

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

ابوالفضل فرجی

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

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

چکیده

فرجی، ا. ۱۳۸۹. برآورد اثر عوامل محیطی در دوره پر شدن دانه بر وزن دانه در گونه های مختلف براسیکا (B. napus L., B. rapa L., B. juncea L.) با مدت سه سال زراعی (۱۳۸۲-۸۵) با استفاده از طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در گنبدهای برسی شد. بیست ژنوتیپ از گونه های مختلف براسیکا پنج ژنوتیپ کلزا زمستانه (*B. napus L.*), پنج ژنوتیپ کلزا بهاره (*B. rapa L.*), پنج ژنوتیپ شلغم روغنی (*B. juncea 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 هموار 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 کلزا بهاره، کلزا تیپ زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی به ترتیب ۰/۰۰۹۴، ۰/۰۱۳۲، ۰/۰۱۰۵، ۰/۰۲۴۷ و ۰/۰۵۲۹ گرم بود. به ازای افزایش هر روز طول دوره پر شدن دانه نیز وزن هزار دانه ژنوتیپ های کلزا تیپ بهاره، کلزا تیپ زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی به ترتیب ۰/۰۵۳۳، ۰/۰۱۶۸۲، ۰/۰۴۵۶ و ۰/۰۵۲۹ گرم افزایش یافت. این روابط بینگر واکنش بیشتر وزن دانه ژنوتیپ های کلزا 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 فتوستنتزی تاثیر معنی داری بر وزن دانه نداشت، بلکه وزن دانه عمدها تحت تاثیر عوامل محیطی در دوره پر شدن دانه قرار گرفت.

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

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: abolfazlfaraji@yahoo.com

مقدمه

(Aguirrezzabal *et al.*, 2003) اظهار داشتند

که وزن دانه همبستگی بالایی با تشعشعات فعال فتوسنتری 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 تنفس خشکی و گرمای انتهای فصل رشد در منطقه گند امری متداول می باشد، که با کاهش وزن دانه و در نتیجه عملکرد باعث ایجاد مشکلاتی در توسعه کشت کلزا می شود. برای رفع این مشکل، انجام طرح های تحقیقاتی مناسب جهت گزینش ژنتیک 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 ژنتیک های جدید از گونه های مختلف جنس براسیکا وجود دارد، این مطالعه بمدت سه سال زراعی جهت بررسی واکنش وزن دانه این

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 تسريع نموده، طول دوره های نموی را کم می کند و می تواند همراه با تنفس 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 مطالعه ای 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 *B. napus* داشت که مربوط به تحمل بیشتر آن به تنفس های غیر زنده بود. روییز و مادونی (Ruiz and Maddonni, 2006) نشان دادند که در مقایسه با اندازه منبع تولید مواد فتوسنتری در بعد از گلدهی، نسبت منبع به محزن مواد فتوسنتری می تواند به عنوان یک شاخص مفید تر 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 آفت‌آبرگدان، آگویرزابال و همکاران

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 ۶۰ سانتی متری از سطح خاک تهیه و بر اساس نتایج حاصل، مقادیر کودهای فسفر و پتاس به مقدار ۵۰ کیلو گرم 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 کیلو گرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع اوره)، به صورت یک سوم قبل از کاشت، یک سوم در مرحله شروع گلدهی به زمین 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 ۲۰×۵ 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 کرت ها فضای نکاشت قرار داده نشد.

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

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

مواد و روش ها

آزمایش در سه قطعه زمین مجاور هم و طی سه سال زراعی ۱۳۸۲-۸۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گندم واقع در پنج کیلومتری شرق گندم اجرا شد. ارتفاع منطقه از سطح دریای آزاد ۴۵ متر و بر طبق تقسیم بندي 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 ۷۳/۰، 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 Bard-1، و پنج ژنوتیپ خردل زراعی شامل Landrace, Lethbridge, BP-10, J-98-102/51-5 در تاریخ کاشت مناسب منطقه

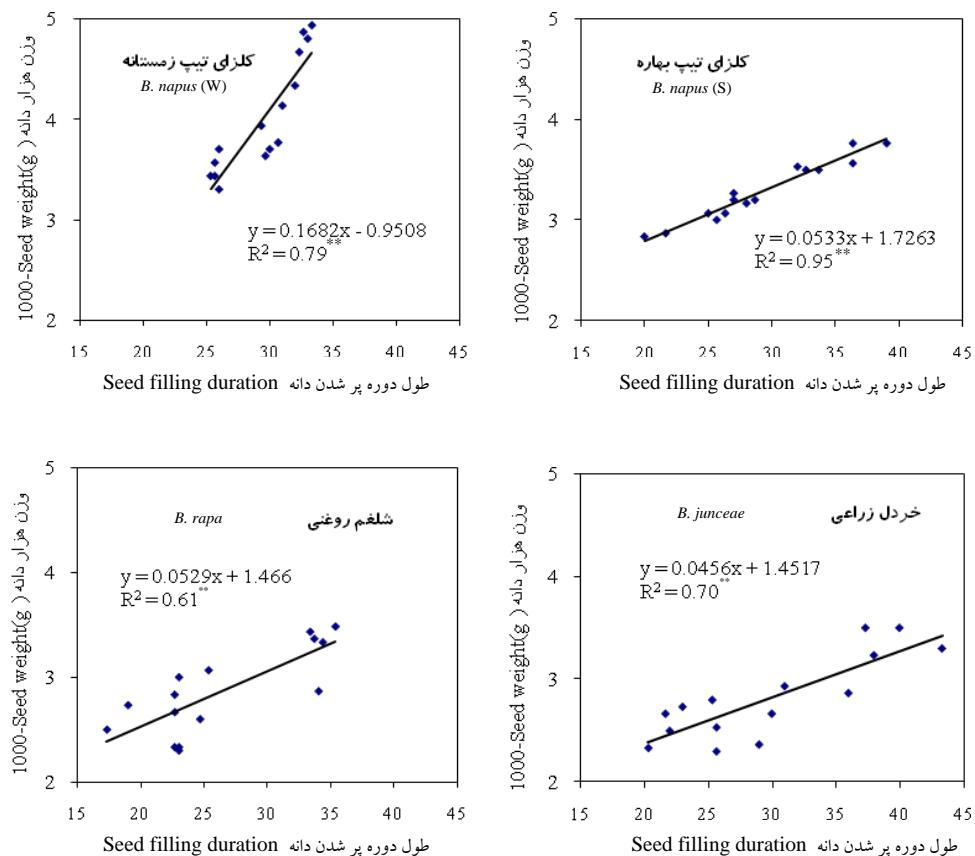
(شکل ۱). رابطه بین وزن هزار دانه و طول دوره پر شدن دانه به خصوص برای ژنوتیپ‌های کلزای تیپ بهاره بسیار قوی بود. نرخ افزایش وزن هزار دانه به ازای هر روز افزایش طول دوره پر شدن دانه در ژنوتیپ‌های کلزای تیپ زمستانه به طور قابل توجهی بیشتر از گونه‌های دیگر بود (شکل ۱). به ازای افزایش هر روز طول دوره پر شدن دانه، وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های کلزای بهاره، کلزای زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی به ترتیب $0/0533$, $0/0456$, $0/0529$ و $0/1682$ (شکل ۱). وزن دانه تحت تاثیر سرعت پر شدن دانه و طول دوره پر شدن دانه قرار گرفته و افزایش هر کدام از این دو عامل می‌تواند سبب افزایش وزن دانه شود (Egli, 2004). نتایج این مطالعه با یافته‌های آکاستا-گالیکاس و همکاران (Acosta-Gallegos *et al.*, 1996) مطابقت دارد، که مشاهده کردند وزن دانه همبستگی بالایی با طول دوره پر شدن دانه دارد. در مطالعه آنها واکنش نه رقم مورد مطالعه به شرایط آب و هوایی تقریباً مشابه بود.

در منطقه گنبد، مانند سایر مناطق با اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه خشک، وقوع تنفس خشکی و گرمای انتهای فصل رشد متداول است. می‌باشد، که می‌تواند سبب کاهش طول دوره پر شدن دانه و در نتیجه وزن دانه شود. این منطقه دارای زمستان‌های خنک و نسبتاً ملایم بوده و قسمت اعظم نزولات طی ماه‌های آبان تا اواسط

کرت به آن مرحله برسند، محاسبه شد (Harper and Berkenkamp, 1975) بین شروع پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیکی به عنوان دوره پر شدن دانه در نظر گرفته شد (Egli, 2004). وزن دانه با محاسبه وزن ۱۰۰۰ دانه از هر تیمار و با رطوبت ۸ درصد تعیین شد. میزان تشعشع رسیده به بالای سطح زمین از طریق محاسبه و تبدیل تعداد ساعت آفتابی تعیین شد (Koocheki and Banayan, 1996). کسر فتوترمال از تقسیم میانگین تشعشع رسیده به بالای سطح زمین بر میانگین دمای هوا (بالاتر از صفر درجه سانتی گراد) طی دوره مورد نظر محاسبه شد (Adamsen and Coffelt, 2005; Poggio *et al.*, 2005). برای هر گونه، روابط رگرسیونی بین تعداد دانه در متر مربع، طول دوره پر شدن دانه و میانگین دمای هوا، کسر فتوترمال و بارندگی تجمعی طی دوره پر شدن دانه با وزن دانه با استفاده از نرم افزار آماری SAS (SAS, 1996) و برنامه EXCEL ترسیم شد. تنها از روابطی استفاده شد که از نظر آماری معنی‌دار بودند (SAS, 1996).

نتایج و بحث

در تمام گونه‌های مورد مطالعه رابطه مثبت خطی بین طول دوره پر شدن دانه و وزن هزار دانه وجود داشت، که به ترتیب $95, 79, 70$ و 61 درصد از تغییرات وزن هزار دانه در ژنوتیپ‌های کلزای بهاره، کلزای زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی را توضیح داد



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).

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، شلغum روغنی و خردل زراعی به ترتیب ۱۳۸۱، ۲۱۹۰، ۱۷۸۱ و ۱۹۱۵ کیلوگرم در هکتار و میانگین سه ساله تعداد روز تاریخیدگی فیزیولوژیکی آنها به ترتیب ۱۷۲، ۱۶۰، ۱۵۱ و ۱۶۴ روز بود

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 گرمایی 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 گرمایی ماههای اردیبهشت و خرداد مصادف نشود. در این مطالعه،

جدول ۱- میانگین های وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی در گونه های 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				
<i>B. napus (W)</i>	کلزا تیپ زمستانه	3.49	947	188
<i>B. napus (S)</i>	کلزا تیپ بهاره	3.49	2425	172
<i>B. rapa</i>	شلغم روغنی	3.30	1984	161
<i>B. juncea</i>	خردل زراعی	2.83	1730	178
2004-2005				
<i>B. napus (W)</i>	کلزا تیپ زمستانه	3.83	2112	176
<i>B. napus (S)</i>	کلزا تیپ بهاره	3.33	2439	166
<i>B. rapa</i>	شلغم روغنی	2.53	1742	161
<i>B. juncea</i>	خردل زراعی	2.89	2121	172
2005-2006				
<i>B. napus (W)</i>	کلزا تیپ زمستانه	4.72	1084	152
<i>B. napus (S)</i>	کلزا تیپ بهاره	3.04	1707	141
<i>B. rapa</i>	شلغم روغنی	2.75	1616	132
<i>B. juncea</i>	خردل زراعی	2.73	1893	141

W= کلزا تیپ زمستانه

S= کلزا تیپ بهاره

W= winter type, S= spring type

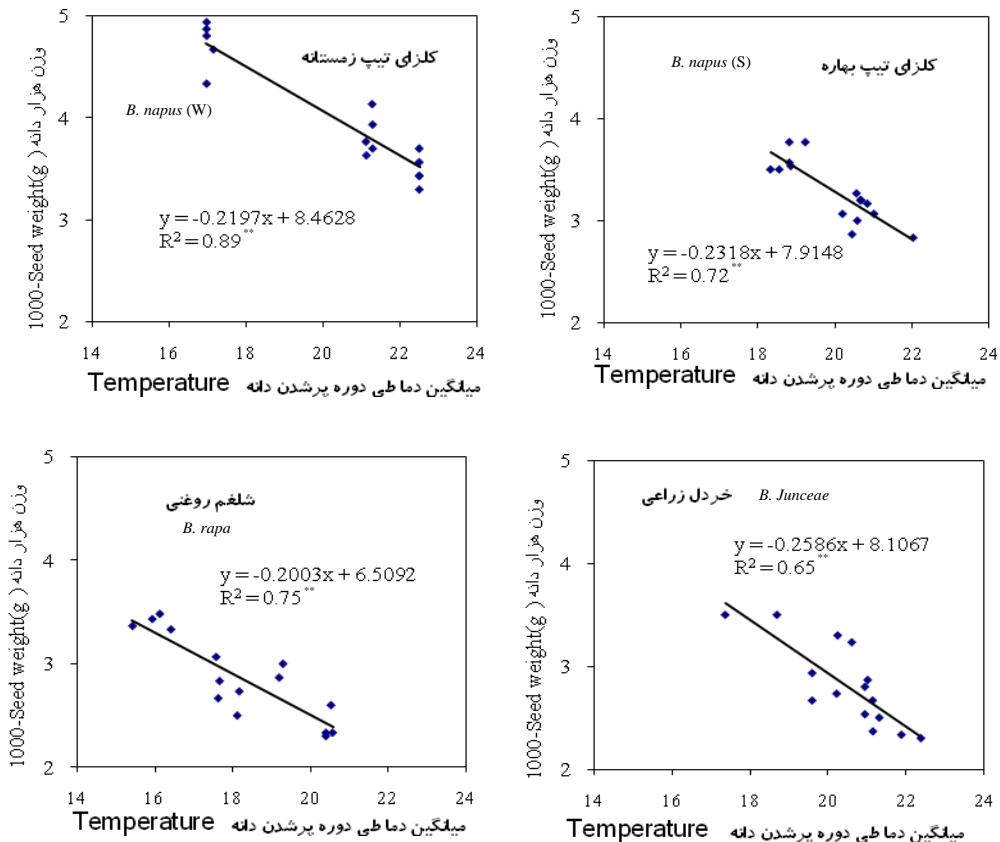
زراعی به ترتیب ۱۴۱، ۲۰۴ و ۱۸۶ هزار عدد بود (داده ها نشان داده نشده است). از آن جایی که طول دوره پر شدن دانه در کلزا تحت تاثیر دمای هوا است (Habekotte, 1997)، کاهش دمای هوا طی این دوره می تواند سبب افزایش طول دوره و در نتیجه افزایش وزن دانه کلزا شود (Egli, 2004). در این مطالعه، این مساله به وسیله رابطه منفی معنی دار بین میانگین دمای هوا طی دوره پر شدن

(جدول ۱). لازم به ذکر است اگرچه وزن هزار دانه ژنو تیپ های زمستانه کلزا بیشتر از ژنو تیپ های دیگر مورد مطالعه بود، ولی به دلیل کمتر بودن قابل توجه تعداد دانه در متر مربع در ژنو تیپ های زمستانه کلزا نسبت به ژنو تیپ های دیگر، عملکرد دانه ژنو تیپ های زمستانه به طور قابل توجهی کمتر از ژنو تیپ های دیگر بود. میانگین تعداد دانه در متر مربع در ژنو تیپ های زمستانه کلزا، بهاره کلزا، شلغم روغنی و خردل

برگ‌های فوقانی گیاه اندام‌های اصلی فتوستترکننده هستند و قسمت اعظم مواد فتوستتری تولیدی به دانه‌های در حال پرشدن منتقل می‌شوند. بنابراین، وجود روزهای آفتابی با تشعشع خورشیدی مناسب همراه با دماهای نسبتاً پایین می‌تواند سبب افزایش فتوستتر 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 پرشدن دانه رابطه خطی معنی‌داری وجود داشت که به خصوص در ژنوتیپ‌های کلزای بهاره و زمستانه قوی تر بود (شکل ۳). این رابطه مثبت به ترتیب ۶۵، ۸۸، ۷۶ و ۵۸ درصد از تغییرات ژنوتیپ‌های کلزای تیپ بهاره، کلزای تیپ زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی را افزایش وزن هزار دانه به ازای هر یک دهم واحد افزایش کسر فتوترمال در دوره پرشدن دانه در ژنوتیپ‌های کلزای بهاره، کلزای زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی به ترتیب ۰/۳۹۱۶۳، ۰/۵۱۳۹۷، ۰/۰۴۹۱ و ۰/۵۶۹۰۵ 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

دانه و وزن هزار دانه مشخص شد. این رابطه منفی خطی به ترتیب ۷۲، ۶۹، 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 سانتی گراد افزایش میانگین دمای هوایی دوره پرشدن 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. juncea*) (D) دارای پتانسیل تحمل به گرمای بیشتری نسبت به کلزا بوده و پیشنهاد کردند که در صورت 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 هوای 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 گندد دلیل اختلاف بین نتایج این مطالعه و مطالعه وودز و همکاران (Woods et al., 1991) باشد.

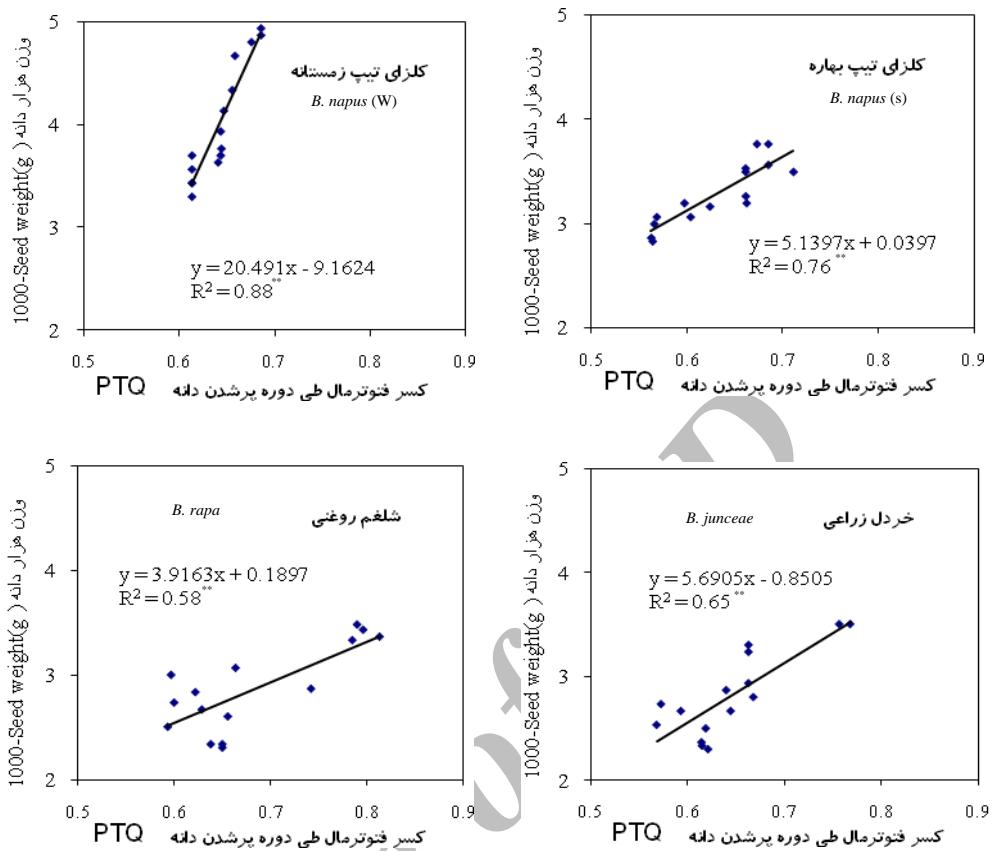
در طی دوره پرشدن دانه، غلاف‌ها و



شکل ۲- رابطه بین وزن هزار دانه و میانگین دمای هوای (درجه سانتی گراد) در دوره پر شدن دانه.
Fig. 2. Relationship between 1000-seed weight and mean air temperature (°C) during seed filling period.

یک رابطه مثبت بین آنها وجود دارد (شکل ۴). این رابطه خطی به ترتیب ۷۰، ۶۷، ۶۴ و ۶۵ در صد از تغییرات ژنتیکی کلزا تیپ بهاره، کلزا تیپ زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی را توضیح داد (شکل ۴). نرخ افزایش وزن هزار دانه به ازای هر میلی متر افزایش بارندگی در دوره پر شدن دانه در ژنتیکی کلزا بهاره، کلزا زمستانه، خردل زراعی و شلغم روغنی به ترتیب ۰/۰۰۹۴، ۰/۰۰۴۷، ۰/۰۱۳۲ و ۰/۰۱۰۵ گرم بود (شکل ۴)، که موید واکنش بیشتر وزن دانه ژنتیکی کلزا تیپ

ژنتیکی 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 برآسیکا شد. زمانی که رابطه وزن هزار دانه با مقدار بارندگی طی دوره پر شدن دانه ترسیم شد، مشاهده شد که در تمام ژنتیکی های مورد مطالعه



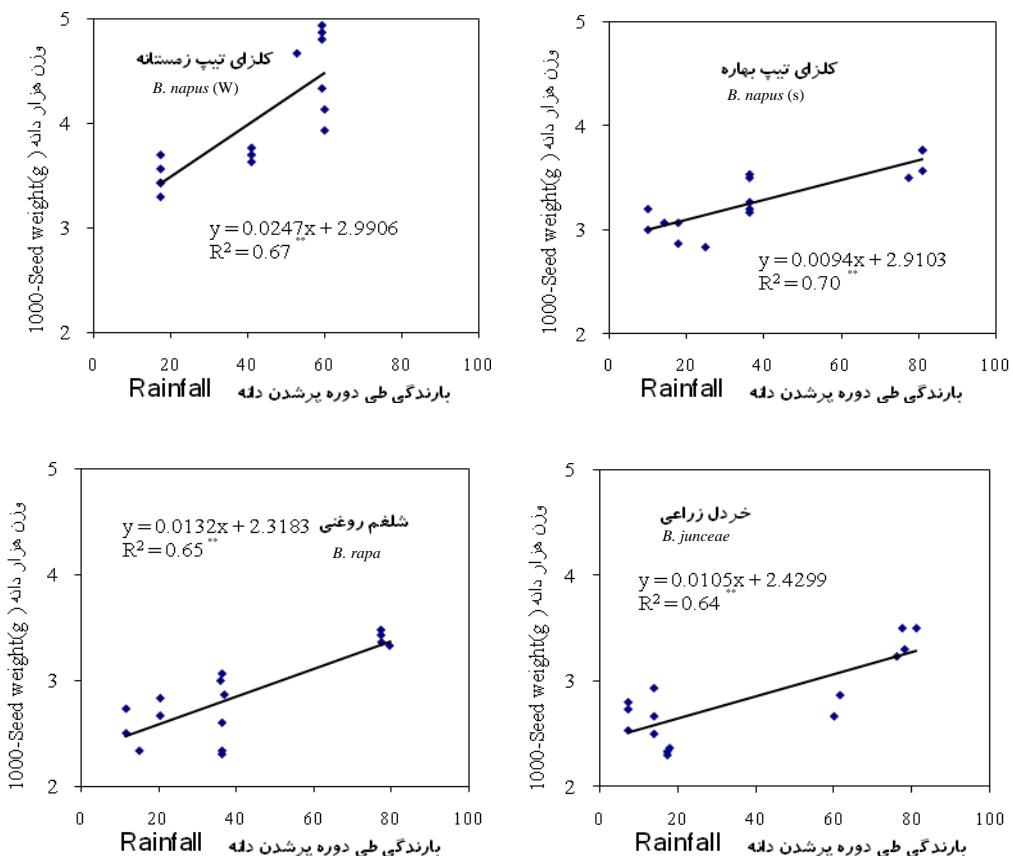
شکل ۳- رابطه بین وزن هزار دانه و کسر فتوترمال (مگاژول بر متر مربع در روز بر سانتی گراد) طی دوره پر شدن دانه.

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

گونه‌های مختلف جنس براسیکای مورد مطالعه تحت تاثیر محدودیت محزن قرار نگرفت، بلکه در این مطالعه شرایط آب و هوایی طی دوره پر شدن دانه و در واقع قدرت منبع در تولید مواد فتوستزی و انتقال این مواد فتوستزی 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

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 عمده‌تاً تحت تاثیر عوامل محیطی (دما، بارندگی و تشعشع) طی دوره پر شدن دانه قرار گرفتند. به عبارت دیگر وزن هزار دانه در



شکل ۴- رابطه بین وزن هزار دانه و مقدار بارندگی تجمعی (میلی متر) طی دوره پر شدن دانه.
Fig. 3. Relationship between 1000-seed weight and cumulative rainfall (mm) during seed filling period.

Lannucci and Martinello, 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.
- Aguirrezaabal, L. A. N., Lavud, Y., Dosio, G. A. A., Izquierdo, N. G., Andrade, F.**

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

- 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., Aguirrezzabal, 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 CO₂ 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 Martinello, 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.