرده‌اند (عزیزی و همکاران، ۱۹۹۹؛ رائو و مندهام، ۱۹۹۱). افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته، ظرفیت مخزن مواد فتوسنتزی در گیاه کلزا را افزایش می‌دهد (داینبروگ، ۲۰۰۰).

تعداد غلاف در بوته: براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) بین ارقام کلزا از لحاظ تعداد غلاف در بوته تفاوت بسیار معنی‌داری دیده شد. رقم BP18 با ۱۴۶/۵ بیشترین و GoldRush با ۰/۰۱۲ و زرفام با ۵/۳ کمترین تعداد غلاف در بوته را داشتند (جدول ۲). داینبروگ (۲۰۰۰) گزارش کرد که تعداد غلاف در بوته در عملکرد دانه موثر است و این ویژگی تحت تأثیر بقای شاخه‌ها، غنچه‌ها و گل‌ها است. افزایش سطح سبز غلاف‌ها موجب رشد بیشتر بذرشده و دانه کمتر سقط می‌گردد. در واقع تعداد غلاف در بوته را می‌توان یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده عملکرد دانست (مندهام و همکاران، ۱۹۸۱-الف؛ تیلور و اسمیت، ۱۹۹۲).

ارقام در این آزمایش از اواسط دوره رشد با دماهای بالا مواجه شدند و گونه خردل هندی (*B.juncea*) سازگاری بهتری را به شرایط گرم و خشک نشان داد و با توجه به مکانیزم فرار از

خشکی، گلدهی در آن زودتر شروع شد. این نشان می‌دهد که گونه *B.juncea* نسبت به شرایط گرم مقاوم‌تر بوده و غلاف‌های خود را بهتر حفظ می‌کند (انگدی و همکاران، ۲۰۰۰؛ کومامر و سین، ۱۹۹۸). شاید بتوان برتری نسبی عملکرد رقم BP18 را با این صفت مربوط دانست.

تعداد دانه در غلاف: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) تفاوت بسیار معنی‌داری را بین ارقام کلزا از لحاظ تعداد دانه در غلاف نشان داد. رقم هایولا ۴۰۱ با ۲۸/۸ و GoldRush با ۰/۰۰۱ دانه کمترین مقادیر را داشتند (جدول ۲).

تعداد دانه از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین‌کننده حجم مخزن است و به عبارت دیگر هر چه تعداد دانه بیشتر باشد، مخزن بزرگتری برای جذب مواد متابولیکی فراهم می‌گردد (تومی و ایوانز، ۱۹۹۲). انتخاب ارقامی که تعداد دانه در غلاف بیشتر و وزن هزار دانه بزرگتری دارند، برای به‌دست آوردن عملکرد بالا مفید است (مندهام و همکاران، ۱۹۸۱-الف). به نظر می‌آید هیبرید هایولا ۴۰۱ دارای چنین ویژگی باشد.

وزن هزار دانه: براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) بین ارقام کلزا از لحاظ وزن هزار دانه تفاوت بسیار معنی‌داری وجود داشت. رقم هایولا ۴۰۱ با ۳/۳۷۵ گرم بیشترین و رقم GoldRush با ۱/۸۵ کمترین وزن هزار دانه را دارا بودند. وزن هزار دانه یک صفت ژنتیکی است و بیشتر از شرایط زراعی و محیطی به رقم بستگی دارد (دجنهارت و کندرا، ۱۹۸۱).

ارتفاع گیاه: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که بین ارقام از لحاظ این صفت تفاوت بسیار معنی‌داری وجود داشت. رقم BP18 با ۱/۴۲ متر بیشترین و رقم GoldRush با ۰/۶۵ متر کمترین ارتفاع ساقه را داشتند (جدول ۲). محققان تفاوت‌ها را برای صفت ارتفاع بین ارقام و گونه‌های براسیکا گزارش کرده‌اند (اقبال و همکاران، ۲۰۰۸؛ اوزر، ۲۰۰۳). ارتفاع بلندتر گیاه در اثر داشتن محور گل آذین بلندتر یا به عبارتی داشتن تعداد بالقوه بیشترین گل و غلاف روی گل آذین ساقه حاصل می‌شود. ریزش برگ‌ها در مرحله پرشدن غلاف‌ها نیز باعث می‌شود که فتوسنتز گیاه منحصراً توسط غلاف و ساقه‌ها انجام شود. بنابراین داشتن ساقه طویل‌تر به معنی داشتن سطح فتوسنتزکننده بیشتر و تولید مواد متابولیکی بیشتر برای پرکردن غلاف‌ها و دانه‌ها می‌باشد (نورتون و همکاران، ۱۹۹۱). شاید بتوان برتری نسبی عملکرد دانه رقم BP18 را با این صفت مرتبط دانست (جدول ۲).

میانگین ارتفاع در ارقام مورد بررسی در گونه خردل هندی (*B.juncea*) بیشترین مقدار بود و به ترتیب گونه کلزای معمولی و گونه شلغم روغنی در مراحل بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). اقبال و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که ژنوتیپ‌های خردل هندی دارای متوسط ارتفاع بیشتر از ژنوتیپ‌های کلزای معمولی است.

ماده خشک کل: نتایج بررسی ماده خشک کل نشان داد که بین ارقام اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). رقم هایولا ۳۳۰ با ۱۸۰۵ گرم بر مترمربع بیشترین و رقم *GoldRush* با ۶۶۷/۳ گرم بر مترمربع دارای کمترین ماده خشک کل بودند (جدول ۲).

بالا بودن ماده خشک کل در رقم هایولا ۳۳۰ را می‌توان به نوعی یکی از فاکتورهای موثر در برتری عملکرد این رقم نسبت به سایرین عنوان کرد (جدول ۲). ترلینگ (۱۹۷۴)، رابطه مثبتی را بین عملکرد و وزن خشک کل در گیاه کلزا گزارش کرده است. وی معتقد است که بیشتر تفاوت بین ارقام در وزن خشک، مربوط به تفاوت‌های بین سطوح فتوسنتزکننده می‌شود. همچنین تفاوت در صفات نموی، مرفولوژیکی و رشدی گیاه نیز تفاوت‌هایی را در وزن خشک ارقام به وجود می‌آورد.

کارایی مصرف نور: برای توصیف رابطه بین ماده خشک تجمعی گیاه در مقابل تشعشع دریافت شده تجمعی (براساس تشعشع فعال فتوسنتزی) از رگرسیون ساده خطی استفاده شد و شیب خط حاصله به عنوان کارایی مصرف نور در نظر گرفته شد. کارایی مصرف نور عبارت از مقدار ماده خشک تولید شده بر حسب گرم به ازای هر مگاژول انرژی خورشیدی دریافت شده، می‌باشد (ماچو و سینکلر، ۱۹۹۴؛ سینکلر و ماچو، ۱۹۹۹؛ پارسل و همکاران، ۲۰۰۲ و سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶). ارقام هایولا ۳۳۰ (از گونه *B.napus*)، Hysun 110 (از گونه *B.rapa*) و BP18 (از گونه *B.juncea*) به عنوان نمایندگان ارقام سه گونه مورد آزمایش انتخاب و برای پرهیز از زیاده نویسی و تداخل نتایج، استدلال لازم روی آنها انجام شد (شکل ۱). مقادیر کارایی مصرف نور، مقدار ضریب تبیین و ضریب تغییرات برای ارقام کلزای مورد آزمایش در جدول (۳)، نشان داده شده است.

در این آزمایش به ترتیب رقم هایولا ۳۳۰ با $1/8355 \pm 0/07$ گرم مگاژول و رقم زرفام با $1/312 \pm 0/725$ گرم بر مگاژول بیشترین و رقم BP18 با $0/4487 \pm 0/201$ گرم بر مگاژول کمترین مقادیر کارایی مصرف نور را براساس تشعشع فعال فتوسنتزی دارا بودند. برخی از منابع بر استفاده از

مقادیر متفاوت کارایی مصرف نور در گونه‌های متفاوت گیاهی و شرایط فراهمی متغییر نهاده‌ها تاکید کرده‌اند (گالو و همکاران، ۱۹۹۳)، اما سلطانی و همکاران (۲۰۰۶) معتقدند که میزان کارایی مصرف نور در بخش بزرگی از دوره زندگی گیاه ثابت می‌باشد.

به نظر می‌رسد که افزایش تعداد شاخه فرعی در هیبرید هایولا ۳۳۰، باعث توزیع و آرایش مناسب و یکنواخت برگ‌ها در کل کانوپی گیاه شده باشد که در نتیجه آن سایه‌اندازی برگ‌ها روی هم کمتر شده و نفوذ نور به کانوپی بیشتر می‌شود (جدول ۲). بهره‌وری مناسب از نور خورشید موجب تولید عملکرد دانه بالاتری در این رقم گردید (جدول ۲). رقم زرفام علی‌رغم داشتن کارایی مصرف نور بالا، عملکرد پایینی داشت. رشد رویشی این رقم به دلیل عدم سازگاری با کشت بهاره زیاد بود.

رقم BP18، کارایی مصرف نور پایینی را نشان داد. به نظر می‌رسد عوامل دیگری به جز این صفت در شکل‌گیری عملکرد این رقم نقش موثرتری داشته‌اند. اگر یادداشت‌برداری نور در این رقم تا اتمام غلاف‌دهی ادامه می‌یافت، با توجه به بالا بودن تعداد غلاف در بوته در نتیجه افزایش سطح سبز غلاف، کارایی مصرف نور در این رقم نیز افزایش می‌یافت.

به طور کلی با توجه به شرایط آزمایش، شیب افزایش ماده خشک در واحد تشعشع دریافت شده جمعی، برای ارقام *B.napus* از دو گونه دیگر بیشتر بود (جدول ۳ و شکل ۱). این نشان از کارایی بالاتر انتقال و ذخیره مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی و کاربرد آنها در ساخت عملکرد (داینبروک، ۲۰۰۰) برای ارقام این گونه دارد. داده‌های کارایی مصرف نور (جدول ۳) نشان می‌دهد که میانگین این صفت در ارقام *B.napus* معادل ۰/۹۹ و برای ارقام *B.rapa* معادل ۰/۶۹ و در *B.junceae* معادل ۰/۴۴ گرم بر مگاژول بود.

به طور کلی کارایی مصرف نور و اجزای عملکرد از مولفه‌های تاثیرگذار در شکل‌گیری عملکرد نهایی دانه هستند. این تاثیرات منجر به برتری عملکرد دانه نماینده ارقام *B.napus*، رقم هایولا ۳۳۰ در مقایسه با ارقام دو گونه دیگر گردید. به نظر می‌آید که انجام پژوهش‌های بیشتری در رابطه با عوامل موثر بر کارایی مصرف نور و مدیریت اجزای عملکرد از طریق روش‌های به زراعی در کشت ارقام مقاوم به سرمای کلزا در اواخر زمستان در مناطق معتدل سرد لازم باشد.

مهدی عزیزی و پویا آروین

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد، ارتفاع بوته و وزن خشک کل ارقام بهاره کلزا در شرایط آزمایش.

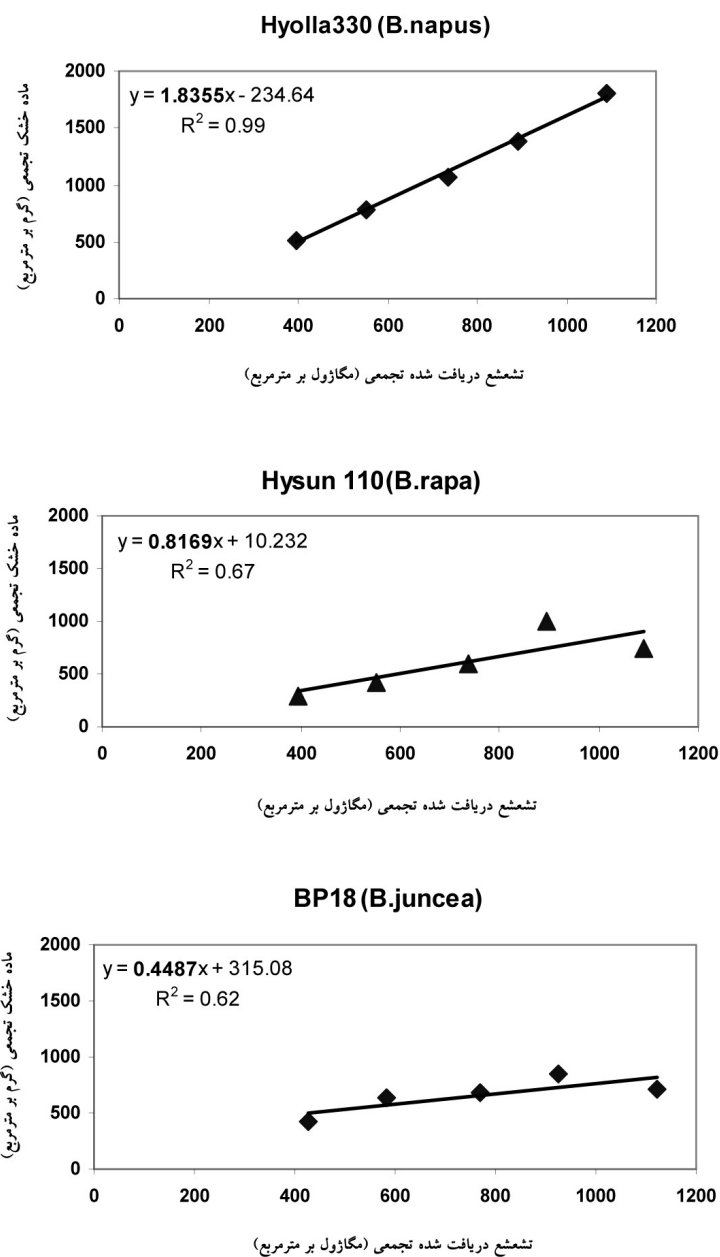
مقادیر F								منابع تغییر
وزن خشک کل	ارتفاع	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	درجه آزادی	
۲/۷۵ ^{ns}	۴/۵۵**	۷/۲۴*	۰/۴۲ ^{ns}	۱/۶۴ ^{ns}	۳/۳۰*	۱/۰۶ ^{ns}	۳	تکرار
۲/۲۶*	۶/۸۶**	۴۰/۴۰**	۶۲/۲۹**	۹/۲۰**	۱۰/۱۴**	۶/۰۸**	۱۲	ارقام
-	-	-	-	-	-	-	۳۶	خطا
%۲۰	%۱۳/۱۵	%۱۸/۷۴	%۹/۸۳	%۲۶/۳۹	%۳۵/۲۹	%۴۱/۶۵	-	ضریب تغییرات

^{ns}، * و ** به ترتیب نشان دهنده غیرمعنی داری و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد، ارتفاع بوته و وزن خشک کل ارقام بهاره کلزا در شرایط آزمایش.

ارقام	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه کیلوگرم در (هکتار)	ارتفاع (متر)	وزن خشک کل (گرم در مترمربع)
Hyola 401	۵/۲۲ ^{bc}	۸۴/۱۳ ^{bcd}	۲۸/۸۵ ^a	۳/۳۷۵ ^a	۱۲۷۴ ^a	۰/۹۵۲ ^{bc}	۱۱۹۳/۵ ^{abc}
Hyola 330	۸/۵۷ ^a	۱۰۸/۷ ^b	۲۲/۶ ^{ab}	۲/۸۷۸ ^b	۱۴۷۵ ^a	۰/۹۴۲ ^{bc}	۱۸۰۵ ^a
Option 500	۵/۳۷ ^{bc}	۸۵/۰۷ ^{bcd}	۲۲/۶۵ ^{ab}	۲/۱۸۰ ^{de}	۴۶۴/۳ ^e	۱/۰۲۳ ^{bc}	۱۲۷۴/۹ ^{abc}
Sarigol	۴/۱۲ ^c	۵۷/۳ ^{cd}	۲۱/۱۵ ^{abc}	۲/۵۳ ^c	۵۲۶/۸ ^{de}	۱/۰۳۰ ^{bc}	۱۰۷۲/۶ ^{bc}
RGS003	۳/۷۲ ^c	۴۵/۳ ^d	۲۵/۰۵ ^{ab}	۲/۶۸۵ ^{bc}	۱۰۰۷ ^b	۰/۹۶۵ ^{bc}	۹۳۱/۶ ^{bc}
Zarfam	۰/۸ ^{de}	۵/۳۷ ^e	۱۲/۹ ^d	۲/۰۸۵ ^{def}	۷۵/۸۹ ^f	۱/۰۶۷ ^b	۱۶۵۳/۹ ^{ab}
Parkland	۵/۲۷ ^{bc}	۱۰۷/۹ ^b	۱۸/۵۵ ^{bcd}	۲/۰۴۰ ^{ef}	۷۵۷/۴ ^c	۰/۹۷ ^{bc}	۹۴۳/۲ ^{bc}
GoldRush	۰/۰۲ ^e	۰/۰۱۲ ^e	۰/۰۰۱ ^e	۱/۸۵ ^h	۴۶/۱۲ ^f	۰/۶۵ ^d	۶۶۷/۳ ^c
Echo	۴/۹۵ ^{bc}	۹۶/۴ ^{bc}	۲۱/۲ ^{abc}	۱/۵۳۸ ^g	۷۴۵/۵ ^c	۰/۹۶۲ ^{bc}	۶۷۸/۱ ^c
Swchotshot	۵/۵۲ ^{bc}	۷۱/۲۲ ^{bcd}	۱۳/۹ ^{cd}	۱/۷۸۳ ^{fg}	۴۹۵/۵ ^e	۰/۹۰۷ ^{bc}	۸۷۵ ^c
B.P18	۷/۳۷ ^{ab}	۱۴۶/۵ ^a	۱۲/۵ ^d	۲/۳۸۳ ^{cd}	۱۲۷۷ ^a	۱/۴۲ ^a	۱۰۶۴/۱ ^{bc}
Rinbow	۲/۹۷ ^{cd}	۵۳/۴۷ ^d	۲۴/۹ ^{ab}	۲/۶۳۲ ^{bc}	۹۲۸/۶ ^{bc}	۱/۰۳۰ ^{bc}	۹۴۹/۴ ^{bc}
Hysun 110	۲/۵ ^{bc}	۱۰۰/۳ ^b	۱۸/۴ ^{bcd}	۱/۵۹۰ ^g	۷۱۱/۳ ^{cd}	۰/۸۴۵ ^c	۹۹۹ ^{bc}

میانگین‌ها دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار نمی باشند.



شکل ۱- میزان ماده خشک تجمعی به ازای تشعشع تجمعی جذب شده در سه رقم از سه گونه متفاوت کلزا.

جدول ۳- کارایی مصرف نور (RUE+SE)، ضریب تبیین (R²) و ضریب تغییرات (CV) در ارقام بهاره کلزا.

ضریب تغییرات (CV درصد)	ضریب تبیین (R ²)	کارایی مصرف نور (RUE±SE) (گرم ماده خشک بر مگازول)	رقم
۱۴/۷۹	۰/۸۶۲	۱/۰۳۳ ± ۰/۲۳۸	Hyolla 401
۳/۶	۰/۹۹۵۲	۱/۸۳۵۵ ± ۰/۰۷	Hyolla 330
۳۹/۱	۰/۴۷۸۲	۱/۰۵۷ ± ۰/۶۳	Option 500
۲۰/۰۷	۰/۷۳۴۶	۰/۸۵۴۲ ± ۰/۲۹۶	Sarigol
۲۹/۲۰	۰/۵۶۷۸	۰/۶۵۹۹ ± ۰/۳۳۲	RGS003
۳۱/۲	۰/۵۲۱۷	۱/۳۱۲ ± ۰/۷۲۵	Zarfam
۱۰/۶۱	۰/۸۹۶۱	۰/۶۴۱۷۷ ± ۰/۱۲۶	Parkland
۱۷/۵۴	۰/۷۵۶۶	۰/۵۷۳۷۵ ± ۰/۱۸۷	GoldRush
۲۰/۲۹	۰/۷۲۳۵	۰/۵۵۲۶ ± ۰/۱۹۷	Echo
۱۵/۸۸	۰/۸۶۸۳	۰/۶۶۰۸۱ ± ۰/۱۴۸	Swchotshot
۱۶/۸۰	۰/۶۲۲۶	۰/۴۴۸۷ ± ۰/۲۰۱	BP18
۲۸/۲۵	۰/۶۵۴۷	۰/۷۶۴۶ ± ۰/۳۲۰	Rinbow
۲۹/۶۲	۰/۶۷۲۴	۰/۸۱۶ ± ۰/۳۲	Hysun 110

فهرست منابع

- Allen, E.J., Morgan, D.G., and Ridgman, W.J. 1971. A physiological analysis of oilseed rape. *J. Agric. Sci. Camb.* 77:339-347.
- Angadi, S.V., Cutforth, H.W., Miller, P.R., McConkey, B.G., Entz, M.H., Brandt, S.A., and Volkmar, M. 2000. Response of three Brassica species to high temperature stress during reproductive growth. *Can. J. Plant Sci.* 80:693-701.
- Ayinehband, A. 1992. Study of sowing time on yield and yield component of winter oilseed rape cultivars. M.Sc thesis. Tarbiyat Modares Tehran University. 161 PP (in Persian).
- Azizi, M., Soltani, A., and Khavari, S. 1999. Brassica oilseeds. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. 230 PP (Translated in Persian).
- Bauer, A., Frank, B., and Black, A.L. 1984. Estimation of spring leaf growth rates and anthesis from air temperature. *Agron. J.* 76: 829-835.
- Berry, M.P., and Spink, J.H. 2006. A physiological analysis of Oilseed rape yield past and future. *J. Agric. Sci.* 199: 381-392.
- Clarke, J.M., and Simpson, G.M. 1978a. Growth analysis of *Brassica napus* cv. Tower. *Can. J. Plant Sci.* 58: 587-595.
- Degenhardt, D.F., and Kondra, Z.P. 1981. The influence of seeding rate on seed yield and growth characters of five genotypes of *Brassica napus*. *Can. J. Plant Sci.* 61: 175-183.
- Diepenbrock, W. 2000. Yield components of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): review. *Field Crops Res.* 67: 35-49.
- Doorenbos, S. J., and Pruitt, W.O. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. 2nd ed. FAO Irrig. and Drain. Paper 24. FAO, Rome.

- Dreecer, M.F., Schapendonk, H.C.M., Oijen, M.V., Sanderpot, C., and Rabbinge, R. 2000. Radiation and nitrogen use at the leaf and canopy level by wheat and oilseed rape during the critical period for grain number definition. *Aust. J. Plant Physiol.* 27: 899-910.
- Gallo, K., Craig, P.S.T., and Wiegand, C.L. 1993. Errors in the measuring absorbed radiation and computing crop radiation use efficiency. *Agron. J.* 85: 1222-1228.
- Habekotte, B. 1993. Quantitative analysis of pad formation, seed set and seed filling in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) under field conditions. *Field Crops Res.* 35:21-33.
- Iqbal, M., Akhtar, N., Zafar, S., and Ali, I. 2008. Genotypic responses for yield and seed oil quality of tow Brassica species under semi-arid environment conditions. *South Afri. J. Bot.* 74: 567-571.
- Kafi, M., Kamkar, B., and Mahdavidamghani, A. 2001. Seed biology and seed yield. *Jahad Daneshgahi Mashhad Press.* 232 PP (Translated in Persian).
- Kummer, A., and Singh, D.P. 1998. Use of physiological indices as a screening technique for drought tolerance in oilseed Brassica species. *Ann. Bot.* 81: 413-420.
- Mendham, N.J., Shipway, P.A., and Scott, R.K. 1981a. The effect of delayed sowing and weather on growth development and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agric. Sci. Camb.* 96: 389-416.
- Morrison, J.M., and Stewart, D.W. 1995. Radiation –use Efficiency in summer Rape. *Agron. J.* 87: 1139-1142.
- Muchow, R.C., and Sinclair, T.R. 1994. Nitrogen response of leaf photosynthesis and canopy radiation use efficiency in field grown maize and Sorghum. *Crop Sci.* 34: 721-727.
- Norton, G., Bilsborrow, P.E., and Shipway, P.A. 1991. Comparative physiology of divergent types of winter rapeseed. Organizing Committee, Saskatoon. 578-582.
- Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield components of two summer rapeseed cultivars. *Eur. J. Agron.* 19: 453-463.
- Purcell, C., BALL, R., Reaper, J.D., and Vories, E. 2002. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. *Crop Sci.* 42: 172-177.
- Rao, M.S.S., and Mendham, N.J. 1991. Comparison of chinoli (*B. compestris* sub sp. *Olieferax sub sp. chinesis*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. *J. Agric. Sci. Camb.* 117: 177-187.
- Rizzalli, R.H., Villalobos, J.F., and Orgaz, F. 2002. Radiation interception, radiation use efficiency and dry matter partitioning in garlic (*Allium sativum* L.). *Eur. J. Agron.* 18: 33-43.
- Scott, R.K., Stokes, D.T., McWilliam, S.C., Spink, J.H., and Clare, R.W. 1999. yield improvement through canopy management. 10th International Rapeseed congress. Canberra, Australia.
- Shiranirad, A.H. 1994. Study of sowing time and plant density on oilseed rape cultivars. M.Sc thesis .Tarbiyat Moddares Tehran University. 161 PP (in Persian).

- Shiranirad, A.H., and Dehshiri, A. 2003. Guidance of canola (planting, keeping and harvesting). Education of Agriculture Ministry of Iran Press. 116 PP (in Persian).
- Sinclair, T.R., and Muchow, C.R. 1999. Radiation use efficiency, A review Adv. Agron.65: 215- 265.
- Soltani, A., Robertson, M.J., Rahemi-Karizaki, A., Poorreze, J., and Zarei, H. 2006. Modeling biomass accumulation and partitioning in chickpea (*cicer arietinum* L.). J. Agron. Crop sci. 192: 379-389.
- Taylor, A.J., and Smith, C.J. 1992. Effect of sowing date and seeding rate on yield and yield components of irrigated canola (*Brassica napus* L.) grown on a red-brown earth in south- eastern Australia. Aust. J. Agric. Res.: 43: 1629-1641.
- Thurling, N. 1974a. Morphophysiological determinant of yield in rapeseed (*Brassica campestris* and *Brassica napus*). 1. Growth and morphological characters. Aust. J. Agric. Res. 25: 697-710.
- Thurling, N. 1974b. Morphophysiological determinate of yield in rapeseed (*Brassica campestris* and *Brassica napus*). 2. yield components. Aust. J. Agric. Res. 25:711-721.
- Tommy, A.M., and Evans, E.J. 1992. Analysis of post- flowering compensatory growth in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. camb. 118: 301-308.
- Whilhelm, W.W., Ruwe, K., and Schlemmer, M.R. 2000. Comparison of three leaf area index meters in a corn canopy. Crop Sci. 40: 1179-118.



Yield Difference and Radiation Use Efficiency in Spring Cultivars of the Oilseed Rape

M. Azizi¹ and P. Arvin²

¹Assistant Prof. Islamic Azad University of Bojnourd, Bojnourd, Iran

²M.Sc. Student Islamic Azad University of Bojnourd, Bojnourd, Iran

Abstract

In order to study of yield, yield component, plant height, total dry matter and radiation use efficiency with 13 spring varieties of rapeseed, an experiment was carried out in 2007 growing season at Agriculture and Natural Resources Research Station of Torogh, Mashhad. These cultivars were from three rapeseed species belonged to *Brassica napus*, *Brassica rapa* and *Brassica juncea*. Experimental design was Randomized Complete Block with 4 replication. Result showed that a significant difference was existed among cultivars for yield, yield component, plant height and total dry matter. With exception of number of pod, Hyolla Hybrids had more yield components than other cultivars. Meanwhile cultivars of *B.napus* had more yield components than cultivars of *B.rapa*. Hyolla 330 with average of 1475 Kg.ha⁻¹, BP18 with average of 1277Kg.ha⁻¹ and Hyolla 401 with average of 1274 Kg.ha⁻¹ had the most yields in this experiment respectively. we concluded that cultivars of *B.napus* had more yield than varieties of *B.rapa*. Cultivars in this trial presented considerable difference regarding radiation use efficiency. The value of radiation use efficiency under this investigation ranged from 0.4487±0.201 DM. MJ⁻¹ to 1.8355±0.07 DM. MJ⁻¹. Hyolla 330 with average of 1.8355±0.07 DM. MJ⁻¹ and Zarfam with average of 1.32±0.725 DM. MJ⁻¹ had the most radiation use efficiency. At this experimental condition, generally cultivars of *B.napus* had greater slope of dry matter expansion in unit of cumulative received radiation than both *B.rapa* and *B.juncea* cultivars.

Keywords: Yield; Yield Components; *B. napus*; *B. rapa*; *B. juncea*; Radiation Use Efficiency

*- Corresponding Author; Email: pooya.arvin@gmail.com