مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۶ ، شماره ۳، سال ۱۳۸۹

برآورد اثر عوامل محیطی در دوره پر شدن دانه بر وزن دانه در گونه های مختلف براسیکا (*Brassica napus* L., *B. rapa* L., *B. junceae* L.)

Estimation of Effect of Environmental Factors During Seed Filling Period on Seed Weight in Different Brassica Species (*B. napus* L., *B. rapa* L., *B. junceae* L.)

ابوالفضل فرجی

استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۱/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۶/۲۵

چکیده

فرجی، ا. ۱۳۸۹. برآورد اثر عوامل محیطی در دوره پر شدن دانه بر وزن دانه در گونه های مختلف براسیکا (*Brassica napus* L., *B. rapa* L., *B. junceae* L.). **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۶ (۳): ۳۲۸ – ۳۱۷.**

در این تحقیق اثر عوامل محیطی مانند دما، کسر فتوترمال و بارندگی در دوره پر شدن دانه بر وزن دانه گونه‌های مختلف براسیکا به مدت سه سال زراعی (۸۵-۱۳۸۲) با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گنبد بررسی شد. بیست ژنوتیپ از گونه های مختلف براسیکا پنج ژنوتیپ کلزای زمستانه (*B. napus* L.)، پنج ژنوتیپ کلزای بهاره (*B. napus* L.)، پنج ژنوتیپ شلغم روغنی (*B. rapa* L.) و پنج ژنوتیپ خردل زراعی (*B. junceae* L.) در تاریخ کاشت مناسب منطقه کشت شدند. در تمام گونه های مورد مطالعه، بین وزن هزار دانه با میانگین دمای هوا، کسر فتوترمال و بارندگی در دوره پر شدن دانه رابطه خطی وجود داشت. افزایش تشعشع همراه با دماهای نسبتاً ملایم طی دوره یاد شده سبب افزایش وزن دانه شد. نرخ افزایش وزن هزار دانه به ازای هر میلی متر افزایش بارندگی در دوره پر شدن دانه در ژنوتیپ های کلزای تیپ بهاره، کلزای تیپ زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی به ترتیب ۰/۰۰۹۴، ۰/۰۲۴۷، ۰/۰۱۰۵ و ۰/۰۱۳۲ گرم بود. به ازای افزایش هر روز طول دوره پر شدن دانه نیز وزن هزار دانه ژنوتیپ های کلزای تیپ بهاره، کلزای تیپ زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی به ترتیب ۰/۰۵۳۳، ۰/۱۶۸۲، ۰/۰۴۵۶ و ۰/۰۵۲۹ گرم افزایش یافت. این روابط بیانگر واکنش بیشتر وزن دانه ژنوتیپ های کلزای تیپ زمستانه به مساعد بودن عوامل محیطی در دوره پر شدن دانه بود. عدم وجود رابطه معنی دار بین تعداد دانه در مترمربع و وزن دانه در گونه های مختلف براسیکا نشان داد که در این مطالعه اندازه مخزن برای مواد فتوسنتزی تاثیر معنی داری بر وزن دانه نداشت، بلکه وزن دانه عمدتاً تحت تاثیر عوامل محیطی در دوره پر شدن دانه قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: براسیکا، دوره پر شدن دانه، بارندگی، درجه حرارت، کسر فتوترمال و وزن دانه.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: abolfazlfaraji@yahoo.com

مقدمه

گونه های جنس براسیکا، گیاهانی سازگار با نواحی خنک بوده و شرایط محیطی طی دوره پر شدن دانه تاثیر زیادی بر وزن دانه و در نتیجه عملکرد دانه دارد (Angadi *et al.*, 1999; Morrison and Stewart, 2002). دمای بالا سرعت نمو گیاه را تسریع نموده، طول دوره‌های نموی را کم می کند و می تواند همراه با تنش آب سبب کاهش وزن دانه و در نتیجه کاهش پتانسیل عملکرد شود (Entz and Flower, 1991; Hall, 1992; Johnston *et al.*, 2002). ارقام مختلف واکنش متفاوتی نسبت به شرایط آب و هوایی متفاوت دارند (Christmas, 1996). مازون سینی و همکاران (Mazzoncini *et al.*, 1993) در مطالعه‌ای به مدت سه سال در ایتالیا یک لاین از گونه *B. carinata* را با دو رقم از گونه *B. napus* مقایسه کردند و مشاهده کردند که *B. carinata* عملکرد دانه بیشتری نسبت به گونه *B. napus* داشت که مربوط به تحمل بیشتر آن به تنش‌های غیر زنده بود. روییز و مادونی (Ruiz and Maddonni, 2006) نشان دادند که در مقایسه با اندازه منبع تولید مواد فتوسنتزی در بعد از گلدهی، نسبت منبع به مخزن مواد فتوسنتزی می تواند به عنوان یک شاخص مفیدتر در توجیه وزن دانه مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه آنها با افزایش این نسبت تا حد معینی، وزن دانه افزایش و سپس ثابت ماند. در آفتابگردان، آگویرزابال و همکاران (Aguirrezabal *et al.*, 2003) اظهار داشتند که وزن دانه همبستگی بالایی با تشعشعات فعال فتوسنتزی دریافت شده توسط جامعه گیاهی طی دوره پر شدن دانه دارد. آنها نشان دادند که افزایش شاخص و دوام سطح برگ طی این دوره می تواند سبب افزایش وزن دانه شود. نقش مهم تشعشع خورشیدی دریافت شده در دوره پر شدن دانه در تعیین وزن دانه در مطالعه دویسیو و همکاران (Dosio *et al.*, 2000) نیز گزارش شده است. در تعدادی از مطالعات در گونه های گیاهی مختلف برای نشان دادن اثر دما و تشعشع بر صفات مختلف از کسر فتوترمال استفاده و رابطه آن با صفات مختلف ترسیم شده است (Fischer, 1985; Cantagallo *et al.*, 1997; Chimenti and Hall, 2001).

وجود تنش خشکی و گرمای انتهای فصل رشد در منطقه گنبد امری متداول می‌باشد، که با کاهش وزن دانه و در نتیجه عملکرد باعث ایجاد مشکلاتی در توسعه کشت کلزا می‌شود. برای رفع این مشکل، انجام طرح های تحقیقاتی مناسب جهت گزینش ژنوتیپ های برتر از گونه های مختلف جنس براسیکا مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. از آن جایی که اطلاعات اندکی در ارتباط با تاثیر عوامل محیطی مانند دما، تشعشع و بارندگی در دوره پر شدن دانه بر وزن دانه ژنوتیپ های جدید از گونه های مختلف جنس براسیکا وجود دارد، این مطالعه بمدت سه سال زراعی جهت بررسی واکنش وزن دانه این

ژنوتیپ ها به عوامل اقلیمی ذکر شده در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سه قطعه زمین مجاور هم و طی سه سال زراعی ۸۵-۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد واقع در پنج کیلومتری شرق گنبد اجرا شد. ارتفاع منطقه از سطح دریای آزاد ۴۵ متر و بر طبق تقسیم بندی آب و هوایی کوپن دارای اقلیم مدیترانه ای گرم و نیمه خشک است و مختصات جغرافیایی آن به ترتیب: طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی است. بافت خاک محل انجام آزمایش سیلتی لوم، اسیدیته ۸/۱، شوری ۰/۷۳ دسی زیمنس بر متر، مواد خنثی شونده و کربن آلی به ترتیب ۲۰ و ۱/۴۶ درصد بود.

آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. بیست ژنوتیپ از گونه های مختلف جنس براسیکا (پنج ژنوتیپ کلزای تیپ زمستانه شامل Elite, Digger, Adder, Milena, Gerinimo، پنج ژنوتیپ کلزای تیپ بهاره شامل Comet, Amica, Magent, Alexandra, Foseto، پنج ژنوتیپ شلغم روغنی شامل Parkland, Candel, Tobin, Rainbow, Goldrush و پنج ژنوتیپ خردل زراعی شامل Bard-1, Landrace, Lethbridge, BP-10, J-98-102/51-5) در تاریخ کاشت مناسب منطقه کشت شدند. محصول قبلی مورد کشت در هر سه سال انجام آزمایش، گندم بود. قبل از کاشت گیاه نمونه های خاک از عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی متری از سطح خاک تهیه و بر اساس نتایج حاصل، مقادیر کودهای فسفر و پتاس به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر و اکسید پتاس (به ترتیب از منابع کودی سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم) قبل از کاشت به زمین داده شد. مقدار کود نیتروژن لازم به مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع اوره)، به صورت یک سوم قبل از کاشت، یک سوم در مرحله شروع ساقه دهی و یک سوم در مرحله شروع گلدهی به زمین داده شد. در هر سه سال، عملیات کشت پس از وقوع بارندگی به صورت خطی و با دست انجام شد و در طول دوره رشد هیچ گونه آبیاری انجام نشد. برای اطمینان از دستیابی به تراکم بوته مورد نظر (یک میلیون بوته در هکتار و با الگوی کاشت ۵×۲۰ سانتی متر)، در موقع کاشت بیش از میزان لازم بذر مصرف کرده و بعد از استقرار بوته ها، در موقع تنک کردن (مرحله ۲ تا ۴ برگی)، فاصله بوته ها در هر ردیف تنظیم شد. هر کرت شامل چهار خط کاشت به طول پنج متر بود. جهت حذف اثر حاشیه در دو طرف تکرارها چهار خط کاشت (از یکی از ارقام) انجام شد، ولی بین کرت‌ها فضای نکاشت قرار داده نشد.

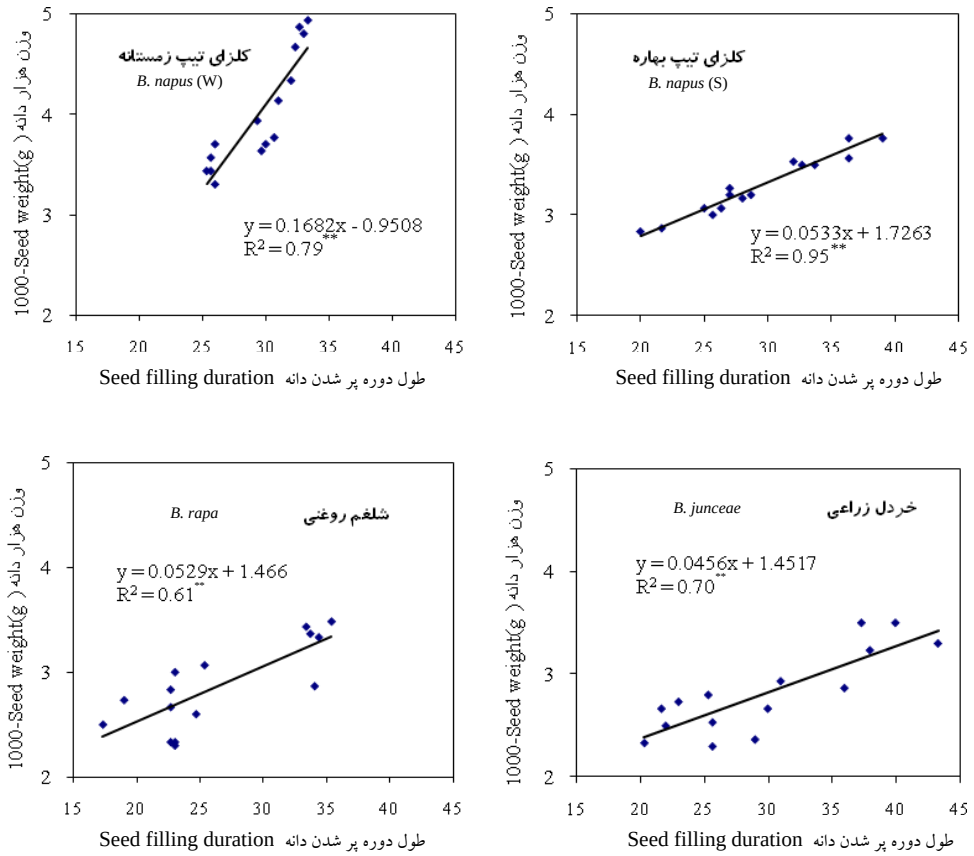
تعداد روز تا هر مرحله فنولوژیکی بر اساس تعداد روز تا زمانی که ۵۰ درصد از گیاهان هر

کـرت بـه آن مرحلـه برسـند، محاسـبه شـد (Harper and Berkenkamp, 1975). دوره بین شروع پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیکی به عنوان دوره پر شـدن دانـه در نظـر گرفتـه شـد (Egli, 2004). وزن دانـه بـا محاسـبه وزن ۱۰۰۰ دانه از هر تیمار و با رطوبت ۸ درصد تعیین شـد. میـزان تشعـشع رسـیده بـه بـالای سـطح زمـین از طریـق محاسـبه و تبـدیل تعـداد سـاعات آفتـابی تعیین شد (Koocheki and Banayan, 1996). کسر فتوترمال از تقسیم میـانگین تشعـشع رسـیده به بالای سطح زمین بر میانگین دمای هوا (بـالاتر از صفر درجه سانتی گراد) طی دوره مـورد نظـر محاسـبه شـد (Adamsen and Coffelt, 2005; Poggio *et al.*, 2005). برای هر گونـه، روابـط رگرسیونی بـین تعـداد دانـه در متـر مربـع، طـول دوره پر شدن دانـه و میـانگین دمـای هـوا، کـسر فتوترمال و بارندگی تجمعی طی دوره پـر شـدن دانه با وزن دانه بـا اسـتفاده از نـرم افـزار آمـاری SAS (SAS, 1996) و برنامـه EXCEL ترسـیم شد. تنها از روابطی استفاده شد که از نظر آماری معنی‌دار بودند (SAS, 1996).

نتایج و بحث

در تمام گونه‌های مورد مطالعـه رابطـه مثبـت خطی بین طول دوره پر شـدن دانـه و وزن هـزار دانه وجود داشت، کـه بـه ترتیـب ۹۵، ۷۹، ۷۰ و ۶۱ درصـد از تغییـرات وزن هـزار دانـه در ژنوتیـپ‌هـای کلـزای بهـاره، کلـزای زمـستانه، خـردل زراعـی و شـلغم روغنـی را توضـیح داد (شکل ۱). رابطه بین وزن هزار دانه و طـول دوره پـر شـدن دانـه بـه خـصوص بـرای ژنوتیـپ‌هـای کلزای تیپ بهاره بسیار قـوی بـود. نـرخ افـزایش وزن هـزار دانـه بـه ازای هـر روز افـزایش طـول دوره پر شدن دانه در ژنوتیپ‌هـای کلـزای تیـپ زمستانه به طور قابل توجهی بیـشتر از گونـه‌هـای دیگر بـود (شـکل ۱). بـه ازای افـزایش هـر روز طـول دوره پـر شـدن دانـه، وزن هـزار دانـه ژنوتیـپ‌هـای کلـزای بهـاره، کلـزای زمـستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی به ترتیب ۰/۰۵۳۳، ۰/۱۶۸۲، ۰/۰۴۵۶ و ۰/۰۵۲۹ گرم افزایش یافـت (شکل ۱). وزن دانه تحت تاثیر سرعت پـر شـدن دانـه و طـول دوره پـر شـدن دانـه قـرار گرفتـه و افزایش هر کدام از این دو عامل می تواند سـبب افـزایش وزن دانـه شـود (Egli, 2004). نتـایج ایـن مطالعـه بـا یافتـه‌هـای آکاسـتا-گالیکـاس و همکـاران (Acosta-Gallegos *et al.*, 1996) در لوبیا نیـز مطابقـت دارد، کـه مـشاهده کردنـد وزن دانـه همبستگی بالایی با طول دوره پر شـدن دانـه دارد. در مطالعه آنها واکـنش نـه رقـم مـورد مطالعـه بـه شرایط آب و هوایی تقریباً مشابه بود.

در منطقـه گنبـد، ماننـد سـایر منـاطق بـا اقلـیم مدیترانـه‌ای گـرم و نیمـه خـشک، وقـوع تـنش خـشکی و گرمـای انتهـای فـصل رشـد متـداول می باشد، که می‌تواند سبب کاهش طول دوره پـر شدن دانه و در نتیجـه وزن دانـه شـود. ایـن منطقـه دارای زمستان‌هـای خنـک و نـسبتاً ملایـم بـوده و قسمت اعظم نزولات طی ماه‌های آبان تـا اواسـط



شکل ۱- رابطه بین وزن هزار دانه و طول دوره پر شدن دانه (روز)

Fig. 1. Relationship between 1000-seed weight and seed filling period duration (day).

اردیبهشت نازل می‌شود. در چنین شرایط اقلیمی، ژنوتیپ‌های مورد نظر باید چرخه زندگی خود را طی این مدت به اتمام رسانده و به خصوص دوره گلدهی و پر شدن دانه آنها با خشکی و گرمای انتهای فصل رشد مصادف نشود. به عبارت دیگر، ژنوتیپ‌های مورد انتخاب برای منطقه گنبد علاوه بر داشتن پتانسیل عملکرد مطلوب، باید زودرسی مناسبی نیز داشته باشند تا مراحل حساس زایشی با تنش خشکی و گرمای ماه‌های اردیبهشت و خرداد مصادف نشود. در این مطالعه، ژنوتیپ‌های بهاره کلزا علاوه بر این که دارای بیشترین عملکرد دانه بودند، از زودرسی مناسبی نیز برخوردار بودند (جدول ۱)، که نشان‌دهنده سازگاری مناسب آنها با شرایط اقلیمی منطقه گنبد است. میانگین سه ساله عملکرد دانه ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا، بهاره کلزا، شلغم روغنی و خردل زراعی به ترتیب ۱۳۸۱، ۲۱۹۰، ۱۷۸۱ و ۱۹۱۵ کیلوگرم در هکتار و میانگین سه ساله تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی آنها به ترتیب ۱۷۲، ۱۶۰، ۱۵۱ و ۱۶۴ روز بود

جدول ۱- میانگین‌های وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی در گونه‌های جنس براسیکا.

Table 1. Mean of 1000-seed weight, seed yield and days to physiological maturity in *Brassica* species

Species	گونه	وزن هزار دانه 1000-Seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی Days to physiological maturity
		2003-2004		
B. napus (W)	کلزای تیپ زمستانه	3.49	947	188
B. napus (S)	کلزای تیپ بهاره	3.49	2425	172
B. rapa	شلغم روغنی	3.30	1984	161
B. junceae	خردل زراعی	2.83	1730	178
		2004-2005		
B. napus (W)	کلزای تیپ زمستانه	3.83	2112	176
B. napus (S)	کلزای تیپ بهاره	3.33	2439	166
B. rapa	شلغم روغنی	2.53	1742	161
B. junceae	خردل زراعی	2.89	2121	172
		2005-2006		
B. napus (W)	کلزای تیپ زمستانه	4.72	1084	152
B. napus (S)	کلزای تیپ بهاره	3.04	1707	141
B. rapa	شلغم روغنی	2.75	1616	132
B. junceae	خردل زراعی	2.73	1893	141

W = کلزا تیپ زمستانه

S =کلزا تیپ بهاره

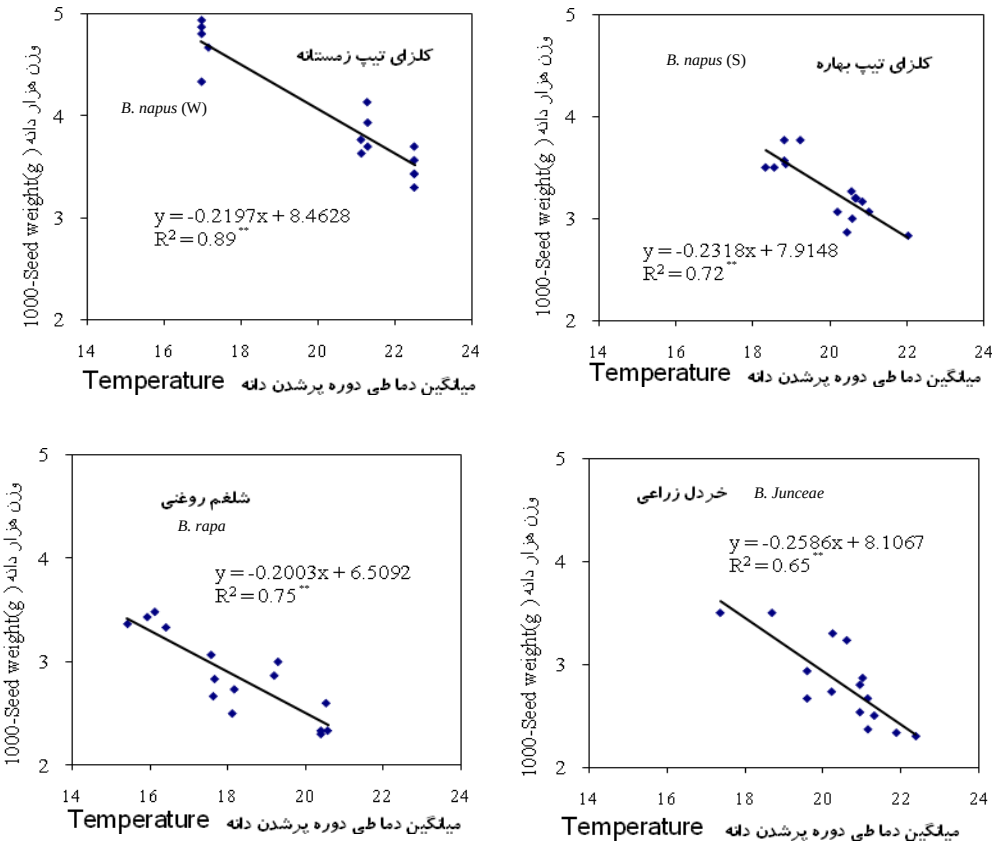
W= winter type, S= spring type

(جدول ۱). لازم به ذکر است اگرچه وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا بیشتر از ژنوتیپ‌های دیگر مورد مطالعه بود، ولی به دلیل کمتر بودن قابل توجه تعداد دانه در مترمربع در ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر، عملکرد دانه ژنوتیپ‌های زمستانه به طور قابل توجهی کمتر از ژنوتیپ‌های دیگر بود. میانگین تعداد دانه در مترمربع در ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا، بهاره کلزا، شلغم روغنی و خردل زراعی به ترتیب ۱۴۱، ۲۰۴، ۱۹۸ و ۱۸۶ هزار عدد بود (داده‌ها نشان داده نشده است).

از آن جایی که طول دوره پر شدن دانه در کلزا تحت تاثیر دمای هوا است (Habekotte, 1997)، کاهش دمای هوا طی این دوره می‌تواند سبب افزایش طول دوره و در نتیجه افزایش وزن دانه کلزا شود (Egli, 2004). در این مطالعه، این مساله به وسیله رابطه منفی معنی‌دار بین میانگین دمای هوا طی دوره پر شدن

دانه و وزن هزار دانه مشخص شد. این رابطه منفی خطی به ترتیب ۷۲، ۸۹، ۶۵ و ۷۵ درصد از تغییرات ژنوتیپ‌های کلزای تیپ بهاره، کلزای تیپ زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی را توضیح داد (شکل ۲). نرخ کاهش وزن هزار دانه به ازای هر درجه سانتی‌گراد افزایش میانگین دمای هوا طی دوره پر شدن دانه در ژنوتیپ‌های کلزای تیپ بهاره، کلزای تیپ زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی به ترتیب ۰/۲۳۱۸، ۰/۲۱۹۷، ۰/۲۵۸۶ و ۰/۲۰۰۳ گرم بود (شکل ۲)، که نشان‌دهنده حساسیت بیشتر وزن دانه ژنوتیپ‌های خردل زراعی به افزایش دما طی دوره فوق بود. بنابراین، اگرچه وودز و همکاران (Woods *et al.*, 1991) نتیجه گرفتند که خردل زراعی (*B. junceae*) دارای پتانسیل تحمل به گرمای بیشتری نسبت به کلزا بوده و پیشنهاد کردند که درصورت وجود ارقام خردل زراعی با کیفیت روغن مطلوب، این گونه می‌تواند برای نواحی گرم و خشک کانادا توصیه شود، ولی در این مطالعه این مساله صادق نبود و بیشترین کاهش وزن هزار دانه در اثر افزایش دمای هوا مربوط به ژنوتیپ‌های خردل زراعی بود. به نظر می‌رسد که تفاوت احتمالی حساسیت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این دو آزمایش و همچنین تفاوت شرایط آب و هوایی کانادا و منطقه گنبد دلیل اختلاف بین نتایج این مطالعه و مطالعه وودز و همکاران (Woods *et al.*, 1991) باشد.

در طی دوره پر شدن دانه، غلاف‌ها و برگ‌های فوقانی گیاه اندام‌های اصلی فتوسنتزکننده هستند و قسمت اعظم مواد فتوسنتزی تولیدی به دانه‌های در حال پر شدن منتقل می‌شوند. بنابراین، وجود روزهای آفتابی با تشعشع خورشیدی مناسب همراه با دماهای نسبتاً پایین می‌تواند سبب افزایش فتوسنتز گیاه و در نتیجه افزایش وزن دانه شود (Egli, 2004). در این مطالعه بین وزن هزار دانه و کسر فتوترمال (نسبت تشعشع به دما) در دوره پر شدن دانه رابطه خطی معنی‌داری وجود داشت که به خصوص در ژنوتیپ‌های کلزای بهاره و زمستانه قوی‌تر بود (شکل ۳). این رابطه مثبت به ترتیب ۷۶، ۸۸، ۶۵ و ۵۸ درصد از تغییرات ژنوتیپ‌های کلزای تیپ بهاره، کلزای تیپ زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی را توضیح داد (شکل ۳). نرخ افزایش وزن هزار دانه به ازای هر یک دهم واحد افزایش کسر فتوترمال در دوره پر شدن دانه در ژنوتیپ‌های کلزای بهاره، کلزای زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی به ترتیب ۰/۵۱۳۹۷، ۲/۰۴۹۱، ۰/۵۶۹۰۵ و ۰/۳۹۱۶۳ گرم بود (شکل ۳)، که نشان‌دهنده واکنش شدید و قابل توجه وزن دانه ژنوتیپ‌های کلزای زمستانه به افزایش کسر فتوترمال طی دوره فوق بود. به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های کلزای تیپ زمستانه بیشترین بهره را از افزایش کسر فتوترمال (افزایش تشعشع خورشید و کاهش دمای هوا) طی دوره فوق بود و بیشترین افزایش وزن دانه را به ازای افزایش هر واحد کسر فتوترمال داشتند. شاید این به دلیل دیررسی بیشتر این ژنوتیپ‌ها نسبت به

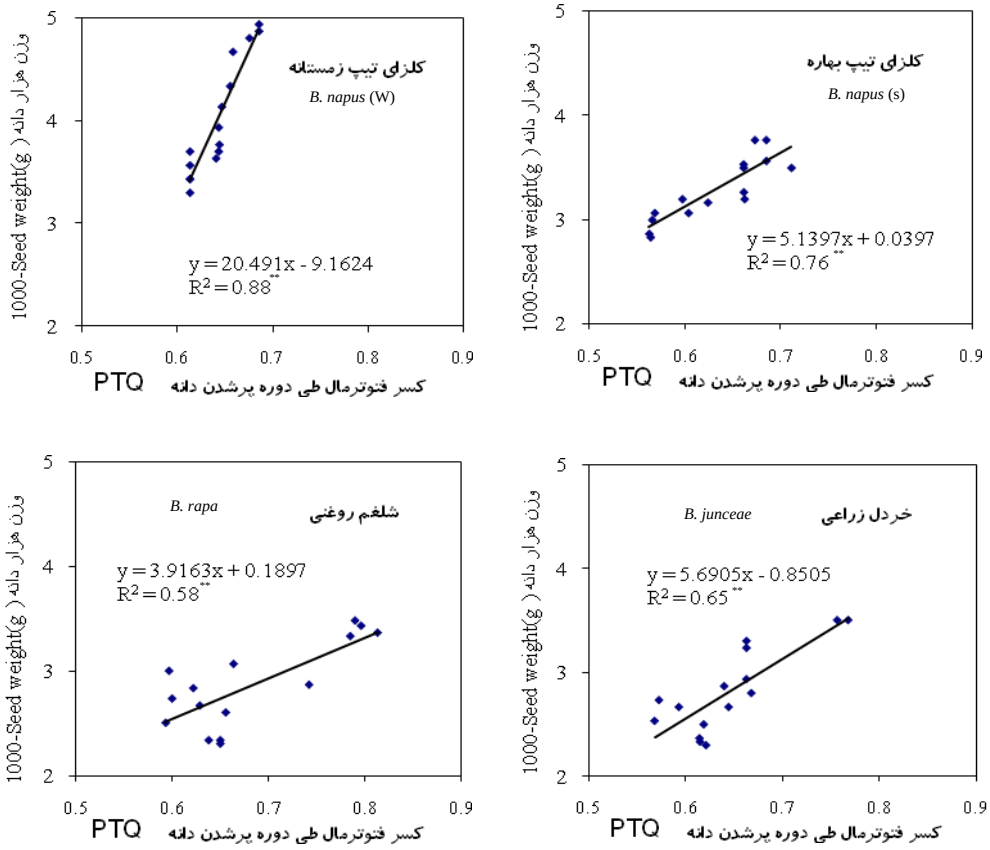


شکل ۲- رابطه بین وزن هزار دانه و میانگین دمای هوا (درجه سانتی گراد) در دوره پر شدن دانه.

Fig. 2. Relationship between 1000-seed weight and mean air temperature (˚C) during seed filling period.

ژنوتیپ های دیگر مورد مطالعه بود (جدول ۱). بنابراین همان طوری که در مطالعات آدامسن و کافلت (Adamsen and Coffelt, 2005) و پاگیو و همکاران (Poggio et al., 2005) نیز نشان داده شده است، در این مطالعه نیز افزایش تشعشع همراه با دماهای نسبتاً خنک تا ملایم (افزایش کسر فتوترمال) سبب افزایش وزن دانه در گونه‌های مختلف جنس براسیکا شد.

زمانی که رابطه وزن هزار دانه با مقدار بارندگی طی دوره پر شدن دانه ترسیم شد، مشاهده شد که در تمام ژنوتیپ‌های مورد مطالعه یک رابطه مثبت بین آنها وجود دارد (شکل ۴). این رابطه خطی به ترتیب ۷۰، ۶۷، ۶۴ و ۶۵ درصد از تغییرات ژنوتیپ‌های کلزای تیپ بهاره، کلزای تیپ زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی را توضیح داد (شکل ۴). نرخ افزایش وزن هزار دانه به ازای هر میلی‌متر افزایش بارندگی در دوره پر شدن دانه در ژنوتیپ‌های کلزای بهاره، کلزای زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی به ترتیب ۰/۰۰۹۴، ۰/۰۲۴۷، ۰/۰۱۰۵ و ۰/۰۱۳۲ گرم بود (شکل ۴)، که موید واکنش بیشتر وزن دانه ژنوتیپ‌های کلزای تیپ

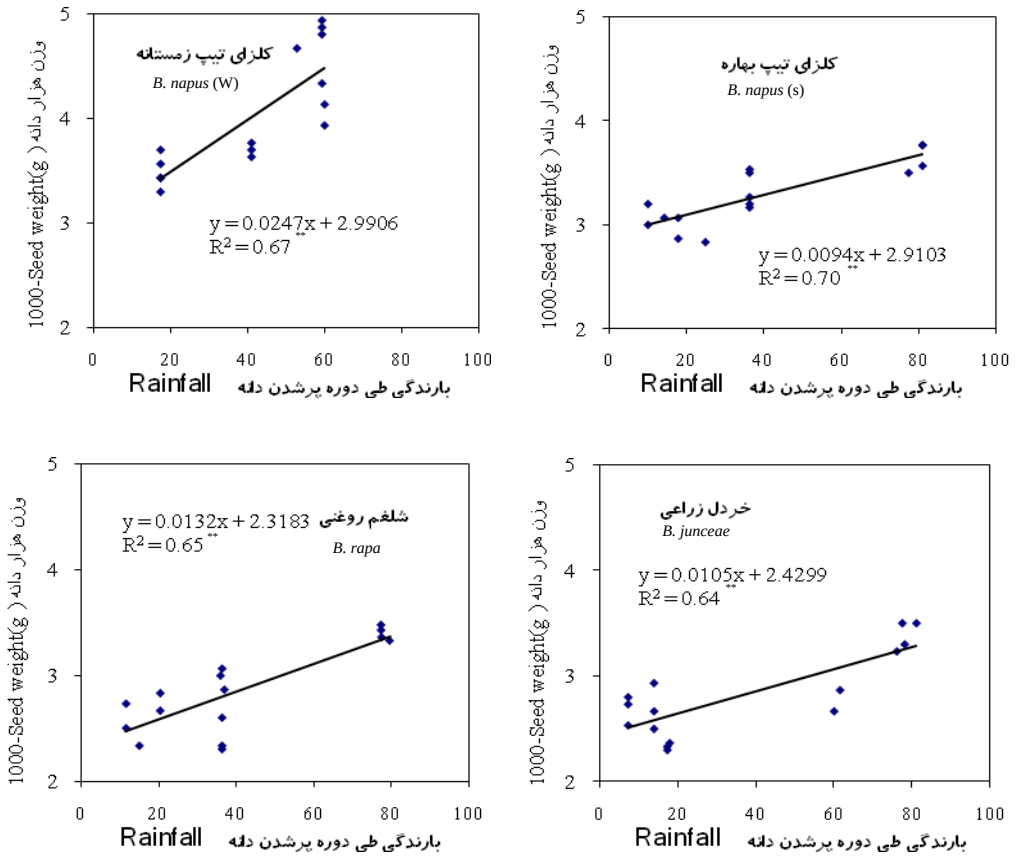


شکل ۳- رابطه بین وزن هزار دانه و کسر فتوترمال (مگاژول بر متر مربع در روز بر سانتی گراد) طی دوره پر شدن دانه.

Fig. 3. Relationship between 1000-seed weight and photothermal quotient ($MJm^{-2}d^{-1}°C^{-1}$) during seed filling period.

زمستانه به افزایش بارندگی طی دوره فوق بود.

به طور کلی و با توجه به عدم وجود رابطه رگرسیونی معنی‌دار بین تعداد دانه در مترمربع و وزن هزار دانه در هیچ یک از گونه‌های مورد مطالعه (شکل‌ها ارائه نشده‌اند)، می‌توان نتیجه گرفت که وزن دانه گونه‌های مختلف جنس براسیکا عمدتاً تحت تاثیر عوامل محیطی (دما، بارندگی و تشعشع) طی دوره پر شدن دانه قرار گرفتند. به عبارت دیگر وزن هزار دانه در گونه‌های مختلف جنس براسیکای مورد مطالعه تحت تاثیر محدودیت مخزن قرار نگرفت، بلکه در این مطالعه شرایط آب و هوایی طی دوره پر شدن دانه و در واقع قدرت منبع در تولید مواد فتوسنتزی و انتقال این مواد فتوسنتزی تولید شده به دانه‌های در حال پر شدن تعیین کننده اصلی وزن دانه در گونه‌های مختلف جنس براسیکا بود (Morrison, 1993). بنابراین همان طوریکه مطالعات سایر محققان بر روی گونه‌های متفاوت گیاهی نیز گزارش شده است در این مطالعه طول



شکل ۴- رابطه بین وزن هزار دانه و مقدار بارندگی تجمعی (میلی متر) طی دوره پر شدنه دانه.

Fig. 3. Relationship between 1000-seed weight and cumulative rainfall (mm) during seed filling period.

دوره پر شدن دانه و همچنین شرایط آب و هوایی مانند دما، کسر فتوترمال (نسبت تشعشع به دما) و بارندگی طی دوره پر شدن دانه از عوامل اصلی تعیین کننده وزن دانه در گونه‌های مختلف جنس براسیکا بودند (Lannucci and Martiniello, 1998; Gonzalez *et al.*, 2005; Heinemann *et al.*, 2006; Ruiz and Maddonni, 2006; Caliskan *et al.*, 2008).

References

Acosta-Gallegos, J. A., Vargas-Vazquez, P. and White, J. W. 1996. Effect of sowing date on the growth and seed yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in highland environments. Field Crops Research 49: 1-10.

Adamsen, F. J. and Coffelt, T. A. 2005. Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. Indian Crops Production 21: 293-307.

Aguirrezabal, L. A. N., Lavud, Y., Dosio, G. A. A., Izquierdo, N. G., Andrade, F.

H. and Gonzalez, L. M. 2003. Intercepted solar radiation during seed filling determines sunflower weight per seed and oil concentration. Crop Science 43: 152-161.

Angadi, S. V., McConkey, B. G., Ulrich, D., Cutforth, H. W., Miller, P. R., Entz, M. H., Brandt, S. A. and Volkmar, K. 1999. Developing viable cropping options for the semiarid prairies. Project Report. Agriculture and Agri-Food Canada, Swift Current, SK.

Caliskan, M. E., Caliskan, M., Arslan, M. and Arioglu, H. 2008. Effects of sowing date and growth duration on growth and yield of groundnut in a Mediterranean-type environment in Turkey. Field Crops Research 105: 131-140.

Cantagallo, J. E., Chimenti, C. A. and Hall, A. J. 1997. Number of seeds per unit area in sunflower correlates well with a photothermal quotient. Crop Science 37: 1780-1786.

Chimenti, C. A. and Hall, A. J. 2001. Grain number responses to temperature during floret differentiation in sunflower. Field Crops Research 72: 177-184.

Christmas, E. P. 1996. Evaluation of planting date for winter canola production in Indiana. pp 139-147. In: J. Janic (ed.), Progress in New Crop. ASHS Press, Alexandria, VA .

Dosio, G. A. A., Aguirrezabal, L. A. N., Andrade, F. H. and Pereyra, V. R. 2000. Solar radiation intercepted during seed filling and oil production in two sunflower hybrids. Crop Science 40: 1637-1640.

Egli, D. B. 2004. Seed-fill duration and yield of grain crops. Advances in Agronomy 83: 243-279.

Entz, M. H. and Flower, D. B. 1991. Agronomic performance of winter versus spring wheat. Agron. Journal 83: 527-532.

Fischer, R. A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. Journal of Agricultural Science (Cambridge). 105: 447-461.

Gonzalez, F. G., Slafer, G. A. and Miralles, D. J. 2005. Floret development and survival in wheat plants exposed to contrasting photoperiod and radiation environments during stem elongation. Functional Plant Biology 32: 189-197.

Habekotte, B. 1997. Evaluation of seed yield determining factors of winter oilseed rape (*B. napus* L.) by means of crop growth modeling. Field Crops Research 54: 137-151.

Hall, A. E. 1992. Breeding for heat tolerance. Plant Breeding. Review 10: 129-168.

Harper, F. R. and Berkenkamp, B. 1975. Revised growth-stage key for *Brassica campestris* and *B. napus*. Canadian Journal of Plant Science 55: 657-658.

Heinemann, A. B., Maia, A. H. N., Ingram D. K. T. and Hoogenboom, G. 2006. Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) growth and development response to CO_2 enrichment under different temperature regimes. European Journal of Agronomy 24: 52-61.

Johnston, A. M., Tanaka, D. L., Miller, P. R., Brandt, S. A., Nielsen, D. C., Lafond, G. P. and Riveland, N. R. 2002. Oilseed crops for semi-arid cropping systems in the Northern Great Plains. Agronomy Journal 94: 231-240.

Koocheki, A. and Banayan, M. 1996. Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops. Mashhad Jehad Daneshgahi Press. 288 pp.

Lannucci, A. and Martiniello, P. 1998. Analysis of seed yield components in four Mediterranean annual clovers. Field Crops Research 55: 235-243.

Mazzoncini, M., Vannozi, G. P., Megale, P., Secchiari, P., Pistotia, A. and Lazzeri, L. 1993. Ethiopian mustard (*B. carinata A.Braum*) crop in central Italy. Note1: Characterization and agronomic evaluation. Agriculture–Mediteranean 123: 4: 330-338.

Morrison, M. J. 1993. Heat stress during reproduction in summer rape. Canadian Journal of Botany 71: 303-308.

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

Poggio, S. L., Satoorre, E. H., Dethiou, S. and Gonzalo, G. M. 2005. Pod and seed numbers as a function of photothermal quotient during the seed set period of field pea (*Pisum sativum*) crops. European Journal of Agronomy 22: 55-69.

Ruiz, R. A. and Maddonni, G. A. 2006. Sunflower seed weight and oil concentration under different post-flowering source-sink ratios. Crop Science 46: 671-680.

SAS Institute. 1996. SAS/STAT user's guide, Version 6, 4th editions, SAS Inst., Inc., Cary, NC.

Woods, D. L., Capcara, J. J. and Downey, R. K. 1991. The potential of mustard (*Brassica juncea* L.) as an edible oil crop on the Canadian Prairies. Canadian Journal of Plant Science 71: 195–198.