مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد دوم، شماره سوم، پاییز ۸۸
۱-۱٦
www.ejcp.info

پیش‌بینی تعداد دانه در گندم

*راحله عرب‌عامری[۱]، افشین سلطانی[۲]، بهنام کامکار[۲]، ابراهیم زینلی[۲] و فرهاد خاوری[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]عضو هیأت علمی گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/٤/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۳/۲۷

چکیده

پی بردن به تغییرات تعداد دانه در واحد سطح اثر مهمی در شناخت تشکیل عملکرد و افزایش عملکرد بالقوه دارد. در بعضی از مدل‌های شبیه‌سازی گندم برای پیش‌بینی عملکرد به پیش‌بینی مناسب تعداد دانه بستگی دارد. از این‌رو به‌منظور کمی کردن رابطه بین تعداد دانه در واحد سطح با پارامترهای تأثیرگذار (محیطی و غیرمحیطی) برروی آن، آزمایشی به‌صورت تجزیه مرکب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار در دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال زراعی ۸۵-۱۳۸٤ اجرا شد. تیمارها شامل تاریخ‌های کاشت (۲۳ آذر، ۳۰ دی، اول اسفند، ۲۹ اسفند، ۲۷ فروردین) و ارقام گندم (کوهدشت، شیرودی، تجن و زاگرس) بودند. نتایج ضریب همبستگی نشان داد که رابطه تعداد دانه در واحد سطح با میانگین دما در درجه اهمیت اول قرار دارد ولی برازش مدل‌های غیرخطی بر پارامترهای تأثیرگذار بر تعداد دانه در واحد سطح و بررسی ضریب تغییرات و R^2 در مدل‌های مختلف مشخص گردید که اثر ماده خشک ساقه در گرده‌افشانی بهترین برآورد را دارد که با توجه به معادله‌ای که از برازش به‌دست آمده نشان داد که تقریباً در ۷٤۷ گرم ماده خشک ساقه در مترمربع ۹۵ درصد دانه‌ها تشکیل می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ماده خشک تجمعی، تعداد دانه، میانگین دما، نسبت فتوترمال، گندم

*- مسئول مکاتبه: r_arabameri@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تعداد دانه مهمترین جزء عملکرد دانه در گندم می‌باشد که بخش عمده تغییرات در عملکرد دانه به‌واسطه این جزء تعیین می‌شود (اسلافر وآندراد، ۱۹۹۳). عملکرد دانه در گندم رابطه قوی با تعداد دانه نسبت به وزن خشک دانه دارد (داگان و همکاران، ۲۰۰۰؛ برانکورد- هالمل و همکاران، ۲۰۰۳). بنابراین درک مکانیزم‌های تعیین تعداد دانه برای فیزیولوژیست‌ها، مدل‌سازان و اصلاح‌گران گندم حایز اهمیت است. در تعدادی از مدل‌های شبیه‌سازی گندم پیش‌بینی عملکرد دانه به پیش‌بینی مناسب تعداد دانه بستگی دارد. در این مدل‌ها تعداد دانه خود تابعی از بیوماس در گرده‌افشانی و میزان تجمع ماده خشک کمی قبل از گرده‌افشانی تا تکمیل گرده‌افشانی (مثلاً از آبستنی تا کامل شدن گرده‌افشانی)، نسبت فتوترمال (میانگین تشعشع خورشیدی دریافت شده یا رسیده به میانگین دمای هوا در طول دوره مورد نظر) و وزن خوشه در زمان گرده‌افشانی می‌باشد (سینکلر و جیمسون، ۲۰۰۶).

تأثیر شرایط رشد قبل از گرده‌افشانی برروی تعداد دانه به خوبی اثبات شده است (فیشر، ۱۹۸۵؛ ساوین و اسلافر، ۱۹۹۱؛ اریتز- موناستریو و همکاران، ۱۹۹٤؛ آبت و همکاران، ۱۹۹۵؛ آبت و همکاران، ۱۹۹۷) اختلاف در تعداد دانه اغلب از ۳۰ روز قبل تا ۱۰ روز بعد از گرده‌افشانی ایجاد می‌شود. به‌طوری‌که مورینو- سوتومایور و ویز (۲۰۰٤) دریافته‌اند که بین تعداد دانه در هر گیاه با وزن خشک ساقه در گرده‌افشانی رابطه خطی وجود دارد. وس (۱۹۸۱) نیز به رابطه خطی بین تعداد دانه گندم با ماده خشک کل در گرده‌افشانی دست پیدا کرد. گریک و همکارانش (۲۰۰٤) بیان نمودند در شرایط مساعد، تغییرات وزن خشک در طول دوره نمو سنبله سورگوم باعث ٦۰ تا ۸۷ درصد تغییر در تعداد دانه می‌شود. بورد و مودلی (۲۰۰۵) در مورد گیاه سویا بیان نمودند ماده خشک تجمعی در هر یک از مراحل نموی R_1 و R_5 تا حد مشخصی باعث افزایش تعداد دانه می‌شود و بعد از آن مقدار افزایش ماده خشک تغییر چندانی در تعداد دانه ایجاد نمی‌کند.

یکی از مهمترین عوامل محیطی مؤثر بر تعداد دانه، دما می‌باشد. فیشر (۱۹۸۵) دریافت که افزایش دما از ۱٤ به ۲۲ درجه سانتی‌گراد در طول دوره تشکیل دانه، سبب کاهش تعداد دانه در واحد سطح می‌شود و ایشان علت آن را به کاهش وزن خشک سنبله ناشی از تسریع در این مرحله ارتباط داد. یورگرت و همکارانش (۲۰۰۷) بیان نموده‌اند تأثیر دمای بالا از آغاز طویل شدن ساقه تا گرده‌افشانی سبب کاهش تعداد دانه می‌شود. همچنین به ارتباط منفی و معنی‌داری بین تعداد دانه در هر خوشه با دما در طی مرحله گلدهی دست یافتند ($P<۰/۰۱$ و $r^۲=۰/٤۹$).

Archive of SID

www.SID.ir

از دیگر عوامل تأثیرگذار بر تعداد دانه نسبت فتوترمال می‌باشد. ساوین و اسلافر (۱۹۹۱) و اورتیز- مون- آستریو و همکاران (۱۹۹٤) و آبت و همکاران (۱۹۹۵) به رابطه خطی مثبتی بین تعداد دانه و فتوترمال از ۲۰ روز قبل تا ۱۰ روز بعد از گرده‌افشانی دست یافتند.

مطالعات در گیاهان مختلف حاکی از آن است که تغییرات تعداد دانه در واحد سطح از الگوی قابل پیش‌بینی تبعیت می‌کند بنابراین به‌منظور تعیین معادلاتی برای پیش‌بینی تعداد دانه در ارقام گندم اقدام به اجرای یک آزمایش مزرعه‌ای در تاریخ‌های مختلف کاشت گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۵-۱۳۸٤ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا گردید. در طول سال متوسط بارندگی ٦۰۷ میلی‌متر و دامنه نوسان دمای سالیانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای سالیانه ۱۳ درجه سانتی‌گراد بود. قبل از اجرای آزمایش از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری صورت گرفت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱)، که براساس نتایج حاصله بافت خاک لوم رسی سیلیت تعیین شد. طرح آزمایشی به‌صورت تجزیه مرکب بر مبنای بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد آزمایش شامل ٤ رقم گندم بهاره (کوهدشت، شیرودی، تجن و زاگرس) در ۵ تاریخ کاشت (تاریخ‌های ۲۳ آذر، ۳۰ دی، ۱ اسفند، ۲۹ اسفند و ۲۷ فروردین) کشت شدند. مقدار بذر براساس تراکم مطلوب ۳۳۳ بوته در مترمربع برآورد گردید سپس با فاصله ۱۵ سانتی‌متر بین خطوط و ۲ سانتی‌متر روی هر خط، کشت صورت گرفت. این آزمایش در شرایط عدم محدودیت آب، عناصر غذایی و کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز انجام شد. در طی اجرای آزمایش اندازه‌گیری‌هایی زیر در مراحل ساقه رفتن، آبستنی، گرده‌افشانی و رسیدگی روی در هر کرت انجام شد:

۱- تعداد روز سپری شده از کاشت تا هر یک از این مراحل نموی.

۲- وزن خشک ساقه و کل اندام‌ها در هر یک از مراحل نموی.

۳- تعداد دانه در واحد سطح در مرحله رسیدگی (با ضرب تعداد دانه یک بوته در تراکم بوته در یک مترمربع).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر).

مشخصه	مقدار
درصد اشباع	۵/۵۱
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمینس بر متر)	٦/۰
اسیدیته گل اشباع	۹/۷
درصد مواد خنثی‌شونده	۲۵/۲
کربن آلی (درصد)	۰۳/۱
ازت کل (درصد)	۱/۰
فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	۵/۹
پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)	۲۰۰
رس (درصد)	۳٦
سیلت (درصد)	٥٤
شن (درصد)	۱۰

پس از جمع‌آوری داده‌ها تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و با استفاده از گذاره RSQUARE در برنامه PROC REG به بررسی معادلات خطی بین پارامترهای مورد بررسی با تعداد دانه شد و در نهایت از معادلات رگرسیون خطی و غیرخطی (نمایی) زیر استفاده شد تا یک مدل کلی برای تعیین تعداد دانه مشخص شود (سلطانی، ۱۳۸٦). برای مقایسه دقت معادلات از ضریب تغییرات (CV) استفاده گردید، که هر چه این مقدار کمتر باشد، نشان‌دهنده دقت بالاتر معادله در توصیف تغییرات تعداد دانه است.

$$Y = a + bx \qquad (۱)$$

این معادله برای مدل‌سازی تعداد دانه در واحد سطح در برابر میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی و از آبستنی تا گرده‌افشانی استفاده شد که در آن x میانگین دما در دو مرحله نام برده است، y تعداد دانه در واحد سطح، a عرض از مبدأ، b سرعت تولید دانه در واحد سطح برحسب تعداد بر درجه سانتی‌گراد هستند.

$$y = a + bx + cx^2 \qquad (۲)$$

Archive of SID

www.SID.ir

این معادله برای به‌دست آوردن رابطه بین تعداد دانـه در واحـد سـطح در برابـر نـسبت فتوترمـال استفاده شد که در آن x نسبت فتوترمال، y تعداد دانه در واحد سطح، a و b ضرایب معادله می‌باشـند. با مساوی صفر قرار دادن مشتق معادله فوق، مقدار X برابر با $\left(\frac{-b}{2c}\right)$ می‌شود. بـا محاسـبه ایـن کـسر، مقدار فتوترمال لازم برای حصول حداکثر تعداد دانه به‌دست آمد.

$$KNO=KNO_{max}\times(1\text{-}exp\ (c\times(b\text{-}DM_i))) \quad (۳)$$

این معادله برای مدل‌سازی رابطه بین تعداد دانه در واحد سطح در برابر وزن خشک ساقه و کل در گرده‌افشانی استفاده شد که در آن KNO_{max} حداکثر تعداد دانه، DM_i ماده‌خشک تجمعی، b حـداقل ماده‌خشک لازم برای به‌دست آوردن تعداد دانه و c ضریب معادلـه مـی‌باشـند بـا LN گـرفتن از ایـن معادله می‌توان ماده خشکی لازم برای رسیدن به ۹۵ درصد تعداد دانه، به‌دست آورد.

برازش معادله و بررسی آن برای کلیه تاریخ‌های کاشت و ارقام به‌طور جداگانه انجام شد و در نهایت در صورت عدم اختلاف معنی‌دار بین آنها برای کلیه تاریخ کاشت‌ها و ارقام یک معادله کلی برازش داده خواهد شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه در واحد سطح و پارامترهای تأثیرگذار بر آن، در جدول (۲) آمده است. براساس نتایج حاصله، دامنه تغییرات تعداد دانه در واحد سطح بین ۱۷۷۱۰–۱۱۹۲ بود که به‌ترتیب مربوط به تاریخ کاشت مطلوب منطقه (۲۳ آذر) و آخرین تاریخ کاشت (۲۷ فروردین) تعلق داشت.

دهیلون و اورتیز (۱۹۹۳) علت کاهش تعداد دانه در واحد سطح برای شرایط کشت تأخیری را به دمای بالا در دوره قبل از گرده‌افشانی نسبت دادند. در این آزمایش نیز دامنه تغییرات میانگین دما از آبستنی تا گرده‌افشانی بین ۲۷–۱۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که با تأخیر در کاشت میانگین دما در طول این دوره افزایش یافت. به دنبال افزایش میانگین دما، طول دوره مراحل نموی نیز کاهش یافت. فیشر (۱۹۸۵) نیز علت کاهش تعداد دانه را با افزایش دما در طول دوره رشد سنبله به کوتاه شدن طول این دوره نسبت داد. به‌طوری‌که در این تحقیق دامنه تغییرات روز از کاشت تا گرده‌افشانی بین ۱۳۱–۵۱ بود که با تأخیر در کاشت این فاصله کاهش یافت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس و دامنه تغییرات تعداد دانه و پارامترهای تأثیرگذار بر آن.

صفت	حداقل	میانگین	حداکثر	F		
				تاریخ کاشت	رقم	رقم×تاریخ کاشت
تعداد دانه در واحد سطح (m^{-2})	۱۱۹۶	۱۰۸۱۵	۱۷۷۱۰	۱۳۵/۹۹***	۲/۱٤ns	۰/٦۱ns
روز تا ساقه رفتن	۳۲	٦۳/۳٥	۱۰۱	٥۸۸۲/۳۸***	۲٤/٤۳**	۲۸/۲۱**
روز تا آبستنی	٤٤	۷۳/٤٤	۱۱٦	۳٥۱۷/٥۷***	۹/٤٤**	۱۷/۳۷***
روز تا گرده‌افشانی	٥۱	۸٥/۲۰	۱۳۱	۱٥٥۹۲/۱***	۱۷/٥۷**	۳۲/۳۰**
روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی	٦۷	۱۱٦/٦۱	۱۷۰	٤٥۰٤۳/۹***	۲/۲۰ns	۸/۰۲**
وزن خشک ساقه در ساقه رفتن ($g.m^{-2}$)	۳۲/۰۹	۸۷/٤٤	۲۷۹/۲٥	۲۷/۱۱***	۰/۲٤ns	۲/۰۰*
وزن خشک ساقه در آبستنی ($g.m^{-2}$)	٦۸/۸۷	۲۰۷/۰۰	٥۷۳/٦۱	٥۳/۷۹***	٦/۳٤**	۲/٤۰*
وزن خشک ساقه در گرده‌افشانی ($g.m^{-2}$)	۲۱۱/۰٦	٥۱۸/۹	۱۰۱۷	۱۱۰/۹۳***	۲/٤٤ns	۱/٤۸ns
وزن خشک کل در ساقه رفتن ($g.m^{-2}$)	۸۳/۱۹	۲۲۲/٦٥	٦٦٦/۹۸	۳۷/۲۱***	۰/۲۲ns	۱/۱۰ns
وزن خشک کل در آبستنی ($g.m^{-2}$)	۱٥۱/٥۱	۳۹٥/۳٥	۱۰۱۱	٤۳/۷٥***	۸/٦۲***	۱/۳۷ns
وزن خشک کل در گرده‌افشانی ($g.m^{-2}$)	۳۱۲/۲۲	۷۱۸/٦۲	۱۲٦٦	۱۲۰/٥٦***	۱/۱۱ns	۲/۲۸*
سرعت رشد از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی ($g.m^{-2}.d^{-1}$)	۹/۲٥	۲۲/۹۲	۳٦/۱٥	۹/۳۹***	٥/٥۹***	٦/٥۱***
سرعت رشد از آبستنی تا گرده‌افشانی ($g.m^{-2}.d^{-1}$)	۸/٤۷	۲۸/۱۹	٤٥/٦۱	۹/٦٥***	۰/٦۱ns	٥/٦۳***
سرعت رشد ساقه از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی ($g.m^{-2}.d^{-1}$)	۹/۰٦	۱۹/٦۲	۳۲/۲۰	۱۳/۹۷***	۷/٦٥***	٤/٤۱***
سرعت رشد ساقه از آبستنی تا گرده‌افشانی ($g.m^{-2}.d^{-1}$)	۱۳/٦۹	۲٦/۹۳	٤٤/۲۱	۱۲/۰۹***	۱/۳٦ns	٤/۰۳***
میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی (درجه سانتی‌گراد)	۱٤/۹۲	۱۹/۳۸	۲٦/٦٥	۱۱۱۰۱/٤***	٥٥/۳٥**	٤۰/٥۱**
میانگین دما از آبستنی تا گرده‌افشانی (درجه سانتی‌گراد)	۱٦/٥۸	۲۰/٤۷	۲۷/۳۲	۲٥۳٤/٤۳***	۱۱/۳۷**	٦/۱٤**
تشعشع رسیده از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی($MJ.m^{-2}.d^{-1}$)	۱۳/۳٥	۱۷/۹٥	۲۸/۹۱	٦۲۹٥/۷٤***	۲٤٦/٤٦**	۱۳۰/۷۸**
تشعشع رسیده از آبستنی تا گرده‌افشانی ($MJ.m^{-2}.d^{-1}$)	۹/٥	۱۸/٤۱	۲۸/۹۰	٥۳٦/۷۳***	۲/۲٦ns	٤/۲۹**
نسبت فتوترمال از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی ($MJ/m^2.d^1.ċ$)	۰/۷٥	۰/۹۱	۱/۱۰٤	٤۹۰/٦٥***	٦۲/۱۸***	۲۲/۸٤***
نسبت فتوترمال از آبستنی تا گرده‌افشانی ($MJ/m^2.d^1.ċ$)	۰/٤۸	۰/۸۹	۱/۱۰۹	۷٥/۷۸***	۰/۷۹ns	۲/۱٤*

واحد وزن خشک گرم بر مترمربع، سرعت رشد گرم بر مترمربع در روز، دما درجه سانتی‌گراد، تشعشع رسیده مگاژول بر مترمربع در روز و نسبت فتوترمال مگاژول بر مترمربع در روز بر درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین بین ارقام از نظر پاسخ به دما تفاوت معنی‌داری وجود داشت در کل اثر متقابل بین دو فاکتور تاریخ کاشت و رقم تحت‌تأثیر دما قرار گرفته و طول دوره رشدی آنها نیز تغییر پیدا کرده است.

با بررسی ضریب همبستگی برروی پارامترهای تأثیرگذار بر تعداد دانه، نشان داده شد که اثر میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی بیشترین مقدار را دارد (۰/۸۹-) و براساس روش گزینش متغیر RSQUARE این پارامتر در درجه اول اهمیت قرار گرفت. کمترین ضریب همبستگی نیز مربوط به سرعت رشد از آبستنی تا گرده‌افشانی برروی تعداد دانه است (جدول ۳). ولی از آن‌جایی‌که ضریب همبستگی نشان‌دهنده رابطه خطی بین متغیرها است و در تحقیقات محققان نشان داده شده که رابطه بین این متغیرها خطی نمی‌باشد پس برای کمی کردن رابطه بین تعداد دانه با پارامترهای مورد بررسی از نتایج محققان استفاده شد.

جدول ۳- ضرایب همبستگی صفات در مقابل تعداد دانه و ترتیب اهمیت براساس روش گزینش متغیر (RSQUARE).

صفت	ضریب همبستگی	درجه اهمیت
میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی	-۰/۸۹**	۱
میانگین دما از آبستنی تا گرده‌افشانی	-۰/۸۸**	۲
تشعشع رسیده از آبستنی تا گرده‌افشانی	-۰/۸۸**	۲
تشعشع رسیده از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی	-۰/۸۷**	۳
وزن خشک ساقه در گرده‌افشانی	۰/۸۲**	٤
وزن خشک کل در گرده‌افشانی	۰/۸۱**	٥
وزن خشک کل در ساقه رفتن	۰/٦۷**	٦
نسبت فتوترمال از آبستنی تا گرده‌افشانی	-۰/٦۷**	۷
وزن خشک ساقه در ساقه رفتن	۰/٦۲**	۸
وزن خشک کل در آبستنی	۰/٦۲**	۹
وزن خشک ساقه در آبستنی	۰/٦۱**	۱۰
نسبت فتوترمال از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی	-۰/٤۸**	۱۱
سرعت رشد ساقه از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی	۰/۳۲**	۱۲
سرعت رشد ساقه از آبستنی تا گرده‌افشانی	۰/۲٦*	۱۳
سرعت رشد از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی	۰/۲٤*	۱٤
سرعت رشد از آبستنی تا گرده‌افشانی	۰/۲۳*	۱٥

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به نتایج محققان از جمله فیشر (۱۹۸۵)، یورگرت و همکاران (۲۰۰۷) و روند تغییرات داده‌های متغیر مذکور در این آزمایش مشخص شد که رابطه خطی بهترین معادله برای نشان دادن رابطه بین تعداد دانه با میانگین دما است. نتایج حاصل از معادله خطی نشان داد که بین ارقام از شروع کاهش تعداد دانه (تعداد در مترمربع)، سرعت کاهش و نقطه خاتمه تعداد دانه سرعت کاهش و نقطه خاتمه تعداد دانه برحسب درجه سانتی‌گراد در هر دو مرحله مورد بررسی (میانگین دما در طول مراحل ساقه رفتن و آبستنی تا گرده‌افشانی)، اختلاف قابل ملاحظه‌ای وجود ندارد (جدول ٤). از این رو یک معادله براساس میانگین ضرایب حاصل از ارقام مختلف استخراج گردید که عبارت بود از:

(٤)

(الف) دوره ساقه رفتن تا گرده‌افشانی $y=-۱۰۷٦/۳x+۳۳۰۷۸$

(ب) دوره آبستنی تا گرده‌افشانی $y=-۱۰۳٤/۰x+۳۱۱۲۳$

جدول ٤- ضرایب و مقادیر a و b در مدل خطی KNO=a+bTM بین تعداد دانه در واحد سطح در مقابل میانگین دما ارقام گندم.

میانگین دما	رقم	b±se	a±se	RMSE	CV	R^2
ساقه رفتن	کوهدشت	-۱۲۵۳/۰۵±۱۰۵/٦	۳۵۰۹۰ ±۲۰۳۰/٤	۱۵۳٤/۹	۱۳/۵۹	۰/۸۸**
تا	شیرودی	-۱۱۱۹/٤±۱۲۱/۲	۳۳۱۳۰±۲٤۳۵/۲	۳۰۱۱/۲	۲٦/۸۵	۰/۷۰**
گرده‌افشانی	تجن	-۱۰۲۹/۹±۱۳۳/٦	۳۲۳۹۷±۲٦۹۵/۷	۲۵٦۲/٦	۲۰/۸۳	۰/۷٤**
	زاگرس	-۱۰۹۱/۵±۱۳۱/۲	۳۲۰٤۷±۲٦۳۷/۲	۲۵۷٤/٤	۲۳/۸۱	۰/۷٦**
	کل ارقام	-۱۰۳٤/۰±٦۳/۵	۳۱۱۲۳±۱۲۷۰/۹	۲۱٤۵/۱	۱۹/۸۱	۰/۷۸**
آبستنی	کوهدشت	-۱۱۸۳/۱±۱۱۱/۷	۳۵۰٤٦ ±۲۲۷۲/۵	۱۷۰۰/۸	۱۵/۰۵	۰/۸۵**
تا	شیرودی	-۱۱۸۳/۲±۱٤۲/۵	۳۵۵۹۳±۳۰۰۳/۸	۳۰٦۷/۰	۲۷/۳۵	۰/٦۹**
گرده‌افشانی	تجن	-۱۱۱۱/۲±۱۳٦/۰	۳۵۰۸۵±۲۸٦٤/٦	۲۵۱۹/٦	۲۰/٤۸	۰/۷۵**
	زاگرس	-۱۱۵۳/۵±۱۵۲/٤	۳٤٦۷۳±۳۲۳۱/۳	۲۸۵۷/٦	۲٦/٤۳	۰/۷۰**
	کل ارقام	-۱۰۷٦/۳±٦٦/۹	۳۳۰۷۵±۱٤۰٤/٦	۲۱٦٤/٤	۱۹/۹۹	۰/۷۸**

RMSE جذر میانگین مربعات خطا، CV ضریب تغییرات و R^2 ضریب تبیین هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

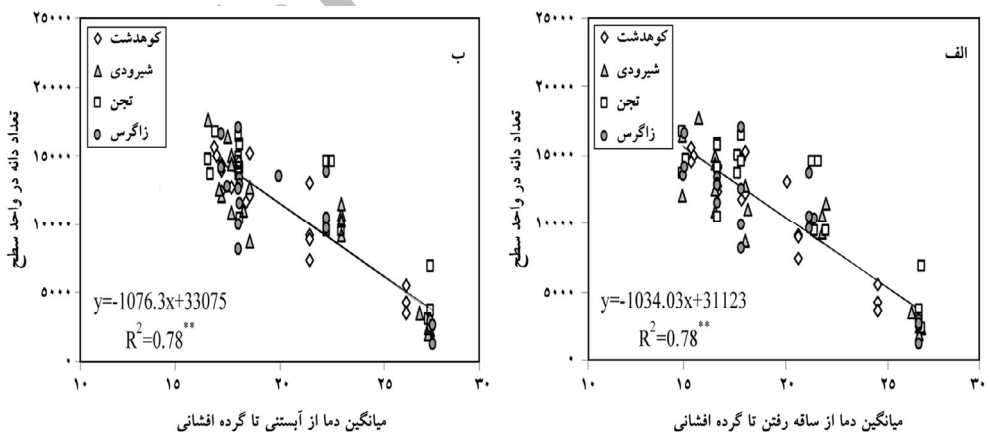
براساس این معادلات، تعداد دانه در واحد سطح با افزایش میانگین دما به‌ترتیب از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی و از آبستنی تا گرده‌افشانی، با سرعت ۱۰۷٦ و ۱۰۳٤ عدد بر درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد و به‌ترتیب در میانگین دمای ۳۰ و ۳۱ درجه سانتی‌گراد در طول این مراحل دانه تشکیل نمی‌شود (شکل ۱، الف و ب). داوسون و واردلاو (۱۹۸۹) نیز پی بردند که افزایش میانگین دما در قبل از گرده‌افشانی (آبستنی تا گرده‌افشانی) سبب کاهش تعداد گلچه‌های بارور شده و در نهایت تعداد دانه کاهش می‌یابد.

برای کمی کردن تعداد دانه در برابر ماده خشک تجمعی (کل اندام‌ها و ساقه) از معادله نمایی (۳) استفاده شد. بورد و مودالی (۲۰۰۵) نیز برای نشان دادن اثر ماده خشک برروی تعداد دانه از یک معادله نمایی استفاده نمودند. از آنجایی که برگ‌ها در مرحله گرده‌افشانی ریزش دارند و میزان خطا را در اندازه‌گیری افزایش می‌دهد از ماده خشک تجمعی ساقه برای توصیف تغییرات تعداد دانه استفاده شد. ضرایب حاصل از این معادله نشان داد که بین ارقام از لحاظ حداکثر تعداد دانه، حداقل ماده خشک لازم برای تشکیل دانه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۵) بنابراین یک معادله برای کل ارقام برازش داده شد که به قرار زیر است:

(۵)

در برابر وزن خشک کل اندام‌ها $kno=۱۵۵۲۳/۷\times[۱-\exp\{(۰/۰۰٤)(۲۹۵/٦-x\}]$

در برابر وزن خشک ساقه $kno=۱۵۳۲٦/۹\times[۱-\exp\{(۰/۰۱)(۱۹٤/۹-x\}]$



شکل ۱- تغییرات تعداد دانه با افزایش میانگین دما در طول دوره ساقه رفتن تا گرده‌افشانی (الف) و در طول دوره آبستنی تا گرده‌افشانی (ب). نقاط و خط به‌ترتیب داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده با مدل خطی در ارقام مختلف گندم.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- ضریب c و مقادیر kno_{max} و b در مدل نمایی $KNO=KNO_{max}\times(1-exp(c\times(b-DM_i)))$ بین ماده خشک تجمعی ساقه در مقابل تعداد دانه در واحد سطح در ارقام گندم و شرایط محیطی مختلف.

وزن خشک تجمعی	رقم	n	kno_{max}±se	b±se	c±se	DM_0	CV	RMSE	R^2
ساقه	کوهدشت	۱۹	۱۵۹۵۲/۳±۱۵۵۶/۶	۱۷۶/۹±۲۳/۶۶	۰/۰۰۵±۰/۰۰۲	۷۷۹/۷۱	۱٤/۳٦	۱۵۷۰/۸۱	۰/۸۸**
	شیرودی	۱۸	۱٦۲۷۷/۱±۲۵۱۰/۵	۱۹۳/۷±۲۹/۸۰	۰/۰۰٤±۰/۰۰۲	۹٦۳/۸۱	۲۲/۰۰	۲۲٤٤/۷۵	۰/۸۱**
	تجن	۱۹	۱٤۹۷۰/۵±۱۰۵۹/۲	۲۲۲/۰±۱٤/۳۲	۰/۰۰۹±۰/۰۰۳	۵٤٤/۹۱	۲۰/۸۷	۲۱۲۸/۷	۰/۸۲**
	زاگرس	۱۹	۱۵۳۷۸/۳±۲۲٦۱/۱	۱۸۹/۸±۲۳/۸۷	۰/۰۰٤±۰/۰۰۲	۸۷۳/۰٦	۱۹/۹٤	۲۰۵۳/۱	۰/۸٤**
کل ارقام		۷۵	۱۵۳۲٦/۹±۲٦۲۱/۱	۱۹٤/۹±۱۱/۳۹	۰/۰۰۵±۰/۰۰۱	۷٤۸/٦٤	۱۹/۲۲	۲۰۸۰/۹	۰/۸۰**
کل اندام‌ها	کوهدشت	۱۹	۱٦۰٤۷/۸±۱٦۸۲/۳	۲٤٦/٦±۳۸/۷۲	۰/۰۰۳±۰/۰۰۱	۱۱٦۸/۳٦	۱۵/۳۳	۱٦۷۳/۱۳	۰/۸٦**
	شیرودی	۱۸	۱٦۰٤۵/۹±۲۳۳۱/۵	۳۱۹/۰±۳۵/۳۱	۰/۰۰۳±۰/۰۰۱	۱۲۰۰/۱۰	۳۳/۳۳	۲۲۸۲/۳۲	۰/۸۱**
	تجن	۱۹	۱٤۵۰۵/۲±۸۸۵/۹	۳۳۲/۷±۱۷/۲۱	۰/۰۰۸±۰/۰۰٤	٦٦۷/۰۵	۲۱/۸۳	۲۵۸٤/۸٦	۰/۸۱**
	زاگرس	۱۹	۱۹۵۲۰/۱±۷۰۹۳/٤	۲۹۲/۰±٤۳/۱۳	۰/۰۰۱۹±۰/۰۱۳	۱۸۲۸/۲۷	۲۰/۰۹	۲۰۵۹/٦۱	۰/۸۳**
کل ارقام		۷۵	۱۵۵۳۷/۷±۹۹۲/٦	۲۹۵/٦±۱۷/٤۸	۰/۰۰٤±۰/۰۰۰۸	۱۰٦۵/۷۱	۲۰/۳۱	۲۱۹٦/٦۹	۰/۷۸**

n تعداد نمونه، DM_0 ماده خشکی لازم برای رسیدن به ۹۵ درصد تعداد دانه. RMSE جذر میانگین مربعات خطا، CV ضریب تغییرات و R^2 ضریب تبین هستند.

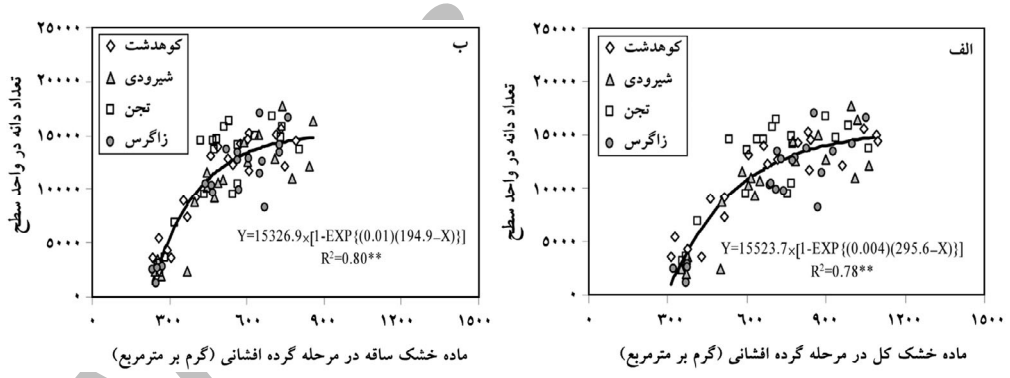
www.SID.ir

براساس این معادلات، حداقل ماده‌خشک در مرحله گرده‌افشانی برای تشکیل دانه در کل انـدام‌هـا ۲۹٦ و در ساقه ۱۹۵ گرم بر مترمربع برآورد گردید و مقدار ماده خشک لازم در مرحلـه گـرده‌افـشانی برای رسیدن به ۹۵ درصد تعداد دانه به‌ترتیب برای ساقه و کل اندام‌ها، ۷٤۷ و ۱۰٦٦ گرم بـر مترمربـع برآورد گردید (شکل ۲).

برای کمی کردن تعداد دانه در برابر نسبت فتوترمال از تابع درجه دو استفاده شد. با توجه به ضریب همبستگی بیشتر تعداد دانه با نسبت فتوترمال در دوره بین آبستنی تا گرده‌افشانی، لذا برای کمی کردن تعداد دانه در برابر نسبت فتوترمال از این دوره استفاده شد. فیشر (۱۹۸۵) و اورتیز- مون- آستریو و همکاران (۱۹۹٤) به رابطه خطی و مثبت بین نسبت فتوترمال و تعداد دانه در طول مدت ۲۰ تا ۳۰ روز قبل از گرده‌افشانی در گیاه گندم دست یافتند.

ضرایب حاصل از برازش معادله نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ارقام وجود ندارد (جدول ٦) در این آزمایش یک معادله از ارقام مختلف استخراج گردید که عبارت بود از:

$$y=-۷۰۱٦۷x^{۲}+۹۷۹۹۱x-۱۹۷۲٦ \qquad (٦)$$



شکل ۲- نمودار تغییرات تعداد دانه در مقابل وزن خشک کل در مرحله گرده‌افشانی (الف) و در مقابل ماده‌خشک ساقه در مرحله گرده‌افشانی (ب). نقاط و خط به‌ترتیب داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده با مدل نمایی در ارقام و تاریخ کاشت مختلف گندم.

www.SID.ir

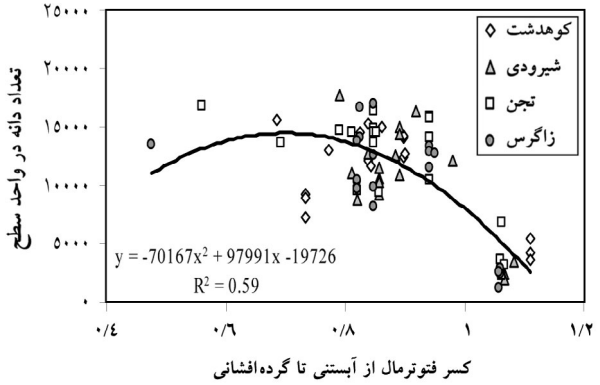
جدول ٦- ضرایب و مقادیر a و b وc در مدل درجه دو $KNO=ax^2+bx+c$ بین تعداد دانه در واحد سطح در مقابل ضریب فتوترمال ارقام گندم.

فتوترمال	رقم	a±se	b±se	c±se	X_0	RMSE	CV	R^2
آبستنی تا گرده‌افشانی	کوهدشت	-۱۳٤٤٦۰±۳۰۳۳٦	۲۲۸٥٦۱±٥٦۲۱۲	-۱۳٤٤٦۰±۲٥٥٦۱	۰/۸٥	۲۲٦٦/۲	۲۰/۷٦	۰/۷۰**
	شیرودی	-۲۲۹٦٦٥±۱۰۰٤۹۱	۳۹۷٤٤۲±۱۹۰۷۰۸	-۱٥۹۲۲۲±۸۹٥۸۳	۰/۸۷	۲۸٥۸/۱	۲۷/۹٦	۰/٦٥**
	تجن	-۷۹۱٤۰±۲۸۲٥۲	۱۰۹٥۳٤±٤۸٤۹٦	-۲۱۸۷۰±۲۰٦۲۰	۰/٦۹	۲۸۸٥/۱	۲٤/۳۷	۰/٦۲**
	زاگرس	-۷٤٤٤۹±۲۱٦۱۷	۹۸۷٥۸±۳٥٥۰۸	-۱۷٤۹٤±۱٤٥٤۰	۰/٦۸	۳۰٤۳/۰	۲۹/٦۸	۰/٥۹**
	کل ارقام	-۷۰۱٦۷±۱۳۱۹۱	۹۷۹۹۱±۲۳۲۲۷	-۱۹۷۲٦±۱۰۱۸۰	۰/۷۰	۲۹۲۳/٦	۲۷/۰۰	۰/٥۹**

X_0: مقدار نسبت فتوترمال که در آن تعداد دانه به حداکثر مقدار می‌رسد. RMSE: جذر میانگین مربعات خطا، CV: ضریب تغییرات و R^2: ضریب تبیین هستند.

با توجه به معادله به‌دست آمده حداکثر تعداد دانه در ۰/۷ فتوترمال (مگاژول بر مترمربع در روز بر درجه سانتی‌گراد) حاصل شد در حالی‌که وقتی نسبت فتوترمال به ۱/۲ رسید دانه تشکیل نشد. احتمالاً دلیل کاهش تعداد دانه با افزایش نسبت فتوترمال بعد از ۰/۷ (مگاژول بر مترمربع در روز بر درجه سانتی‌گراد) این باشد که با این‌که تشعشع نیز در آن دوران بالاست ولی اثر دما باعث کاهش طول دوره نمو و در نتیجه کاهش در تعداد دانه شود. تغییرات تعداد دانه در برابر نسبت فتوترمال در شکل (۳) نشان داده شده است.

یافته‌های این مطالعه حاکی از آن است که تعداد دانه در واحد سطح در گیاه گندم را می‌توان در قالب معادلات مختلف به‌صورت کمی توصیف کرد از این مطالعات و پارامتر آنها می‌توان در شبیه‌سازی عملکرد گیاه گندم استفاده نمود.



شکل ۳- نمودار تغییرات تعداد دانه در مقابل نسبت فتوترمال از آبستنی تا گرده‌افشانی.

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست منابع

Abbate, P.E., Andrade, F.H., and Culot, J.P. 1995. the effects of radiation and nitrogen on number of greins in wheat. J. Agric. Sci. Camb. 124: 352-360.

Abbate, P.E., Andrade, F.H., Culot, J.P., and Bindraban, P.S. 1997. Grain yield in wheat: Effects of radiation during spike growth period. Field Crops Res.

Board, J.E., and Modali, H. 2005. Dry Matter Accumulation Predictors for Optimal Yield in Soybean.Crop Sci. 45: 1790-1799.

Brancourt-Hulmel, M., Doussinault, G., Lecomte, C., Berard, P., Le Buanec, B., and Trottet, M. 2003. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in france from 1946 to 1992. Crop Sci. 43: 37-45.

Dawson, I.A., and Wardlaw, I.F. 1989. The toleranc 0f wheat to high temperatures during reproductive growth Booting to anthesis Australian Journal of Agricultural Research. 40: 965-980.

Dhillon, S.S., and Ortiz-monasterio R, J.I. 1993. Wheat special report, No 23, a Effects of date of sowing on the yield and yield components of spring wheat and their relationship with solar radiation and temperature at Ludhiana, Punjab, India.

Duggan, B.L., Domitruk, D.R., and Fowler, D.B. 2000. Yied component variation in winter wheat grown under drought stress. Can. J. Plant Sci. 80: 739-745.

Fischer, R.A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. J. Agric. Sci. 105: 447-461.

Gerik, T.G., Rosenthal, W.D., Vanderlip, R.L., and Wade, L.J. 2004. Simulating seed number in grain sorghum from increases in plant dry weight. Agron. J. 96: 1222-1230.

Moreno-Sotomayor, A., and Weiss, A. 2004. Improvements in the simulation of kernel number and grain yield in CERES-Wheat. Field Crops Res. 88: 157-169.

Ortiz-Monasterio, J.I., Dhillon, S.S., and Fischer, R.A. 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 Res. 37: 169-184.

Savin, R., and Slafer, G.A. 1991. Shading effects on the yield of an Argentinian wheat cultivar. J. Agric. Sci. (Camb) 166: 1-7.

Sinclair, T.R., and Jamieson, P.D. 2006. Grain number, Wheat yield, and Bottling beer: An analysis. Field Crop Res. 98: 60-67.

Slafer, G.A., Andrade, F.H., and Satorre, E.H. 1993. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes. In: Slafer, G.A. (Editor), Genetic Improvement of Field Crops. Marcel Dekker, Inc., New York, Pp: 1-68.

Archive of SID

www.SID.ir

Soltani, A. 2006. Application of SAS in statistical Analysis. Ferdowsl Uni of Mashhad. Pp: 182.

Vos, J. 1981. Effect of temperature and nitrogen supply on post floral growth of wheat: measurements and simulations. Agric. Res. Rep. 911. PUDOC, Wageningen, 164p.

Ugarte, C., Calderini, D.F., and Slafer, G.A. 2007. Grain Weight grain number responsiveness to pre-anthesisi temperature in wheat, barley and triticale. Field Crops Res. 100: 240-248.

Archive of SID

www.SID.ir

EJCP., Vol. 2 (3): 1-16
www.ejcp.info

Predicting Kernel Number in Wheat

[*]R. Arabameri[1], A. Soltani[2], B. Kamkar[2], E. Zainali[2] and F. Khavari[3]
[1]Former M.Sc. Student, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Faculty of Member, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Former M.Sc. Student, Dept. of Agronomy, Islamic Azad University, Bojnord Branch

Abstract

Understanding the variation of kernel number per unit area (KNO) is an important factor in respect yield and in identifying opportunities to increase potential yield. Some crop models are for dependence on kernel number prediction to yield simulation. In order to quantify the relationship between kernel number per unit area and influencing parameters (Environment and non-environment-based factors), compound analysis with randomized complete block design was conducted including four replications. This experiment was done at the Gorgan University of Agricultural Sciences Research Farm in 2005. The treatments were five different sowing dates (14 December, 20 Jan, 20 Feb, 20 March, 16 Apr) and four wheat variations (Kohdasht, Shirudi, Tajan, Zagros). Considering results of correlation coefficients, kernel number per unit area appeared to have the best relation with mean temperature, but Non-linear models fitting indicated that the highest R^2 and the lowest CV belonged to stem dry matter at anthesis. Fitted model showed that 95% of kernel numbers are formed when stem dry matter is around 747 g.

Keywords: dry matter accumulation; Kernel number; mean temperature; photothermal quotient; wheat

*- Corresponding Author; Email: r_arabameri@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir