مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۵ ، شماره ۳، سال ۱۳۸۸

مقایسه عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد در ارقام بهاره گونه‌های کلزا

Comparison of Yield and Physiological Indices of Spring Cultivars of Oliseed Rape Species

پویا آروین[۱]، مهدی عزیزی[۲] و افشین سلطانی[۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد
۲- اسنادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان، مشهد
۳- استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۰/۹ **تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۲/۱۷**

چکیده

آروین، پ.، عزیزی، م.، و سلطانی، ا. ۱۳۸۸. مقایسه عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد در ارقام بهاره گونه‌های کلزا. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۵:** ۴۱۷ - ۴۰۱.

به منظور بررسی عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد در بین ۱۳ رقم بهاره کلزا از سه گونه *Brassica napus*، *Brassica rapa* و *Brassica Juncea* آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق، مشهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به اجرا درآمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام از نظر عملکرد، ماده خشک کل و شاخص سطح برگ تفاوت معنی‌داری وجود داشت. میانگین عملکرد دانه در ارقام بهاره گونه کلزای معمولی (*B. napus*) بیشتر از ارقام گونه شلغم روغنی (*B. rapa*) بود. به جز سرعت رشد نسبی، مقادیر سایر شاخص‌های رشد در ارقام گونه کلزای معمولی بیشتر از ارقام گونه شلغم روغنی بود. حداکثر ماده خشک کل با دریافت ۱۱۰۵/۳ درجه روز رشد و در مرحله پر شدن غلاف به دست آمد. حداکثر سطح سبز با دریافت ۷۴۴/۷ درجه روز رشد و در مرحله گلدهی به دست آمد و بعد از آن شاخص سطح سبز به طور تدریجی و با شیب ملایم کاهش یافت. حداکثر سرعت رشد محصول با دریافت ۸۶۷/۹ درجه روز رشد و در مرحله پایان گلدهی حاصل شد. در بررسی ضرایب همبستگی مجموع گونه‌ها و داخل گونه‌ها مشاهده شد که ماده خشک کل وشاخص سطح برگ دارای ضرایب بالاتر همبستگی نسبت به سایر شاخص‌های رشدی با عملکرد بودند.

واژه‌های کلیدی: کلزای معمولی(*B. napus*)، شلغم روغنی(*B. rapa*)، خردل هندی(*B. juncea*)، شاخص‌های رشدی، عملکرد دانه.

نویسنده مسئول: pooya.arvin@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

یکی از دانه‌های روغنی که در این سال‌ها در کشور توجه بسیاری را به خود جلب کرده و در طرح کاهش واردات روغن گیاهی نیز سهم فراوانی برای آن در نظر گرفته شده، کلزا است. این محصول در میان دانه‌های روغنی، در جهان بیشترین میزان تولید را در دهه‌های اخیر داشته و امروزه مقام سوم را پس از سویا و نخل روغنی در فرآورده‌های روغن نباتی احراز کرده است (Berry and Spink, 2006).

وزن خشک گیاه حاصل تجمع مواد فتوسنتزی و یکی از مهم‌ترین فاکتورهای برآورد عملکرد محصول است، به طوری که بسیاری از محققین با اندازه‌گیری وزن خشک بخش‌های مختلف گیاه و وزن خشک کل اندام‌های هوایی، اقدام به تعیین الگوی رشد کرده‌اند (Gardner *et al.*, 1986).

هابکوت (Habekotte, 1993) گزارش کرد حداکثر تجمع ماده خشک بذرها در کلزای زمستانه در انتهای گلدهی، وقتی پوسته غلاف‌ها به حداکثر وزن خود رسیده‌اند حاصل می‌شود. ترلینگ (Thurling, 1974b) رابطه مثبتی بین وزن خشک کل و عملکرد کلزا به دست آورد.

سرعت رشد محصول (CGR) به بهترین شکل مفهوم رشد را می‌رساند و سرعت تولید وزن خشک را در واحد سطح زمین مشخص می‌کند و در نهایت اثر متقابل گیاه و فتوسنتز را نشان می‌دهد (Clarke and Simpson, 1978). نبوی (Nabavi, 1997) در خصوص کلزای پاییزه گزارش کرد که سرعت رشد محصول در مراحل اولیه رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی، پایین بودن درصد جذب نور، کوتاه بودن روزها و دمای کم محیط روند کندی داشت ولی بعد از خروج از مرحله روزت با افزایش شاخص سطح برگ، افزایش شدت تشعشع، دما و در نتیجه بهره‌گیری بهتر از نور خورشید میزان تولید ماده خشک در واحد سطح افزایش یافت و به تبع آن سرعت رشد محصول نیز افزایش نشان داد.

سرعت رشد نسبی (RGR) را می‌توان به صورت حاصل ضرب سرعت جذب خالص (NAR) درنسبت سطح برگ (LAR) بیان کرد (El-Darier *et al.*, 2002). متوسط سرعت رشد نسبی در شلغم روغنی بیشتر است، و کارآیی بالاتر این گونه را نشان می‌دهد. البته ژنوتیپ‌هایی که زودرس تر هستند متوسط سرعت رشد نسبی بیشتر را در تمام مراحل رشدی خود نسبت به آن‌هایی که رسیدگی دیرتری دارند حفظ می کنند (Kasa and Kondra, 1986). شاخص سرعت رشد نسبی تابعی از سطح فتوسنتز کننده و تنفس‌کننده گیاه است و به همین دلیل نیز با افزایش سن گیاه و افزایش مقدار تنفس در اواخر فصل رشد، مقدار سرعت رشد نسبی منفی می‌شود (Tesar, 1984).

شاخص سطح برگ، یکی از شاخص‌های مهم برای تعیین رشد گیاه است. بیشترین اختلاف شاخص سطح برگ در ارقام کلزا در

Archive of SID

www.SID.ir

ابتدای گلدهی ظاهر می‌شود و در همین زمان هم شاخص سطح برگ به حداکثر می‌رسد (Clarke and Simpson, 1978). کاسا و کندرا (Kasa and Kondra, 1986) گزارش کردند که شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ شاخه‌های جانبی ارقام بهاره کلزا در ارقام زودرس بیشتر از ارقام دیررس بود. مندهام و همکاران (Mendham *et al.*, 1981) نشان دادند که اگر حداکثر شاخص سطح برگ کمتر از ۴ باشد می‌توان گفت رشد و عملکرد گیاه در اثر کمبود سطح برگ محدود شده است.آن‌ها همچنین نتیجه گرفتند شاخص سطح برگ در حدود ۴ برای دریافت حدود ۹۰ درصد تشعشع خورشیدی کفایت می‌کند.

عملکرد دانه نتیجه فعالیت یک جامعه گیاهی در طی فصل رشد و نمو، استفاده از تشعشع، مواد غذایی ، آب و سایر عوامل محیطی است (Clarke and Simpson, 1978). تحقیقات نشان داده است که بهترین راه افزایش عملکرد، تولید مواد متابولیکی در زمان رشد هر یک از اجزای عملکرد است. از این جهت در تهیه مواد متابولیکی برای رشد اجزای عملکردی در کلزا باید سطح برگ و دوام برگ زیاد شود (Nabavi, 1997). سی و والتون (Si and Walton, 2004) گزارش کردند عملکرد دانه و غلظت روغن در کلزا با افزایش وقوع بارندگی‌ها و کاهش دما قبل از گرده‌افشانی زیاد می‌شود. ترلینگ (Thurling, 1974b) وزن خشک پایانی و عملکرد دانه در گونه کلزای معمولی (*B. napus*) را بیشتر از گونه شلغم روغنی (*B. rapa*) گزارش کرد.

پارامترهای رشدی سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص در گونه کلزای معمولی با عملکرد دانه به طور معنی‌داری همبستگی نشان نداده‌اند، در صورتی که در گونه شلغم روغنی یک همبستگی مثبت بین سرعت رشدنسبی و عملکرد و یک همبستگی منفی بین میزان جذب خالص و وزن خشک کل گزارش شده است (Thurling, 1974a).

با توجه به سازگاری خوب کلزا با خصوصیات آب و هوایی کشور (Askary and Morady Balini, 2007؛ Fanaei *et al.*, 2005 ؛Faraji, 2005) و امکان قرار گرفتن در رژیم کشت بهاره (Faraji and Soltani, 2007؛ Faraji, 2006) و بهروری بیشتر از آب و منابع و از همه مهم‌تر نیاز شدید کشور به روغن‌های نباتی، تحقیق حاضر با هدف بررسی عملکرد و آنالیزهای فیزیولوژیکی رشد ارقام بهاره کلزا انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش 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 ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸دقیقه

Archive of SID

www.SID.ir

شرقی و با ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا واقع شده است. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۲۸۶ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد بود. بر اساس نتایج آزمایش‌های خاکشناسی، بافت خاک مزرعه سیلتی‌لوم، هدایت الکتریکی ۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیته ۸ بود. زمینی که برای طرح انتخاب شد در سال زراعی قبل آیش بود و بستر کاشت توسط ساب‌سویلر، دو دیسک عمود بر هم و لولر آماده شد. کودهای پایه بر مبنای آزمون خاک و به صورت ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار N، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار K_2O قبل از کاشت و توسط دیسک با خاک مخلوط شد. کود نیتروژن سرک به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و در زمان شروع رشد سریع استفاده شد.

کاشت بذر به وسیله بذرکار وینتراشنایگر انجام شد. فاصله خطوط کاشت از همدیگر ۳۰ سانتی‌متر، طول خطوط در کرت ۶ متر و هر کرت شامل چهار خط و با تراکم ۹۳ بوته در متر مربع بود. فاصله بین بلوک‌ها از همدیگر ۳ متر برای رفت آمد منظور شد. مساحت هر کرت ۱۲ متر مربع بود.

آبیاری بعد از کاشت، بر اساس تخلیه ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک در عمق توسعه ریشه‌ها و به طریق نشتی و با استفاده از سیفون انجام شد. برای مبارزه با کانون‌های شته مومی که یکی از آفات خطرناک کلزا است، سمپاشی با مخلوط سموم شیمیایی متاسیتوکس و دیازینون (۱+۱) در فروردین ماه انجام شد.

در این آزمایش ۱۳ رقم کلزا از سه گونه براسیکا شامل گونه کلزای معمولی (*Brassica napus*)، گونه شغلم روغنی (*Brassica rapa*) و گونه خردل هندی (*Brassica Juncea*) در تاریخ ششم اسفند ۱۳۸۵ کاشته در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار ارزیابی شدند. ارقام هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۳۰، Option 500، RG003، Zarfam، Echo و Swchotshot متعلق به گونه *B. napus* و ارقام Hysun110، Rinbow، GoldRush و Parkland متعلق به گونه *B. rapa* و رقم BP18 متعلق به گونه *B. Juncea* بودند.

در مدت آزمایش از کلیه مراحل نمو بر مبنای زمان و وقوع برحسب درجه روز رشد (GDD) یادداشت‌برداری شد. درجه روز رشد از کاشت تا برداشت بر مبنای صفر بیولوژیکی ۲ درجه سانتی‌گراد محاسبه شد (Bauer *et al.*, 1984).

برای تعیین اجزای رشدی گیاه، از هر کرت سه بوته از محل طوقه قطع و وزن خشک و سطح سبز آن‌ها با تعمیم به سطح زمین مزرعه بر اساس تراکم بوته در واحد سطح اندازه‌گیری شد. برداشت‌ها در هشت نوبت و از ۵۰ روز پس از کاشت تا ۹۸ روز پس از کاشت به صورت هفتگی انجام شد.

سطح سبز شامل مجموع سطح برگ و سطح غلاف بود. سطح برگ با

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل LI-3100 Area Meter (USA) محاسبه شد. سطح سبز یک رویه غلاف نیز به وسیله همین دستگاه قرائت شد و از طریق معادله ۲ به سطح کامل دو رویه غلاف تبدیل شد (Azizi , 2008).

معادله ۲ :

$Y = ۲/۲۸۷۳۱ X - ۰/۷۰۵۴۰۳$

که در آن Y سطح دو رویه غلاف بر حسب سانتی‌مترمربع و X سطح یک رویه غلاف برحسب سانتی‌مترمربع است.

وزن خشک از طریق قرار دادن نمونه‌های تازه در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت و اندازه گیری وزن خشک با ترازوی دیجیتال انجام شد.

به منظور تعیین شاخص‌های رشد به روش تابعی، براساس روش رگرسیون غیر خطی بهترین معادله‌ای که روند تجمع ماده خشک بخش‌های هوایی و شاخص سطح سبز را نسبت به شاخص حرارتی توضیح می‌داد (Hunt, 1982)در قالب معادله‌های ۳ و ۴ محاسبه و برای هر رقم برازش یافت.

با مشتق‌گیری معادله برازش ماده خشک کل، سرعت رشد نسبی به دست آمد و برمبنای ۱۰ درجه روز رشد بیان شد (معادله ۵)، سپس از حاصلضرب سرعت رشد نسبی در تجمع ماده خشک کل، سرعت رشد محصول به دست آمد (معادله ۶). معادله‌های مورد استفاده به شرح زیر بودند:

معادله ۳

$$TDM = Exp(a + bh + ch^2)$$

معادله ۴

$$GAI = Exp(a' + b'h + c'h^2)$$

معادله ۵

$$RGR = (b + 2ch) \times 10GDD$$

معادله ۶

$$CGR = RGR \times TDM$$

در معادلات ۳ تا ۶، TDM ماده خشک کل اندام‌های هوایی، GAI سطح سبز کل، c , b , a و c', b', a' ضرایب معادلات، h معرف میزان درجه روز رشد تجمعی پس از کاشت (GDD)، RGR سرعت رشد نسبی و CGR سرعت رشد محصول است.

در نهایت در زمان رسیدگی عملکرد از محصول حاصل از برداشت دو خط میانی هر کرت اندازه گیری شد. سطح برداشت عملکرد معادل ۳ مترمربع از هر کرت بود و نتایج برحسب کیلوگرم در هکتار تبدیل شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ی به دست آمده، از نرم‌افزارهای آماری SAS9/1، Excell و Curve Expert1/3 استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

ماده خشک کل

نتایج بررسی حداکثر ماده خشک کل نشان داد که بین ارقام اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.05$)

Archive of SID

www.SID.ir

وجود داشت (جدول۱). رقم هایولا ۳۳۰ با ۱۸۰۵ گرم بر مترمربع بیشترین و رقم GoldRush با ۶۶۷/۳۰ گرم بر مترمربع کمترین ماده خشک کل را داشتند (جدول ۲).

بالا بودن حداکثر ماده خشک در رقم هایولا ۳۳۰ را می‌توان به نوعی یکی از فاکتورهای موثر در برتری عملکرد این رقم نسبت به سایرین عنوان کرد (جدول ۲). از فاکتورهای مهم در تفاوت عملکرد بین دو گونه براسیکا برتری بارز وزن خشک گیاهان *B. napus* در زمان گلدهی در مقایسه با گیاهان *B. rapa* است (Si and Thurling, 2001). نتایج این آزمایش نشان داد که میزان این شاخص رشدی به طور متوسط در ارقام گونه کلزای معمولی (۱۱۸۵/۷۵ گرم بر مترمربع) بیشتر از ارقام گونه خردل هندی (۱۰۶۴/۱ گرم بر مترمربع) و گونه شلغم روغنی (۸۸۹/۷۲ گرم بر مترمربع) بود.

ارقام هایولا ۳۳۰ (از گونه *B. napus*)، Hysun110 (از گونه *B. rapa*) و BP18 (از گونه *B. juncea*) به عنوان نمایندگان ارقام هر سه گونه مورد آزمایش انتخاب شدند و روند تغییرات آنالیزهای فیزیولوژیکی رشد در طی زمان برای این سه رقم رسم شد.

شکل (۱) روند تغییرات ماده خشک کل بر اساس درجه روز رشد در طی فصل رشد را نشان می‌دهد.این منحنی حالت سیگموئیدی داشته و سه فاز مشخص لگاریتمی، خطی و کند شدن نهایی رشد در آن دیده می‌شود (Gardner *et al.*, 1986؛ Yosefi, 2002). بررسی تغییرات ماده خشک کل (شکل۱) نشان داد که فاز لگاریتمی متاثر از درجه حرارت پایین، توسعه و گسترش کم ریشه، وابستگی شدید رشد به ذخایر بذر و تعداد مریستم‌های فعال کم بود و تا ۶۰۷/۳ درجه روز رشد که مصادف با آغاز شاخه‌دهی است ادامه یافت. از این نقطه به بعد مرحله رشد سریع تحت تاثیر درجه حرارت بالا، توسعه برگ‌ها، نفوذ و گسترش ریشه در خاک قرار گرفته و تا ۱۱۰۵ درجه روز رشد ادامه داشت. در مرحله رشد سریع، نیاز گیاه به عوامل مساعد محیطی بسیار زیاد است (Khajepour, 1997). فاز پیری حدوداً از ۱۱۰۵ درجه روز رشد که مصادف با پر شدن غلاف است آغاز و تا انتهایی دوره رشدی ادامه یافت. در این مرحله افزایش حاصله از مواد فتوسنتزی با تلفات تنفس در حال تعادل است (Gardner *et al.*, 1986). رقم متعلق به گونه *B. napus* برتری مشخصی در سرتاسر فصل رشد در رابطه با این صفت نشان داد، به طوری که اختلاف رقم هایولا ۳۳۰ با دو رقم دیگر بیش از ۱۰۰۰ گرم در مترمربع برای نقطه حداکثر بود.تفاوت بین گونه‌ای برای تجمع ماده خشک و مواد فتوسنتزی در مرحله گلدهی که طبعا دوره پر شدن دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد، توسط سایر محققین نیز گزارش شده است. توان تولید ماده خشک در ارقام *B. napus* تا اندازه زیادی از شرایط محیطی تاثیر می‌گیرد (Si and Thurling, 2001؛

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس حداکثر شاخص‌های فیزیولوژیکی در مرحله گلدهی و عملکرد ارقام بهاره کلزا

Table 1. Analysis of variance for maximum physiological indices at flowering stage and yield of spring

			میانگین مربعات MS				
		درجه آزادی	وزن خشک کل	سرعت رشد محصول	سرعت رشد نسبی	شاخص سطح برگ	عملکرد
S.O.V.	منابع تغییرات	df.	TDM(gm^{-2})	CGR($gm^{-2}day^{-1}$)	RGR($g.g^{-1}day^{-1}$)	LAI(m^2m^{-2})	Yield($kgha^{-1}$)
Block	بلوک	3	544152.88^{ns}	7830.29^{ns}	0.0093711^{ns}	4.815420^{ns}	142806.20*
Cultivars	ارقام	12	447992.63**	4419.67^{ns}	0.0038897^{ns}	10.735990**	796642.04**
Error	خطا	36	198190.70	5598.71	0.0044230	2.683757	19717.07
C.V.%	ضریب تغییرات		20.00	32.00	28.00	32.00	18.74

ns، *و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, * and **: Not significant, Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین حداکثر شاخص‌های فیزیولوژیکی در مرحله گلدهی و عملکرد ارقام بهاره کلزا

Table 2. Mean comparison of maximum physiological indices at flowering stage and yield of spring cultivars of the oilseed rape

ارقام Cultivars	وزن خشک کل TDM(gm^{-2})	سرعت رشد محصول CGR($gm^{-2}day^{-1}$)	سرعت رشد نسبی RGR($g.g^{-1}day^{-1}$)	شاخص سطح برگ LAI(m^2m^{-2})	عملکرد Yield($kgha^{-1}$)
Hyola 401	1193.5abc	53.01ab	0.05ab	6.13ab	1274.0a
Hyola 330	1805.0a	64.98ab	0.03ab	7.08a	1475.0a
Option 500	1274.9abc	88.71ab	0.09ab	4. 92abcd	464.3e
Sarigol	1072.6bc	15.74b	0.01ab	6.00ab	526.8de
RG003	931.6bc	64.98ab	0.09ab	5.07abcd	1007.0b
Zarfam	1653.9ab	148.56a	0.12a	7.36a	75.8f
Echo	678.1c	33.27ab	0.06ab	2.37d	745.5c
Swchotshot	875.0c	31.72ab	0.01b	2.53cd	495.5e
Parkland	943.2bc	43.64ab	0.05ab	3.70bcd	757.4c
GoldRush	667.3c	33.03ab	0.05ab	5.18abc	46.1f
Rinbow	949.4bc	51.87ab	0.05ab	4.80abcd	928.6bc
Hysun 110	999.0bc	63.07ab	0.75ab	3.44bcd	711.3cd
B.P18	1064.1bc	54.25ab	0.04ab	3.07cd	1277.0a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند (آزمون دانکن).

Means within each column followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level.

Archive of SID

www.SID.ir

(Si and Walton, 2004).

سرعت رشد محصول

نتایج بررسی حداکثر سرعت رشد محصول نشان داد که بین ارقام اختلاف معنی‌داری ($P\leq 0.05$) وجود نداشت (جدول۱). در این آزمایش رقم زرفام با ۱۴۸/۵۶ گرم در مترمربع در روز بیشترین و رقم ساری گل با ۱۵/۷۴ گرم در مترمربع در روز،کمترین مقدار این شاخص را داشتند (جدول ۲).

نتایج این آزمایش نشان داد، به طور میانگین سرعت رشد محصول در ارقام گونه کلزای معمولی (۶۲/۶۲ گرم در مترمربع در روز) بیشتر از ارقام گونه خردل هندی (۵۴/۲۵گرم در مترمربع در روز) و گونه شلغم روغنی (۴۷/۹ گرم در مترمربع در روز) بود.

روند تغییرات سرعت رشد محصول نشان داد (شکل۲) که مقدار این شاخص در اوایل فصل رشد کم بود. روند کند سرعت رشد محصول در این مرحله به دلیل کامل نبودن کانوپی و پایین بودن درصد جذب نور است (Kobata and Moriwaki, 1990). پس از مرحله روزت، روند افزایش این شاخص با افزایش درجه روز رشد تجمعی و زمان ادامه یافت تا این که در در جه روز رشد ۸۶۷/۹ که مصادف با پایان گلدهی بود به حداکثر خود رسید. این حالت نشان‌دهنده حداکثر توانایی تولید ماده خشک و حداکثر میزان تبدیل انرژی خورشیدی در گیاه است (Tesar, 1984). میزان سرعت رشد محصول از درجه روز رشد ۹۸۱/۳ که مصادف با مرحله تشکیل غلاف بود، سیر نزولی خود را شروع کرد و در مراحل انتهایی رشد، به دلیل این که سرعت ریزش برگ‌ها از تولید ماده خشک فزونی گرفت، مقدار این شاخص منفی شد. سایر محققین نیز این روند را برای سرعت رشد محصول در طول فصل رشد گزارش کرده‌اند (Nadavi, 1997؛ Yosefi, 2002). در شکل ۲ همچنین تفاوت مشخصی برای CGR بین نمایندگان سه گونه مشاهده شد.هایولا۳۳۰ به هنگام ورود به مرحله گلدهی سرعت رشد و تجمع ماده خشک بیشتری را در واحد سطح زمین نشان داد و این برتری تا پایان فصل رشد حفظ شد.

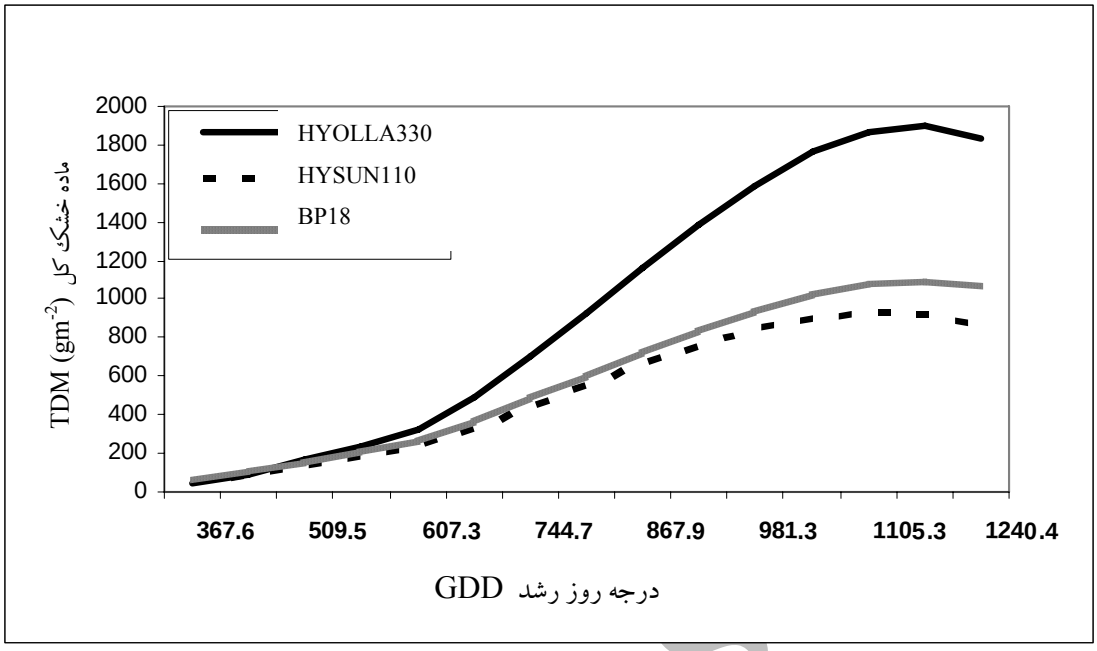
سرعت رشد نسبی

نتایج نشان داد که بین ارقام در مورد این شاخص فیزیولوژیکی رشد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱). در این آزمایش رقم زرفام با ۰/۱۲ گرم برگرم در روز بیشترین و رقم Swchotshot با ۰/۰۱ گرم بر گرم در روزکمترین مقادیر سرعت رشد نسبی را داشتند (جدول ۲).

کاسا وکندرا (Kasa and Kondra, 1986) گزارش کردند که متوسط سرعت رشد نسبی در گونه شلغم روغنی بیشتر است. ژنوتیپ‌هایی که دارای رسیدگی زودتر هستند متوسط سرعت رشد نسبی بیشتری را در تمام مراحل رشدی خود نسبت به آن‌هایی که رسیدگی دیرتری دارند حفظ می‌کنند. نتایج این آزمایش نشان داد که به طور متوسط میزان سرعت رشد نسبی

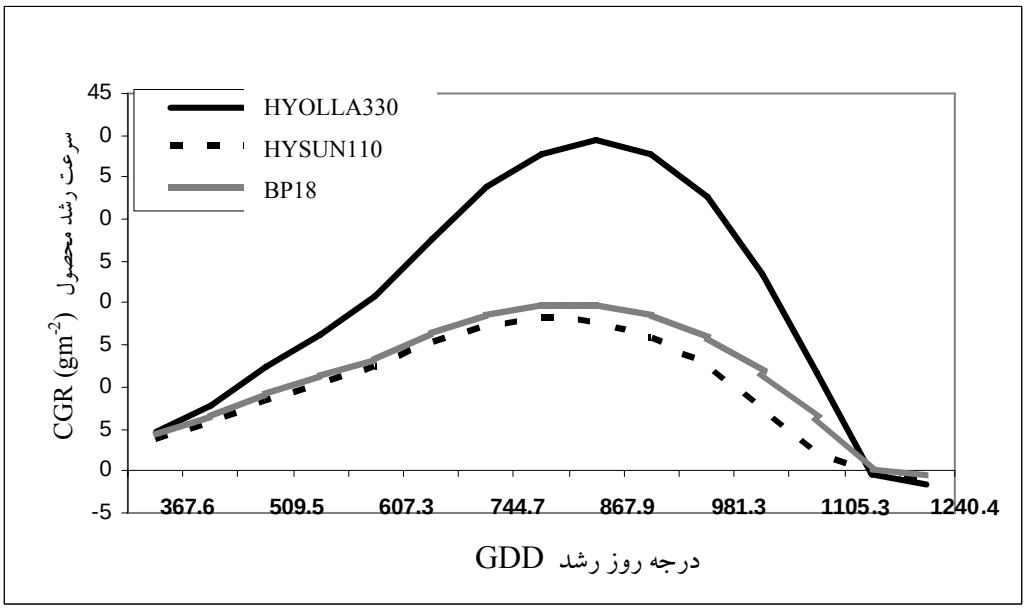
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- روند تغییرات ماده خشک کل در سه رقم کلزای بهاره در طی فصل رشد (بر اساس درجه روز رشد)

Fig. 1. TDM trend at three spring cultivars of oilseed rape during growing season (Based on Growing Degree Days)



شکل ۱- روند تغییرات ماده خشک کل در سه رقم کلزای بهاره در طی فصل رشد (بر اساس درجه روز رشد)

Fig. 1. TDM trend at three spring cultivars of oilseed rape during growing season (Based on Growing Degree Days)

www.SID.ir

در ارقام گونه کلزای معمولی (۰/۰۵۹ گرم بر گرم در روز) و ارقام گونه شلغم روغنی (۰/۰۵۹ گرم بر گرم در روز) بیشتر از گونه خردل هندی (۰/۰۴۷ گرم بر گرم در روز) است.

بررسی روند تغییرات سرعت رشد نسبی (شکل ۳) نشان داد که، این شاخص در ابتدای مراحل رشد حداکثر و با گذشت زمان و با افزایش درجه روز رشد تجمعی و افزایش سن گیاه کاهش یافت و در اواخر دوره رشد منفی شد. کاهش در سرعت رشد نسبی در طی فصل رشد به این دلیل است که با گذشت زمان، وزن گیاه افزایش می‌یابد و در این افزایش وزن، تعداد بافت‌های مرده و کاملاً بالغ که در تولید نقشی ندارند نیز افزایش می یابد. همچنین در سایه قرار گرفتن و افزایش سن برگ‌های پایینی، در کاهش میزان سرعت رشد نسبی در طی فصل رشد موثر است (Slafer and Araus, 1998؛ Karimi and Siddique, 1991). رقم هایولا ۳۳۰، برتری بارزتری را برای سرعت رشد نسبی در مقایسه با دو گونه دیگر نشان داد (شکل ۳).این برتری تا مرحله دانه‌بندی ادامه یافت. این کارایی بالاتر، توانایی رقم مذکور را در ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی که لازمه تشکیل عملکرد حداکثر است (Kasa and Kondra, 1986) نشان می‌دهد.

شاخص سطح برگ و سطح سبز

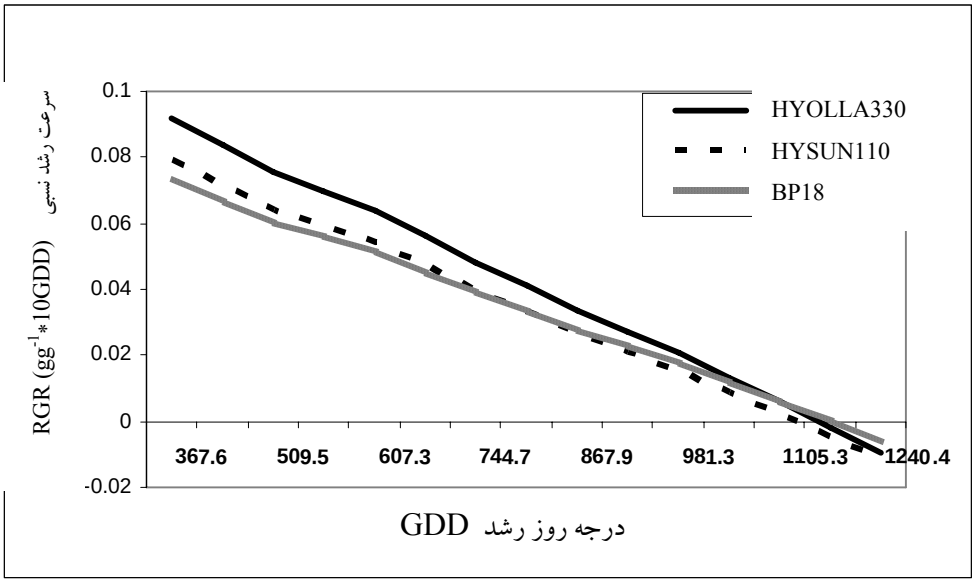
نتایج نشان داد که بیشینه‌های شاخص سطح برگ در بین ارقام تفاوت معنی‌داری ($P\leq 0.05$) دارند (جدول۱). ارقام زرفام با ۷/۳۶، هایولا ۳۳۰ با ۷/۰۸ و هایولا۴۰۱ با ۶/۱۳ مترمربع سطح برگ به مترمربع سطح زمین بیشترین و رقم Echo با شاخص سطح برگ ۲/۳۷ کمترین مقادیر را داشتند (جدول۲).

منادهام و همکاران (Mendham *et al.*, 1981) نشان دادند که اگر حداکثر شاخص سطح برگ کمتر از ۴ باشد می‌توان گفت رشد و عملکرد گیاه در اثر کمبود سطح برگ محدود شده است. افزایش سرعت نمو سطح برگ تا شروع گلدهی به مقدار زیادی باعث افزایش جذب نور و تولید ماده خشک بیشتر و عملکرد دانه بالاتر می‌شود (Habekotte, 1997). شاید به نوعی بالا بودن عملکرد هیبریدهای هایولا را بتوان با این شاخص رشد در ارتباط دانست که توانسته‌اند با سطح برگ بالاتربه طور کارآمدتری از نور خورشید استفاده کرده و در مجموع عملکرد نهایی دانه بیشتری را تولید کنند(جدول ۲).

ترلینگ (Thurling, 1974b) گزارش کرد حداکثر شاخص سطح برگ در گونه کلزای معمولی به طور قابل ملاحظه‌ای از گونه شلغم روغنی بیشتر است. در این آزمایش به طور میانگین، ارقام گونه کلزای معمولی سطح برگ بیشتری (۵/۱۸ مترمربع سطح برگ به مترمربع سطح زمین) نسبت به ارقام گونه شلغم روغنی (۴/۲ مترمربع سطح برگ به مترمربع سطح زمین) و گونه خردل هندی (۳/۰۷۷ متر|مربع سطح برگ به متر مربع سطح زمین) داشتند.

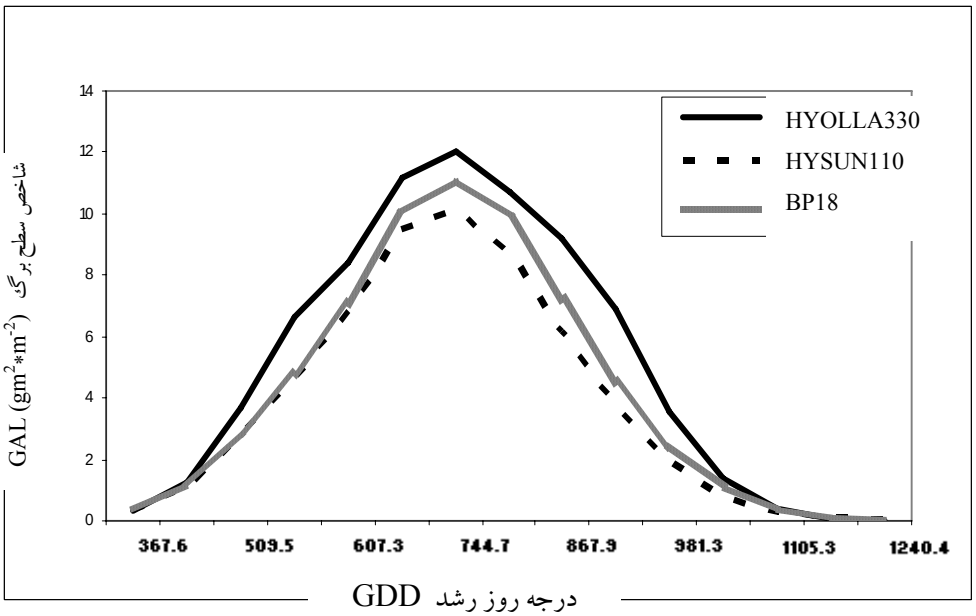
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در سه رقم کلزای بهاره در طی فصل رشد (بر اساس درجه روز رشد)

Fig. 3. RGR trend at three spring cultivars of oilseed rape during growing season (Based on Growing Degree Days)



شکل ۴ – روند تغییرات شاخص سطح سبز در سه رقم کلزای بهاره در طی فصل رشد (بر اساس درجه روز رشد)

Fig. 4. GAI trend at three spring cultivars of oilseed rape during growing season (Based on Growing Degree Days)

www.SID.ir

بررسی روند تغییرات شاخص سطح سبز نشان داد (شکل۴) که با افزایش زمان حرارتی یا درجه روز رشد تجمعی، میزان سطح سبز افزایش یافت و در درجه روز رشد ۷۴۴/۷ که مصادف با گلدهی بود، به حداکثر رسید. شاخص سطح برگ یکی از شاخص‌های مهم برای تعیین رشد گیا ه است و در ابتدای گلدهی بالاترین شاخص سطح برگ حادث می‌شود (Clarke and Simposon, 1978؛ Clarke, 1978). بعد از این مرحله شاخص سطح سبز کاهش یافت ولی این کاهش به صورت تدریجی و با شیب ملایم‌تری انجام شد. با شروع ریزش برگ‌ها، غلاف‌ها به عنوان سطح سبزفتوسنتزی، جایگزین برگ‌ها می‌شوند. روند کاهش سطح سبز تا رسیدگی ادامه می‌یابد و در این مرحله به خاطر نبودن سطح سبز غلاف، مقدار سطح سبز به حداقل می‌رسد. مقادیر شاخص سطح سبز نشان داد (شکل ۴) که رقم هایولا۳۳۰ در زمان گلدهی برتری مشخصی نسبت به دو گونه دیگرداشت. این نشان‌دهنده قدرت بیشتر این رقم درتبدیل انرژی خورشیدی به عملکرد دانه است (Gardner *et al.*, 1986) می‌باشد.

عملکرد دانه

نتایج بررسی عملکرد دانه بین ارقام از نظر این صفت نشان داد تفاوت معنی‌داری ($P\leq 0.05$) وجود دارد(جدول ۱). ارقام هایولا۳۳۰ با ۱۴۷۵، BP 18 با ۱۲۷۷ و هایولا۴۰۱ با ۱۲۷۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ارقام GoldRush با ۴۶/۱۲ و زرفام با ۷۵/۸۹ کیلوگرم در هکتارکمترین مقدارعملکرد دانه را داشتند (جدول ۲).

با توجه به بالا بودن اغلب شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد مورد مطالعه در این آزمایش در رقم زرفام نسبت به سایرین، به نظر می‌آید که این رقم باید داری معماری و ساختار مرفوفیزیولوژیک مناسبی برای حصول عملکرد بالا باشد ولی کاهش چشمگیر عملکرد در این رقم مشاهده شد (جدول۲). این به ماهیت نیمه پائیزه بودن رقم زرفام مربوط می‌شود، چنانکه کاشت آن در رژیم بهاره با عدم تامین واحدهای سرمایی روبرو شده و پیامد آن تاخیر در ورود به فاز زایشی و گل‌انگیزی بوده است. این مهم باعث کاهش معنی‌دار عملکرد این رقم نسبت به سایرین شد. برتری هیبریدهای هایولا در عملکرد نهایی دانه را می‌توان در بالا بودن وزن خشک در مرحله گلدهی و شاخص سطح برگ آن‌ها بیان کرد (جدول۲).

ترلینگ (Thurling, 1974b) گزارش کرد که وزن خشک پایانی و عملکرد دانه در گونه کلزای معمولی بیشتر از گونه شلغم روغنی بود. نتایج این آزمایش نیز این موضوع را تایید کرد به نوعی که به طور میانگین، عملکرد در ارقام گونه کلزای معمولی (۸۵۵/۴۴ کیلوگرم در هکتار) بیشتر از ارقام گونه شلغم روغنی (۷۹۹ کیلوگرم در هکتار) بود.

در بررسی شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد که در این آزمایش انجام شد، به غیر از شاخص

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده عملکرد با شاخص های فیزیولوژیکی رشد در ارقام بهاره کلزا

Table 3. Simple correlation coefficients between yield and physiological indices of spring cultivars of the oilseed rape

	گونه Species	تعداد نمونه Number of samples	وزن خشک کل TDM	سرعت رشد محصول CGR	سرعت رشد نسبی RGR	شاخص سطح برگ LAI
عملکرد Yield	*B. napus*	32	0.630^{**}	0.196^{ns}	0.298^{*}	0.598^{**}
	B. rapa	16	0.820^{**}	0.602^{**}	0.371^{ns}	0.659^{**}
	B. juncea	4	0.428^{ns}	0.528^{*}	0.310^{ns}	0.248^{ns}
	B. sp.	52	0.655^{**}	0.323^{**}	0.105^{ns}	0.564^{**}

ns، *و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, * and **: Not significant, Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

سرعت رشد نسبی، برتری ارقام گونه کلزای معمولی در مورد سایر شاخص‌های رشدی نسبت به ارقام گونه شلغم روغنی و گونه خردل هندی ثبت شد که این مهم می‌تواند تاییدی در بالاتر بودن عملکرد نهایی دانه گونه کلزای معمولی نسبت به دو گونه دیگر باشد (جدول ۲).

روابط همبستگی

همبستگی بین عملکرد و ماده خشک در ارقام گونه شلغم روغنی ($r=۰/۸۲^{**}$) و گونه کلزای معمولی ($r = ۰/۶۳^{**}$) معنی‌دار و مثبت بود. نتایج همبستگی بین عملکرد و سرعت رشد محصول نیز نشان داد که ارقام گونه شلغم روغنی ($r = ۰/۶۰۲^{**}$) و گونه خردل هندی ($r = ۰/۵۲۸^{*}$)، دارای همبستگی معنی‌دار و مثبتی بودند. بین عملکرد و سرعت رشد نسبی نیز همبستگی معنی‌دار و مثبت فقط در ارقام گونه کلزای معمولی ($r = ۰/۲۹^{*}$) مشاهده شد. همبستگی عملکرد و شاخص سطح برگ، معنی‌دار و مثبت بود. ضرایب همبستگی ساده برای ارقام گونه شلغم روغنی ($r= ۰/۶۵۹^{**}$) و ارقام گونه کلزای معمولی ($r = ۰/۵۹۸^{**}$) به دست آمد (جدول ۳).

چون ضرایب همبستگی شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد با عملکرد در ارقام گونه شلغم روغنی بالاتر از بقیه گونه‌ها بود، شاید بتوان گفت در ساخت عملکرد نهایی ارقام این گونه، شاخص‌های رشد دارای تاثیر بسیاری هستند. ضمناً در مجموع بررسی ضرایب همبستگی (مجموع گونه‌ها و داخل گونه‌ها) مشاهده شد که به ترتیب ماده خشک کل و شاخص سطح برگ دارای ضرایب بالاتر همبستگی نسبت به سایر آنالیزهای رشدی با عملکرد بودند و این مهم، اهمیت تولید ماده خشک کل (Nabavi, 1997) و ساختار فضایی کانوپی (Gardner *et al.*, 1986)در ساخت عملکرد نهایی دانه را بیان می‌کند.

Archive of SID

References

Askary, A., and Morady Baliny, A. 2007. Evaluation of yield, yield components and vegetative characters of oilseedrape cultivars in different planting dates in Haji Abad, Hormozgan. Seed and Plant 23: 419-430 (in Farsi).

Bauer, A., Frank , B ., and Black, A.L. 1984. Estimation of spring leaf growth rates and anthesis from air temperature. Agronomy Journal 76: 829-835.

Berry, M. P., and Spink, J.H. 2006. A physiological analysis of oilseed rape yield , past and future (review). Journal of Agricultural Science,Cambridge 199: 381-392.

Clarke, J. M. 1978. The effect of leaf removal on yield and yield components of *Brassica napus*. Canadian Journal of Plant Science 58: 1103-1105.

www.SID.ir

Clarke, J. M., and Simpson, G.M. 1978. Growth analysis of *Brassica napus* cv. Tower. Canadian Journal of Plant Science 58: 587-595.

El – Darier , S., Hemada , M., and Sadek ,L. 2002. Dry matter distribution and growth analysis in soybeans under natural agricultural condition. Pakistan Journal of Biological Science 5: 545-549.

Fanaei, H. R., Keykha, Gh., Akbarimoghaddam, H., Modarres Nejafabadi, S. S., and Naruoye Rad, M. R. 2005. Effects of planting methods and seed rate on yield and yield components of rapeseed, Hayola 401 hybrid in Sistan conditions. Seed and Plant 21: 399-410 (in Farsi).

Faraji, A. 2005. Study on yield, agronomic characters and traits correlation of eighteen spring canola cultivars in Gonbad areas. Seed and Plant 21: 385-398 (in Farsi).

Faraji, A. 2006. Effects of agronomic factors on yield, yield components and oil percent of two spring canola genotypes in Gonbad areas. Seed and Plant 22: 277-289 (in Farsi).

Faraji, A., and Soltani, A. 2007. Evaluation of yield and yield components of canola spring genotypes in two years in two climate conditions. Seed and Plant 23: 191-202 (in Farsi).

Gardner, F. P., Pearce, R. B., and Mitchell, R. L. 1986. Physiology of Crop Plant. Iowa State University Press.327pp.

Habekotte, B. 1993. Quantitative analysis of pod formation, seed set and seed filling in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) under field conditions. Field Crops Research 35: 21-33.

Habekotte, B. 1997. Options for increasing seed yield of winter oilseed rape(*Brassica napus* L.) : A simulation study.Field Crops Research 54:109-126.

Hunt, R. 1982. Plant Growth Curves: the Functional Approach to Plant Growth Analysis. Edward Arnold, London, UK.

Karimi, M. M., and Siddique ,K. M. M. 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Australian Journal of Agricultural Research. 42: 13-20.

Kasa , G. R ., and Kondra ,Z. P. 1986. Growth analysis of spring- type oilseed rape. Field Crops. Research 14: 361-370.

Khajepour, M. 1997. Principles of Agronomy.Jihad-e-Daneshgahi of Isfahan

Archive of SID

www.SID.ir

Publications, Isfahan, Iran. 386pp. (in Farsi).

Kobata, T., and Moriwaki, N. 1990. Grain growth rate as a function of dry matter production rate an experiment with two rice cultivars under different radiation environments. Journal of Crop Science 59: 1-7.

Mendham, N. J., Shipway, P. A., and Scott, R. K. 1981. The effect of delayed sowing and weather on growth development and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science, Cambridge 96: 389-416.

Nabavi, A. 1997. Effect of sowing date on yield, yield components and growth characteristics of three autumn oilseed rape cultivars in Mashhad condition. MSc. Thesis, Ferdowsi University, Mashhad, Iran (in Farsi).

Si, P., and Thurling, N. 2001. A greater relative growth rate of *Brassica rapa* L. at low temperatures increases biomass at anthesis. Australian Journal of Agricultural Research 52: 645-652.

Si, P., and Walton, G. H. 2004. Determinants of oil concentration and seed yield in canola and Indian mustard in the lower rainfall area of western Australia. Australian Journal Agricultural Research 55: 367-377.

Slafer, G. A., and Araus, J. L. 1998. Improving wheat responses to abiotic stress. Proceedings of the 9thInternationalWheat Genetic Symposium. Vol. 1. Saskatoon, Canada. pp: 201-213.

Tesar, M. B. 1984. Physiological Basis of Crop Growth and Development. Published American Society of Agronomy, USA. 404pp.

Thurling, N. 1974a. Morphophysiological determinants of yield in rapeseed (*Brassica compestris and Brassica napus*). 1. Growth and morphological characters. Australian Journal of Agricultural Research 25: 697- 710.

Thurling, N. 1974b. Morphophysiological determinants of yield in rapeseed (*Brassica compestris and Brassica napus*). 2. Yield components. Australian Journal of Agricultural Research 25: 711- 721.

Yosefi, A. 2002. The study and yield comparison of new rape seed cultivars in cold and mild cold regions. MSc. Thesis . Islamic Azad University of Birjand (in Farsi).

Archive of SID

www.SID.ir