نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۲، شماره ۳ ، پاییز ۱۳۹۳، ص. ۴۴۴-۴۳۸

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 12, No. 3, Fall. 2014, p. 438-444

پیش بینی تعداد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) با توجه به خارج قسمت فتوترمال در گرده افشانی

عباس ابهری[1*]- افشین سلطانی[2]- الهام عزیزی[3]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۱۲/۸
تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۵/۱

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تاثیر خارج قسمت فتوترمال در مرحله گرده افشانی بر تعداد دانه روی چهار رقم گندم در چهار تاریخ کاشت و چهار تکرار انجام شد. این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار طی سال های زراعی ۸۷-۱۳۸۶ و ۱۳۸۸-۱۳۸۷ اجرا گردید. برای کمی کردن پاسخ تعداد دانه به پارامترهای تاثیر گذار از توابع متعددی استفاده شد که در بین آنها رابطه بین تعداد دانه و عملکرد با R^2= ۰/۸۹ به عنوان بهترین رابطه انتخاب شد، بنابراین ما به کمی سازی سایر پارامترهای تاثیر گذار روی تعداد دانه از جمله دما و خارج قسمت فتوترمال پرداختیم. نتایج ضریب همبستگی نشان داد که رابطه بین تعداد دانه در واحد سطح با میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده افشانی در درجه اول اهمیت قرار داشت، بطوری که با افزایش دما به ترتیب در سال های زراعی اول و دوم تعداد دانه با سرعت ۱۲۱۵/۳و ۱۱۱۸/۹ عدد به ازای هر درجه سانتیگراد کاهش یافت. در میانگین دمای ۲۷ و ۳۰ درجه سانتیگراد در طول این مراحل دانه تشکیل نشد. تغییرات تعداد دانه در واحد سطح در برابر خارج قسمت فتوترمال از ساقه دهی تا گرده افشانی از معادله درجه دو تبعیت کرد و در ۰/۵۵ فتوترمال حداکثر تعداد دانه حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: گندم، تعداد دانه، خارج قسمت فتوترمال و دما

مقدمه

عملکرد دانه در غلات از دو جزء تعداد دانه در واحد سطح و وزن دانه حاصل می شود. تعداد دانه نیز خود حاصل تعداد دانه در سنبله بارور و تعداد سنبله بارور در واحد سطح است. این دو جزء اصلی عملکرد در زمان های متفاوتی از فصل رشد شکل گرفته و در نتیجه در معرض شرایط مختلف محیطی قرار می گیرند (۱۶). به عقیده گنزالس و همکاران (۸) تعیین تعداد گلچه در مرحله قبل از گرده افشانی، نقش مهم و تعیین کننده ای در تعیین تعداد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) داشت.

تاثیر شرایط رشد قبل از گرده افشانی روی تعداد دانه توسط تعدادی از محققین اثبات شده است (۱، ۲، ۷، ۱۰ و ۱۳).

اوگارت و همکاران (۱۶) بیان کردند که دمای بالا از آغاز طویل شدن ساقه تا گرده افشانی سبب کاهش در تعداد دانه شد. نامبردگان همچنین به ارتباط منفی بین تعداد دانه در سنبله با دما در ۵۰درصد گلدهی دست یافتند. مطالعات اندکی در مورد اثر دمای بالا بر تعداد دانه در مرحله قبل از گرده افشانی صورت گرفته است.

محققان از مدل های متفاوتی برای بررسی نحوه واکنش سرعت نمو در برابر دما و طول روز استفاده نموده اند (۱۴). هیسائو و همکاران (۹) مراحل فنولوژیکی گندم را به چهار مرحله شامل کاشت تا برجستگی دو گانه، برجستگی دو گانه تا ظهور سنبله، ظهور سنبله تا گلدهی و گلدهی تا رسیدگی تقسیم کردند و نحوه تغییرات سرعت نمو در برابر میانگین دما را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در محدوده دماهای نرمال مدل منحنی های سهمی وار مناسب ترین مدل برای ارزیابی نحوه پاسخ سرعت نمو به دما بود.

آنگس و همکاران (۳) پاسخ های ترمال و فتوترمال گندم بهاره را در هفت مزرعه مورد بررسی قرار دادند. نامبردگان مدلی را برای تغییرات میزان نمو بر مبنای درجه حرارت و طول روز بر داده ها برازش نمودند. این مدل شامل یک تابع نمایی برای دماهای بالای حد آستانه و یک تابع نمایی برای طول روز بالای مقادیر بحرانی بود. انحراف معیار زمان تخمینی از سبز شدن تا گرده افشانی حدود سه روز بود. ارزیابی پارامترهای مدل نشان داد که پاسخ نمو به دما و طول روز طی سبز شدن تا گرده افشانی غیرخطی بود، اما پاسخ نمو به دما قبل

۱ و ۳- استادیاران دانشگاه پیام نور، گروه علمی کشاورزی تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: abbasabhari@yahoo.com)
۲- استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

از سبز شدن و تقریباً بعد از گرده افشانی خطی بود. آنها سه مدل توانی، نمایی و درجه دوم را بر داده ها برازش دادند و در نهایت مدل نمایی را به عنوان مدل برتر جهت ارزیابی نمو مرحله ای گندم انتخاب نمودند.

اخیراً مساله تغییرات اقلیمی و پدیده گرم شدن کره زمین مطرح شده که اهمیت تنش های حرارتی و بروز تنش گرمایی را افزایش می‌دهد، بنابراین شناخت دماهایی که گیاه در طی دوره رشد در معرض آنها قرار دارد، و تنش های دمایی که با آن مواجه می شود اهمیت یافته است و باید بررسی شود که گیاه در کدام یک از مراحل رشد با چه تنش دمایی و با چه شدتی مواجه است (۱۱).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال های زراعی ۸۷-۱۳۸۶ و ۱۳۸۸-۱۳۸۷در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۲ دقیقه و ۳۹ ثانیه، طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۱ دقیقه و ۳۱ ثانیه، در ارتفاع۹۴۸ متر از سطح دریا اجرا گردید. قبل از اجرای تحقیق از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک نمونه برداری شد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید، که بر اساس نتایج حاصله بافت خاک لومی تعیین شد و مصرف کود با توجه به آزمایش خاک صورت گرفت.

آزمایش فاکتوریل در غالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با چهار تیمار رقم گندم (بک کراس روشن، چمران، پیشتاز و مهدوی) و چهار تیمار تاریخ کاشت (اول آبان، ۲۵ آبان، ۲۰ آذر و ۱۵ دی) در چهار تکرار اجرا شد. کاشت در خطوطی با فاصله ۱۵ سانتی متر بین ردیف و دو سانتی متر روی ردیف انجام شد. و بین هر کرت ۳۰ سانتی متر فاصله در نظر گرفته شد.

با توجه به اینکه در تاریخ ۱۵ دی ماه سال ۱۳۸۶ (همزمان با تاریخ کاشت چهارم) یک دوره یخبندان بی سابقه در منطقه رخ داد و به مدت ۴۰ روز دما از صفر تا ۲۰- درجه سانتی گراد در نوسان بود، تاریخ کاشت سوم (۱۳۸۶/۹/۲۰) که در این زمان در مرحله جوانه زنی قرار داشت کاملا از بین رفت (۱۵).

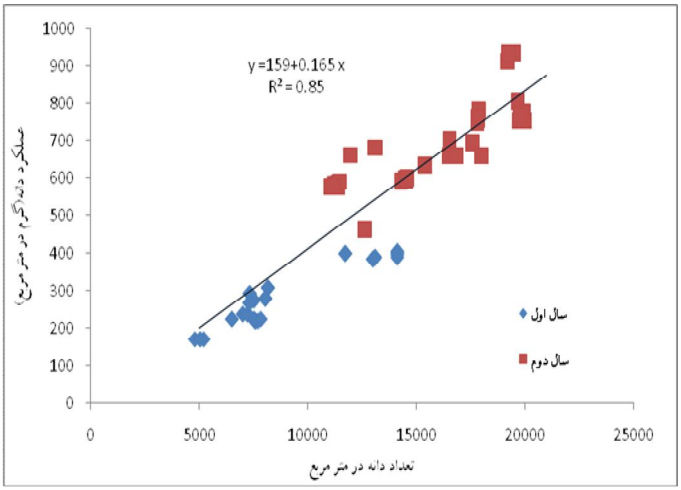
پس از جمع آوری داده ها تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد و با استفاده از گذاره RSQUARE در برنامه PROCREG معادلات خطی بین پارامترهای مورد بررسی با تعداد دانه انجام و در نهایت از معادلات رگرسیون خطی و غیرخطی (نمایی) استفاده شد تا یک مدل کلی برای تعیین تعداد دانه مشخص شود. برای مقایسه دقت معادلات از ضریب تغییرات (CV) استفاده گردید، که هر چه این مقدار کمتر باشد، نشان دهنده دقت بالاتر معادله در توصیف تغییرات تعداد دانه است (۱۲).

$$y = a+bx-cx^2 \qquad (۱)$$

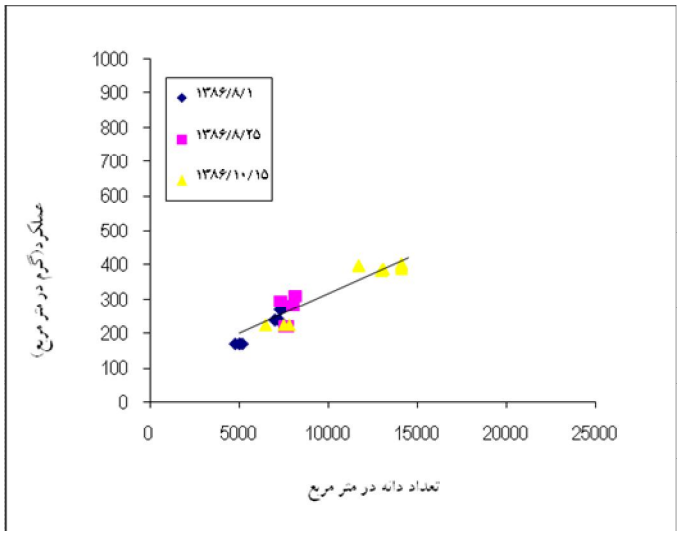
از معادله ۱ برای مدل سازی تعداد دانه در واحد سطح در برابر خارج قسمت فتوترمال (مگاژول بر متر مربع در روز بر درجه سانتی گراد) از ساقه رفتن تا گرده افشانی استفاده شد که در آن x خارج قسمت فتوترمال در دو مرحله نام برده است، y تعداد دانه در واحد سطح، a ، b و c ضرایب معادله می باشند. با مساوی صفر قرار دادن مشتق معادله فوق مقدار x برابر با (-b/2c) می شود. مقدار فتوترمال لازم برای حصول حداکثر عملکرد با محاسبه این کسر بدست می آید. خارج قسمت فتوترمال از تقسیم میانگین تابش خورشیدی رسیده به سطح زمین بر میانگین دمای هوا (دمای بالای صفر درجه سانتی گراد) طی دوره مورد نظر محاسبه شد (۶).

$$Y= a – bx \qquad (۲)$$

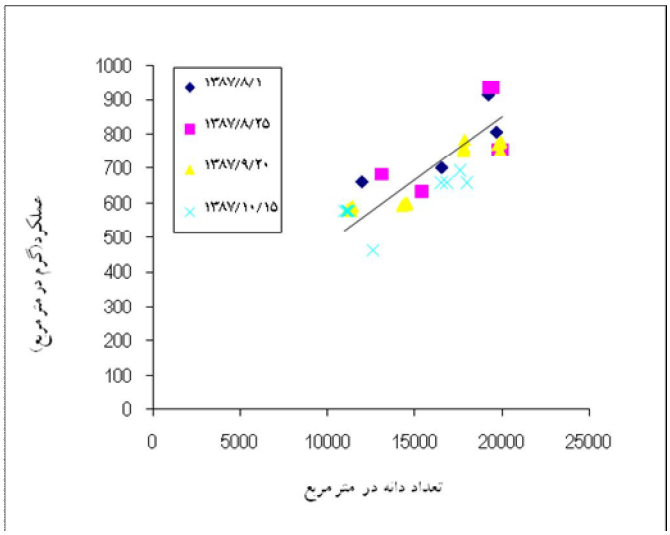
معادله ۲ برای مدل سازی تعداد دانه در واحد سطح در برابر میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده افشانی و از آبستنی تا گرده افشانی استفاده شد که در آن x میانگین دما در دو مرحله نام برده است، y تعداد دانه در واحد سطح، a عرض از مبدا، b سرعت تولید دانه در واحد سطح بر حسب تعداد بر درجه سانتی گراد.



شکل۱- رابطه تعداد دانه در واحد سطح با عملکرد دانه($g\ m^{-2}$)



شکل ۲- رابطه تعداد دانه در واحد سطح با عملکرد دانه($g\ m^{-2}$)در سال اول



شکل ۳- رابطه تعداد دانه در واحد سطح با عملکرد دانه($g\ m^{-2}$) در سال دوم

نتایج و بحث

نتایج نشان داد، رابطه تعداد دانه با عملکرد دانه بصورت خطی بود (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). یعنی با افزایش تعداد دانه در واحد سطح در تاریخ کاشت های مختلف عملکرد افزایش یافت. بنابراین ما به کمی سازی سایر پارامترهای تاثیر گذار روی تعداد دانه از جمله دما و خارج قسمت فتوترمال پرداختیم.

داده‌های بدست آمده از این تحقیق نشان داد که تغییرات تعداد دانه در واحد سطح در برابر خارج قسمت فتوترمال از ساقه دهی تا گرده افشانی از معادله درجه دو تبعیت کرد. این در حالی است که اورتیز-موناستریو و همکاران (۱۰) به رابطه خطی و مثبت بین خارج قسمت فتوترمال و تعداد دانه در طول مدت ۲۰ تا ۳۰ روز قبل از گرده افشانی در گندم دست یافتند. علت می تواند این باشد که با افزایش تشعشع رسیده، میانگین دما نیز بیشتر شده و به دنبال آن تعداد دانه کاهش یافت. پس از کمی سازی این رابطه ضرایب حاصل از برازش معادله تعداد دانه در برابر خارج قسمت فتوترمال نشان داد که اختلاف معنی داری بین ارقام و تاریخ کاشت ها در دوسال وجود نداشت (جدول ۱) بنابراین برای کل داده ها در این تحقیق یک معادله برازش دادیم که عبارت بود از:

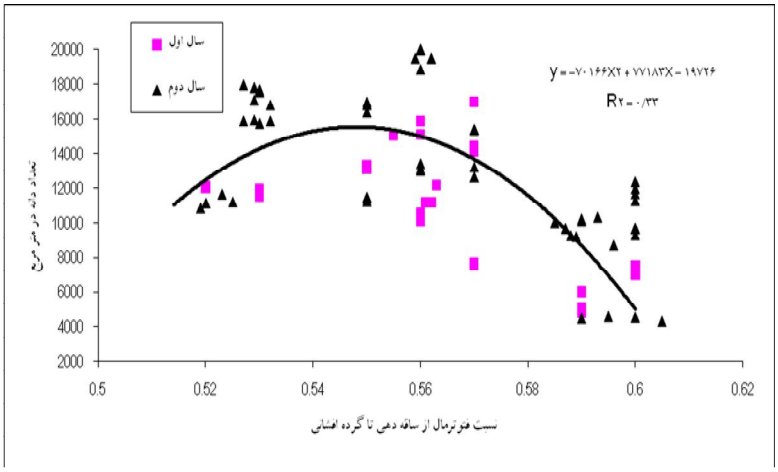
$$y=-70166X^2 + 77183X +19726 \quad (۳)$$

با توجه به معادله در ۰/۵۵ فتوترمال حداکثر تعداد دانه حاصل شد (شکل ۴) و زمانی که فتوترمال به ۰/۶۱ رسید در این صورت دانه تشکیل نشد. دلیل کاهش تعداد دانه با افزایش فتوترمال بعد از ۰/۵۵ می تواند کاهش طول دوره نمو و در نتیجه کاهش تعداد دانه باشد.

جدول ۱- ضرایب و مقادیر a، b و c در معادله درجه دو بین تعداد دانه در متر مربع در مقابل ضریب فتوترمال (مگاژول بر متر مربع در روز بر درجه سانتی گراد) تاریخ کاشت های گندم

فتوترمال	SE ± a	SE ± b	SE ± c	X_0	RMSE	CV	R^2
۸۷/۸/۱	۳۰۳۳۶ ± -۱۳۴۴۶۰	۵۵۲۱۰ ± ۲۳۸۵۶۰	۲۴۵۰۲ ± -۱۴۴۳۶	۰/۵۴	۰/۵۹	۲۱	۰/۷۵
۸۷/۸/۲۵	۱۰۰۴۹۲ ± -۲۰۹۲۶۶	۱۹۰۷۰۰ ± ۴۰۷۶۲۳	۹۰۵۰۱ ± -۱۵۹۸۲۲	۰/۵۶	۰/۶۳	۱۲	۰/۷۸
۸۷/۹/۲۰	۳۰۲۵۰ ± -۸۰۱۵۰	۵۰۴۹۱ ± ۱۰۹۷۵۰	۲۱۶۰۰ ± -۱۹۹۰۵	۰/۵۵	۰/۶۵	۱۵	۰/۷۸
۸۷/۱۰/۱۵	۱۴۱۹۰ ± -۷۵۱۶۰	۴۰۵۰۰ ± ۹۰۹۰۲	۱۳۵۹۰ ± -۱۶۹۹۹	۰/۵۶	۰/۴۶	۱۴	۰/۷۴

X_0 (مشتق معادله درجه دو) مقدار خارج قسمت فتوترمال که در آن تعداد دانه به حداکثر مقدار خود می رسد. RMSE متوسط خطا در پیش بینی را نشان می دهد.



شکل٤ – تغییرات تعداد دانه در مقابل خارج قسمت فتوترمال (مگاژول بر متر مربع در روز بر درجه سانتی گراد) از ساقه دهی تا گرده افشانی

با بررسی ضریب همبستگی روی پارامترهای تاثیر گذار بر تعداد دانه، نشان داده شد که اثر میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده افشانی بیشترین مقدار را داشت (۰/۸۸ -) و بر اساس روش گزینش متغیر RSQUARE (جذر ضریب همبستگی) در درجه اول اهمیت قرار گرفت (جدول ۲).

با توجه به نتایج محققان از جمله فیشر (۷) و اوگارت و همکاران (۱۶)، از رابطه خطی برای نشان دادن اثر میانگین دما در طول این مراحل روی تعداد دانه استفاده شد. نتایج حاصل از معادله خطی نشان داد که در هر سال، بین تاریخ کاشت ها از شروع کاهش تعداد دانه، سرعت کاهش و نقطه خاتمه تعداد دانه برحسب درجه سانتیگراد اختلاف قابل ملاحظه‌ای وجود نداشت (جدول ۳).

از این رو یک معادله بر اساس میانگین ضرایب حاصل از تاریخ کاشت های مختلف برای هر سال استخراج گردید که عبارت بود از:

تاثیر دما در دوره ساقه رفتن تا گرده افشانی روی تعداد دانه

سال اول (۴) $y=-1215.3x+32694$

سال دوم (۵) $y=-1118.9x+33650$

بر اساس این معادلات، تعداد دانه در واحد سطح با افزایش میانگین دما به ترتیب در سال اول و دوم به ترتیب، با سرعت ۱۲۱۵/۳و ۱۱۱۸/۹ عدد بر درجه سانتیگراد کاهش یافت و به ترتیب در میانگین دمای ۲۷ و ۳۰ درجه سانتیگراد در طول این مراحل دانه تشکیل نشد (شکل های ۵ و۶).

داوسون و واردلار (۵) پی بردند که افزایش میانگین دما قبل از گرده افشانی (آبستنی تا گرده افشانی) سبب کاهش تعداد گلچه‌های بارور شده و در نهایت تعداد دانه کاهش یافت. اوگارت و همکاران (۱۶) نیز ضمن بررسی پاسخ تعداد دانه و عملکرد دانه گندم جو و تریتیکاله به دماهای پیش از گرده افشانی به این نتیجه رسیدند که اثر تیمارهای دمایی (به واسطه کاشت گندم در سه فصل رشد متوالی) به علت اثرات دما روی تعداد دانه بود. همچنین در آزمایش دیگری اثرات دمای بالا قبل از گرده افشانی به واسطه تاثیر روی گلچه ها بود و از این طریق بر عملکرد دانه تاثیر گذاشت (۴).

در تحقیقات مختلف تاثیر شرایط رشد قبل از گرده افشانی روی تعداد دانه به خوبی اثبات شده است و اختلاف ایجاد شده در تعداد دانه اغلب از ۳۰ روز قبل تا ۱۰ روز بعد از گرده افشانی صورت گرفت (۱، ۲، ۷، ۱۰ و۱۳).

در مطالعه‌ای اوگارت و همکاران (۱۶) بیان نمودند اثر دمای بالا از آغاز طویل شدن ساقه تا گرده افشانی سبب کاهش در تعداد دانه گندم شد. آنها همچنین به ارتباط منفی بین تعداد دانه در سنبله با دما در ۵۰درصد گلدهی دست یافتند.

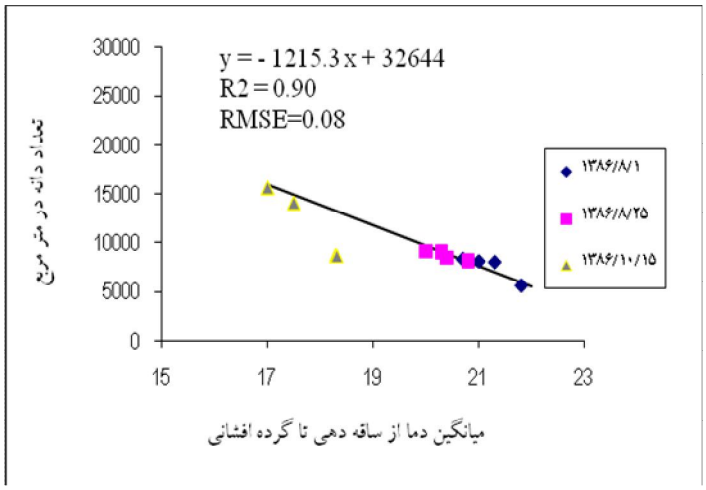
جدول ۲- ضرایب همبستگی صفات در مقابل تعداد دانه و ترتیب اهمیت آن براساس روش (RSQUARE) (گزینش متغیر)

صفت	ضریب همبستگی	درجه اهمیت
میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده افشانی	-۰/۸۸**	۱
وزن خشک ساقه در گرده افشانی	۰/۸۵**	۲
وزن خشک کل در گرده افشانی	۰/۸۱**	۳
تعداد سنبله در واحد سطح	۰/۷۱**	۴
وزن خشک کل در آبستن	۰/۳۷**	۵
سرعت رشد از ساقه دهی تا آبستنی	۰/۳۲**	۶
وزن خشک ساقه در آبستنی	۰/۲۸۸**	۷
وزن خشک کل در ساقه دهی	۰/۲۸۵**	۸
وزن خشک ساقه در ساقه دهی	۰/۲۵*	۹

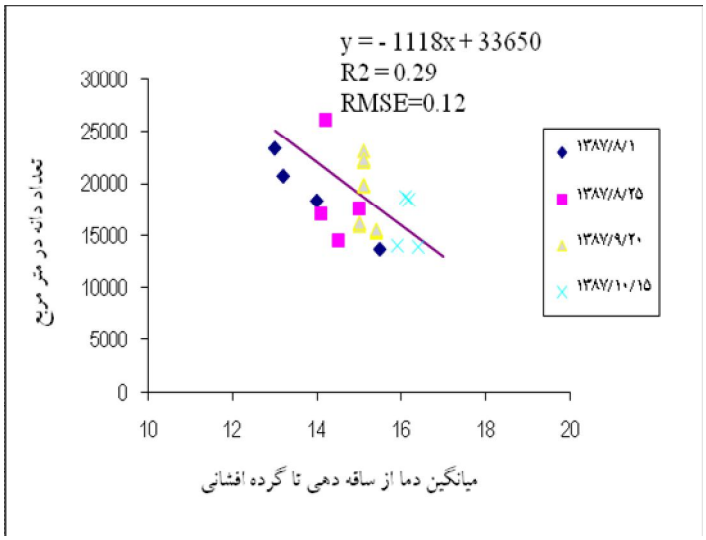
* و **- به ترتیب معنی دار بودن در سطح۰/۰۵ و ۰/۰۱ را نشان می دهد.

جدول ۳- ضرایب a و b در معادله خطی y=a+bx مرتبط با تغییرات تعداد دانه در واحد سطح در مقابل میانگین دما از ساقه دهی تا گرده افشانی

تاریخ کاشت	SE ± a	SE ± b	CV	R^2
سال اول				
۸۶/۸/۱	۲۲۰۱۵ ± ۲۲۷۹	-۶۹۵ ± ۱۰۷	۱	۰/۹۵
۸۶/۸/۲۵	۲۲۶۱۳ ± ۸۰۵۸	-۱۲۱۲ ± ۲۹۵	۳	۰/۸۲
۸۶/۱۰/۱۵	۱۰۰۴۹۷ ± ۹۲۸۲	-۵۰۴۶ ± ۵۲۱	۵	۰/۹۷
سال دوم				
۸۷/۸/۱	۵۵۴۴۹ ± ۴۷۵	-۲۷۷۲ ± ۳۴	۰/۳۹	۰/۹۹
۸۷/۸/۲۵	۶۴۰۱۵ ± ۳۱۱۶۵	-۳۲۳ ± ۲۱۵۶	۹	۰/۵۲
۸۷/۹/۲۰	۸۹۹۷۶ ± ۳۹۹۰۶	-۴۷۶۸ ± ۸۸	۴	۰/۶۲
۸۷/۱۰/۱۵	۴۵۱۰۹ ± ۹۵۹۷	-۱۸۰۶ ± ۵۹۴	۱	۰/۸۲



شکل ۵- تغییرات تعداد دانه با افزایش میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده افشانی در سال اول



شکل ٦- تغییرات تعداد دانه با افزایش میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده افشانی در سال دوم

نتیجه گیری

نتایج این آزمایش و بررسی سایر آزمایشات نشان می دهد که دما و تشعشع قبل از گرده افشانی روی تعداد دانه و عملکـرد بسـیار مـوثر است و باید تاریخ کاشت طوری تنظیم شود که در مراحل نموی ساقه دهی تا گرده افشانی گیاه با دماهای بالا و نسبت های فتوترمال بیش از ۶۰ درصد مواجه نشود. در غیر این صورت با کاهش تعداد دانه و در نهایت کاهش عملکرد مواجه خواهد شد.

منابع

1- Abbate, P. E., F. H. Andrade, and J. P. Culot. 1995. The effects of radiation and nitrogen on number of grains in wheat. Journal of Agricultural Science. (Camb) 124: 352-360.
2- Abbate, P. E., F. H. Andrade, and J. P. Culot. 1997. Grain yield in wheat: Effects of radiation during spike growth period. Field Crops Research. 54, 245-257.
3- Angus, J. F., D. H. MacKenzie, R. Morton, and C. A. Schafer. 1981. Phasic development in field crops, n. Thermal and photoperiodic responses of spring wheat. Field Crops Research. 4: 269-283.
4- Calderini, D. F., R. Savin, L. G. Abeledo, M. P. Reynolds, and G. A. Slafer. 2001. The importance of the period immediately preceding an thesis for grain weight determination in wheat. Euphytica. 119: 199-204.
5- Dawson, I. A., and I. F. Wardlaw. 1989. The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth booting to anthesis Australian Journal of Agricultural Science. 40: 965-980.
6- Faraji, A. 2010. Seed Yield in Three Species of *Brassica* (*Brassica napus* L., *B. rapa* L., *B. junceae* L.): Effect of Rainfall and Photothermal Quotient in Rainfed Conditions of Gonbad. Seed and Seedling Journal of Agriculture. 2-26(4): 109-121.
7- Fischer, R. A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. Journal of Agricultural Science. 105: 447-461.
8- Gonzalez, F. G., G. A. Slafer and D. J. Miraleles. 2003. Grain and floret number in response to photoperiod during stem elongation in fully and slightly vernalized wheats. Field Crops Research. 81: 17-27.
9- Hisao, E., O. Atsush, S. Akiko, T. Masakazu, and Y. Taiji. 2000. Thermal responses during the phonological development of wheat. Japan Journal Crop Science. 69: 229-234.
10- Ortiz-Monasterio, J. I., S. S. Dhillon and R. A. Fischer. 1994. Date of sowing effects in grin yield and yield components of spring wheat cultivars and their relationship with radiation and temperature in Ludhiana. India. Field Crops Research. 37: 169-184.
11- Rezai, P., A. Soltani, F. Akram Ghaderi, A. Zeinali. 2009. Quantification of occurrence of heat stress on wheat crop *(Triticum aestivum*) in Gorgan. Journal of Gorgan University of Agricultural Science and Natural Research, 15(4): 27-38.
12- SAS Institute. 1996. SAS/STAT user's guide, Version 6, (4th edition), SAS Inst., Inc., Cary, NC.
13- Savin, R., and G. A. Slafer. 1991. Shading effects on the yield of an Argentinean wheat cultivar. Journal of Agricultural Science. (Camb) 166: 1-7.
14- Sinclair, T. R., S. Kitani, K. Hinson, J. Brunuard, and T. Horie. 1991. Soybean flowering date: linear and logistic models based on temperature and photoperiod. Crop Science. 31: 786-790.

15- Weather Statistics. 2008. www.havairan.com/weather/Razavi_Khorasan/Sabzev%C 81%4r.
16- Ugarte, C., D. F. Calderini, and G. A. Slafer. 2007. Grain Weight and grain number responsiveness to pre-anthesis temperature in wheat, barley and triticale. Field Crops Research. 100:240-248.