



مدل سازی ارتباط عوامل موثر بر تعداد دانه در گندم

عباس ابهری^۱

دریافت: ۹۵/۶/۲۶ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۴

چکیده

در طول فصل رشد عوامل مختلفی روی تعداد دانه تاثیر گذارند و هر یک از این عوامل در دوره بحرانی خود می‌توانند روی تعداد دانه نهایی و عملکرد تاثیر داشته باشد. به منظور بررسی ارتباط عوامل مختلف روی تعداد دانه گندم آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار رقم گندم (بکراس روشن، پیشناز، چمران و مهدوی) در چهار تاریخ کاشت (اول آبان، ۲۵ آبان، ۲۰ آذر و ۱۵ دی) و چهار تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۰ و ۱۳۹۰-۱۳۹۱ اجرا شد. نتایج نشان داد ارقام مهدوی و چمران به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه را تولید کردند و دما، نیتروژن برگ و ساقه و وزن خشک ساقه در گرده‌افشانی بیشترین اثر را روی تعداد دانه داشتند. نتایج ضریب همبستگی نشان داد که رابطه تعداد دانه در واحد سطح با میانگین دما از ساقه‌رفتن تا گرده‌افشانی در درجه اول اهمیت قرار داشت. برای نشان‌دادن اثر ماده خشک ساقه در گرده‌افشانی روی تعداد دانه از مدل نمایی استفاده شد. حداقل ماده خشک ساقه در گرده‌افشانی برای تولید تعداد دانه ۱۵۶/۷ گرم در متر مربع بود. و مقدار ماده خشک ساقه لازم در گرده‌افشانی برای رسیدن به ۹۵ درصد حداکثر تعداد دانه ۷۳۰ گرم در متر مربع برآورد شد. در طول فصل رشد فراهمی شیره پرورده، دما و طول روز در تولید ماده خشک کل دخیل بود و تولید ماده خشک ارتباط مستقیم با تعداد دانه داشت، بنابراین هر یک از این عوامل در دوره بحرانی خود می‌توانند روی تعداد دانه نهایی و عملکرد تاثیر داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: تعداد دانه، دما، وزن خشک کل، نیتروژن و گرده‌افشانی

ابهری، ع. ۱۳۹۸. مدل سازی ارتباط عوامل موثر بر تعداد دانه در گندم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۷: ۷۳-۶۳.

۱- استادیار گروه علمی کشاورزی، دانشگاه پیام نور تهران، تهران، ایران. abbasabhari@yahoo.com

مقدمه

عملکرد دانه در غلات از دو جزء اصلی عملکرد یعنی تعداد دانه در واحد سطح و وزن تک دانه حاصل می‌شود. تعداد دانه نیز خود حاصل تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح است. این دو جزء اصلی عملکرد در زمان‌های متفاوتی از فصل رشد شکل می‌گیرد و در نتیجه در معرض شرایط مختلف محیطی قرار می‌گیرند (پلتونن - ساینو، و همکاران ۲۰۰۷: اوگارتی و همکاران، ۲۰۰۷).

در بسیاری از مدل‌های شبیه‌سازی گندم پیش‌بینی عملکرد دانه به پیش‌بینی مناسب تعداد دانه وابسته است، در این مدل‌ها تعداد دانه خود تابعی از بیوماس در گرده‌افشانی و میزان تجمع ماده خشک کمی قبل از گرده‌افشانی تا تکمیل شدن گرده‌افشانی، نسبت فتوترمال (میانگین تشعشع خورشیدی دریافت شده یا رسیده به میانگین دمای هوا در طول دوره مورد نظر) و وزن سنبله در گرده‌افشانی برآورد می‌شود، عملکرد دانه در گندم رابطه قوی با تعداد دانه نسبت به وزن خشک دانه دارد (برانکورد - هامل و همکاران، ۲۰۰۳).

به اعتقاد گنزالس و همکاران (۲۰۰۳) تعیین تعداد گلچه که در مرحله قبل از گرده‌افشانی صورت گرفت، نقش مهم و تعیین کننده‌ای در تعیین تعداد دانه در گندم داشت. سینکر و جامیسون (۲۰۰۶) نیز ثابت کردند که عملکرد دانه به ویژه تعداد دانه به واسطه تامین منابع در طول فصل رشد به شدت محدود بود. اوگارتی و همکاران (۲۰۰۷) نیز ضمن بررسی پاسخ تعداد دانه و عملکرد دانه گندم، جو و تریتیکاله به دماهای پیش از گرده‌افشانی 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 آزمایشی روی گندم مشخص شد با افزایش میانگین دما در طول فصل رشد، عملکرد دانه کاهش یافت (خاشعی و همکاران، ۲۰۱۱).

دموست و جفری (۲۰۰۴) گزارش کردند که بین تعداد دانه در واحد سطح با میزان نیتروژن سنبله در مرحله برداشت همبستگی بالایی (82% = r^2) وجود داشت. ویکتور سادرس (۲۰۰۷) به ارتباط خطی بین سرعت رشد و همچنین سرعت رشد مخصوص با تعداد دانه اشاره کرد.

سه مرحله برای تعیین عملکرد دانه مشخص شده است. مرحله اول، مرحله تشکیل برگها، سنبله و پنجه‌زنی است که در انتهای سنبله‌دهی پایان می‌یابد و در پایان این مرحله پتانسیل گلچه‌ها به بیش از ۱۰۰ هزار گلچه در متر مربع می‌رسد، مرحله دوم در طول این مرحله که تا یک هفته بعد از گرده‌افشانی ادامه

دارد تعدادی از گلچه‌ها به دانه تبدیل می‌شوند و تعداد دیگری می‌میرند (سینکر و جامسون، ۲۰۰۶). فیشر و استوکلی (۱۹۸۶) و کربی (۱۹۸۸) علت این امر را اینگونه بیان کردند "دوره مهم در استقرار دانه همزمان با رشد سریع سنبله و رشد ساقه است در این صورت مرگ گلچه‌ها ممکن است ناشی از رقابت بین سنبله و ساقه بر سر منابع باشد" در این مرحله تعداد نهایی دانه تعیین می‌شود. مرحله سوم که پر شدن دانه در این مرحله اتفاق می‌افتد. از این رو اختلاف در تعداد دانه بیشتر در مرحله دوم اتفاق می‌افتد. بنابراین در مدل‌های شبیه‌سازی ارتباطی بین تعداد دانه در گندم با بیوماس در گرده‌افشانی وجود دارد (بینداران و همکاران، ۱۹۹۸).

شرایط محیطی متفاوت در طول فصل رشد و اثرات مختلف مولفه‌های رشد روی تعداد دانه و عملکرد اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین هدف از این مطالعه درک دلایل اختلاف تعداد دانه در واحد سطح ناشی از تغییرات عوامل محیطی، برای درک دلایل اختلاف عملکرد و همچنین شناخت عوامل مؤثر در افزایش تعداد دانه و افزایش توان بالقوه عملکرد بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های زراعی ۱۳۹۰-۱۳۹۱ و ۱۳۸۹-۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار اجرا شد. شهرستان سبزوار با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۲ دقیقه و ۳۹ ثانیه، طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۱ دقیقه و ۳۱ ثانیه، در ارتفاع ۹۴۸ متر از سطح دریا قرار دارد. قبل از اجرای تحقیق از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱)، که براساس نتایج حاصله بافت خاک لومی تعیین شد.

در این تحقیق از چهار رقم گندم (بک کراس روشن، چمران، پیشتاژ و مهدوی) در سه تاریخ کاشت سال اول (اول آبان، ۲۵ آبان و ۱۵ دی، در سال اول تاریخ کاشت ۲۰ آذر به علت همزمانی جوانه‌زنی با یخبندان از بین رفت) و چهار تاریخ کاشت سال دوم (اول آبان، ۲۵ آبان، ۲۰ آذر و ۱۵ دی) و چهار تکرار استفاده و اجرا شد. کاشت به صورت کرتی در خطوطی با فاصله ۱۵ سانتی‌متر انجام شد. متوسط فاصله بذرها در هر خط کاشت دو سانتی‌متر بود و بین هر کرت ۳۰ سانتی‌متر فاصله در نظر گرفته شد. این تحقیق در شرایط عدم محدودیت آب، عناصر غذایی و کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز انجام شد و در طول فصل رشد به منظور حفظ رطوبت خاک در وضعیت مطلوب، آبیاری انجام گرفت. برای مبارزه با سن گندم از سم

دسیس به میزان ۰/۳ لیتر در هکتار در دو نوبت استفاده گردید.

جدول ۱- مشخصات خاک محل تحقیق (عمق ۳۰ - ۰ سانتی متر)

مقدار)	مقدار)	صفات
(۱۳۸۹-۱۳۹۰)	(۱۳۹۱-۱۳۹۰)	
۶/۵۰	۶/۳۴	هدایت الکتریکی (دسی زیمنیس بر متر)
۷	۷	اسیدیته گل اشباع
۰/۹۳	۰/۹۵	کربن آلی (درصد)
۱/۰۳	۱/۰۳	ازت کل (درصد)
۸/۸	۹/۹۰	فسفر قابل جذب (p.p.m)
۲۱۰	۲۰۰	پتاسیم قابل جذب (p.p.m)
۲۸	۲۸	رس (درصد)
۴۷	۴۷	سیلت (درصد)
۲۵	۲۵	شن (درصد)

ساقه در گرده افشانی، ماده خشک کل در گرده افشانی و تعداد سنبله و y تعداد دانه بود.

$$Y = a - bx$$

این معادله برای مدل سازی تعداد دانه در واحد سطح در برابر میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده افشانی استفاده شد که در آن X میانگین دما، y تعداد دانه در واحد سطح، a عرض از مبدا، b کاهش سرعت تولید دانه در واحد سطح بر حسب تعداد بر درجه سانتی گراد بود.

$$y = a + bx + cx^2$$

این معادله برای بدست آوردن رابطه بین تعداد دانه در واحد سطح در برابر نسبت فتوترمال (مگاژول بر متر مربع در روز بر درجه سانتی گراد) استفاده شد که در آن X نسبت فتوترمال و a ، b ضرایب معادله اند که با قراردادن ضرایب در $(-b/2c)$ نسبت فتوترمال لازم برای تولید حداکثر تعداد دانه به دست خواهد آمد.

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

این معادله برای مدل سازی رابطه بین تعداد دانه در واحد سطح در برابر وزن خشک تجمعی ساقه در گرده افشانی استفاده شد که در آن KNO_{max} حداکثر تعداد دانه، DM_i وزن خشک تجمعی ساقه، b حداقل ماده خشک لازم برای به دست آوردن

صفات مربوط به وزن خشک اندام های گیاهی (به تفکیک برگ سبز و زرد و ساقه و غلاف برگ بعلاوه سنبله) در مرحله پنجه زنی، ساقه رفتن، شروع آبستنی و شروع گرده افشانی روی ۱۰ بوته انجام شد. همچنین نیتروژن برگ و ساقه در گرده افشانی اندازه گیری شد. در مرحله برداشت نیز اجزای عملکرد ۲۰ بوته (تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن دانه در بوته)، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و نیتروژن دانه، برگ و ساقه تعیین شد.

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 بین پارامترهای مورد بررسی با تعداد دانه انجام و در نهایت از معادلات رگرسیون خطی و غیر خطی زیر استفاده شد. 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 (sas, 1996).

$$Y = a + bx$$

از این معادله برای تخمین رابطه تعداد دانه با عملکرد دانه استفاده شد که X تعداد دانه و y عملکرد دانه بود. از همین معادله برای تخمین رابطه نیتروژن برگ و ساقه در گرده افشانی، ماده خشک کل در گرده افشانی و تعداد سنبله با تعداد دانه در واحد سطح نیز استفاده شد که X به ترتیب موارد نیتروژن برگ و

در این معادله حداقل تعداد دانه لازم برای تولید حداقل عملکرد ۱۵۹ دانه در متر مربع بود و دامنه تغییرات عملکرد دانه از ۱۷۰ تا ۱۰۷۰ گرم بر متر مربع بود که با تاخیر در کاشت از میزان عملکرد کم شد. ارقام مهدوی و چمران به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را تولید کردند. در تعدادی از مدل های شبیه سازی گندم پیش‌بینی عملکرد دانه به پیش‌بینی مناسب تعداد دانه بستگی داشت (برانکورد - هالممل و همکاران، ۲۰۰۳)، در این مدل‌ها تعداد دانه خود تابعی از بیوماس در گرده‌افشانی و میزان تجمع ماده‌خشک از کمی قبل از گرده‌افشانی تا تکمیل شدن گرده‌افشانی، نسبت فتوترومال (میانگین تشعشع خورشیدی دریافت شده یا رسیده به میانگین دمای هوا در طول دوره مورد نظر) و وزن سنبله در گرده‌افشانی برآورد شد، بنابراین عملکرد دانه در گندم رابطه قوی با تعداد دانه نسبت به وزن دانه داشت (داگان و همکاران، ۲۰۰۰؛ برانکورد - هالممل و همکاران، ۲۰۰۳). با عنایت به اینکه عمده تغییرات عملکرد دانه به تغییرات تعداد دانه در واحد سطح مربوط می‌شود، در ادامه تاثیر سایر عوامل روی تعداد دانه بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد.

$$y = 159 + 0.156 x$$

تعداد دانه و C ضریب معادله می‌باشند و از آنجایی که برگ‌ها در این مرحله ریزش دارند و میزان خطا در محاسبات افزایش می‌دهد از این رو ماده خشک تجمعی ساقه برای توصیف تغییرات تعداد دانه برازش داده شد. با مشتق‌گیری و با استفاده از محاسبه حد تغییرات متغیر تابع (Y) نسبت به تغییرات متغیر مستقل، وقتی تغییرات متغیر مستقل (X) به سمت صفر میل کرد، ماده خشک ساقه لازم برای رسیدن به ۹۵٪ تعداد دانه برآورد شد.

برازش معادله و بررسی آن براساس میانگین ضرایب حاصل از ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف در هر دو سال انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

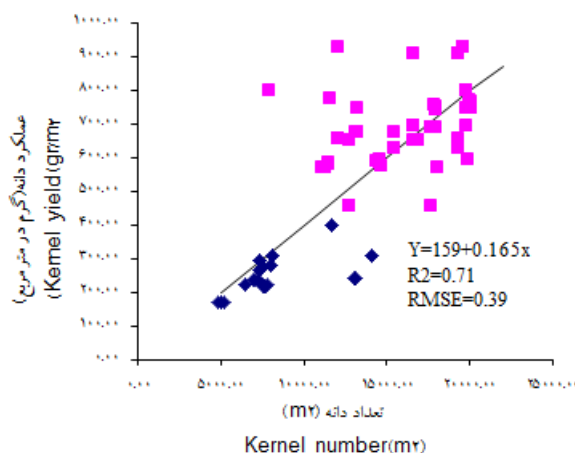
نتایج و بحث

تعداد دانه و عوامل موثر بر آن

از رابطه خطی برای تخمین ارتباط تعداد دانه با عملکرد دانه در متر مربع استفاده شد (جدول ۲ و شکل ۱). یک معادله بر اساس میانگین ضرایب حاصل از ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف در هر سال استخراج شد که عبارت بود از:

جدول ۲- ضرایب a و b در معادله خطی $y=a+bx$ مرتبط با تغییرات عملکرد دانه در واحد سطح در مقابل تعداد دانه برای میانگین ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف می‌باشد. RMSE جذر میانگین مربعات خطا، CV ضریب تغییرات و R^2 ضریب تبیین می‌باشد

سال	$a \pm SE$	$b \pm SE$	RMSE	CV	R^2
۱۳۸۹-۱۳۹۰	169 ± 50	0.155 ± 0.005	۰/۴۳	۱۸	۰/۷۳
۱۳۹۰-۱۳۹۱	149 ± 141	0.158 ± 0.008	۰/۳۶	۱۵	۰/۶۹



شکل ۱- رابطه تعداد دانه در متر مربع با عملکرد دانه (گرم در متر مربع) برای میانگین ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف در دو سال.

تاخیر در کاشت رخ داد و با نتایج یاجام و مدنی (۲۰۱۳) مطابقت داشت. ارقام مهدوی و چمران به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه را تولید کردند. در جدول ۳ ضرایب همبستگی صفات در مقابل تعداد دانه و ترتیب اهمیت آن براساس روش گزینش متغیر (RSQUARE) نشان داده شده است.

دامنه تغییرات تعداد دانه در متر مربع بین ۱۹۹۸۹ - ۱۲۸۹۸ بود که به ترتیب به تاریخ کاشت مطلوب منطقه (اول آبان) و آخرین تاریخ کاشت (۱۵ دی) تعلق داشت که کاهش تعداد دانه ناشی از عواملی از جمله افزایش دمای آخر فصل، کوتاه شدن دوره نمو و کاهش ماده خشک کل در گرده افشانی بود که با

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

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

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

یک معادله برازش شد که عبارت بود از:

$$y = -70166X^2 + 77183X + 19726$$

در ۰/۵۵ فوتو ترمال حداکثر تعداد دانه حاصل شد (شکل ۲) و

زمانی که فوتو ترمال به ۰/۶۱ رسید در این صورت دانه تشکیل نشد. دلیل کاهش تعداد دانه با افزایش فوتو ترمال بعد از ۰/۵۵ می-تواند کاهش طول دوره نمو و در نتیجه کاهش تعداد دانه باشد.

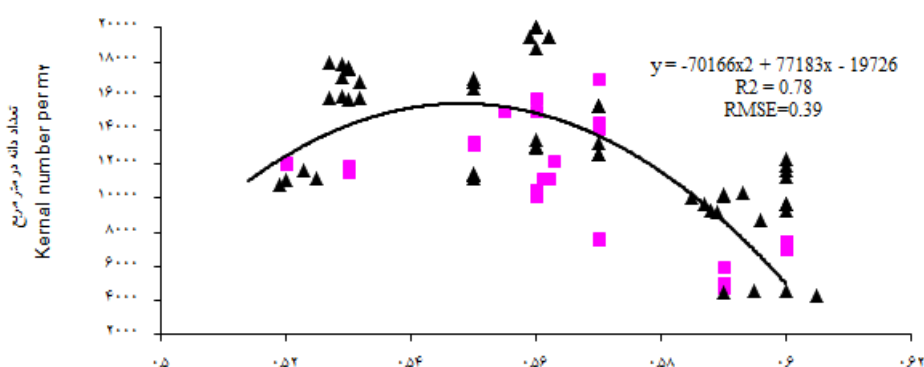
تعداد دانه در برابر نسبت فوتو ترمال

در این تحقیق تغییرات تعداد دانه در واحد سطح در برابر نسبت فوتو ترمال از ساقه دهی تا گرده افشانی از معادله درجه دو تبعیت کرد. با افزایش تشعشع رسیده، میانگین دما نیز بیشتر شده و به دنبال آن تعداد دانه کاهش یافت. از این رو به کمی سازی این رابطه پرداختیم (جدول ۴). برای کل داده ها در این تحقیق

جدول ۴- ضرایب و مقادیر a، b، c در معادله درجه دو بین تعداد دانه در متر مربع در مقابل ضریب فوتو ترمال برای میانگین ارقام و سال در هر تاریخ کاشت. X_0 (مشتق معادله درجه دو) مقدار نسبت فوتو ترمال که در آن تعداد دانه به حداکثر مقدار خود می رسد. RMSE جذر میانگین مربعات خط،

CV ضریب تغییرات و R^2 ضریب تبیین می باشد

فوتو ترمال	a ± SE	b ± SE	c ± SE	X0	RMSE	CV	R ²
اول آبان	-۱۳۴۴۶۰ ± ۳۰۳۳۶	۲۳۸۵۶۰ ± ۵۵۲۱۰	-۱۴۴۳۶ ± ۲۴۵۰۲	۰/۵۴	۰/۵۹	۲۱	۰/۷۵
۲۵ آبان	-۲۰۹۲۶۶ ± ۱۰۰۴۹۲	۴۰۷۶۲۳ ± ۱۹۰۷۰۰	-۱۵۹۸۲۲ ± ۹۰۵۰۱	۰/۵۶	۰/۶۳	۱۲	۰/۷۸
۲۰ آذر	-۸۰۱۵۰ ± ۳۰۲۵۰	۱۰۹۷۵۰ ± ۵۰۴۹۱	-۱۹۹۰۵ ± ۲۱۶۰۰	۰/۵۵	۰/۶۵	۱۵	۰/۷۸
۱۵ دی	-۷۵۱۶۰ ± ۱۴۱۹۰	۹۰۹۰۲ ± ۴۰۵۰۰	-۱۶۹۹۹ ± ۱۳۵۹۰	۰/۵۶	۰/۴۶	۱۴	۰/۷۴



نسبت فوتوترمال از ساقه دهی تا گرده افشانی
Fotothermal ratio from estem elongation to anthesis

شکل ۲- تغییرات تعداد دانه در مقابل نسبت فوتوترمال (مگاژول بر متر مربع در روز بر درجه سانتی گراد) از ساقه دهی تا گرده افشانی برای میانگین ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف در دو سال

نشان داد به ترتیب در میانگین دمای ۲۷ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد در طول این مراحل دانه تشکیل نشد. اوگارته و همکاران (۲۰۰۷)، از رابطه خطی برای نشان دادن اثر میانگین دما در از ساقه رفتن تا گرده افشانی روی تعداد دانه استفاده کردند و 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 ۵۰٪ گلدهی دست یافتند.

تعداد دانه در برابر میانگین دما

یک معادله بر اساس میانگین ضرایب حاصل از ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف برای هر سال استخراج شد که عبارت بود از:

$$y = -1215/3x + 32694 \quad \text{سال اول}$$

$$y = -1118/9x + 33650 \quad \text{سال دوم}$$

بر اساس این معادلات، تعداد دانه در واحد سطح با افزایش میانگین دما در سال اول و دوم به ترتیب، با سرعت ۱۲۱۵/۳ و ۱۱۱۸/۹ عدد بر درجه سانتی‌گراد کاهش یافت و پیش‌بینی‌ها

جدول ۵- ضرایب **a** و **b** در معادله خطی $y=a+bx$ مرتبط با تغییرات تعداد دانه در واحد سطح در مقابل نیتروژن برگ و ساقه در گرده افشانی، **RMSE** جذر میانگین مربعات خطا، **CV** ضریب تغییرات و **R²** ضریب تبیین می‌باشد

R ²	CV	RMSE	b ± SE	a ± SE	تاریخ کاشت
سال اول					
۰/۱۳	۱۸	۲۰	۲۰۲ ± ۳۵۵۶	۵۰۲۰ ± ۳۰۹۰	اول آبان
۰/۲۷	۲۱	۵	۱۸۷ ± ۲۱۶	۶۴۸۱ ± ۱۵۱۷	۲۵ آبان
۰/۶۵	۲۲	۱۹	۲۹۴۱ ± ۱۵۱۵	-۱۷۴۱۵ ± ۱۴۹۳۶	۱۵ دی
سال دوم					
۰/۱۳	۱۷	۲۴	۱۶۰۹ ± ۵۴۴	-۷۴۸۶ ± ۸۲۸۷	اول آبان
۰/۱۴	۱۷	۲۲	۸۵۲ ± ۱۴۶۴	۷۹۸۵ ± ۱۵۵۱۶	۲۵ آبان
۰/۷۵	۲۰	۱۵	۴۷۵۵ ± ۱۹۶۱	-۱۸۰۸۷ ± ۱۴۰۵۶	۲۰ آذر
۰/۸۳	۱۶	۱۱	۲۷۰۲ ± ۸۴۴	-۳۴۶۲ ± ۵۷۰۰	۱۵ دی

فراهمی شیره پرورده و نیتروژن برگ و ساقه در طول فصل رشد و مخصوصاً دوره‌های بحرانی تاثیر بسزایی در تشکیل

تعداد دانه در برابر نیتروژن برگ و ساقه در گرده افشانی

ساقه برای توصیف تغییرات تعداد دانه برآزش داده شد. بر اساس ضرایب هر چند حداقل ماده خشک ساقه در مرحله گرده افشانی برای تشکیل دانه در سال اول مقدار کمتری داشت ولی حداکثر تعداد دانه در سال دوم در تمامی تاریخ کاشت‌ها بیشتر از سال اول بود که به علت غیر خطی بودن رابطه تعداد دانه با ماده خشک ساقه در گرده افشانی قابل توجیه می-باشد (جدول ۶).

در نهایت براساس میانگین ضرایب یک معادله برای کل ارقام و تاریخ کاشت‌ها در دو سال تحقیق بصورت زیر ارائه شد:

$$KNO = 24100 \times [(1 - \exp\{(0/003)(156/7 - x)\})]$$
 براساس این معادله حداقل ماده خشک ساقه در گرده افشانی برای تشکیل دانه ۱۵۶۷ گرم در متر مربع و مقدار ماده خشک ساقه لازم در گرده افشانی برای رسیدن به ۹۵ درصد حداکثر تعداد دانه ۷۳۰ گرم در متر مربع برآورد شد (شکل ۴).
 مورنو- سوتومايور و وینز (۲۰۰۴) با مطالعه روی غلات به رابطه خطی بین تعداد دانه در هر گیاه با وزن خشک ساقه در گرده افشانی اشاره کردند.

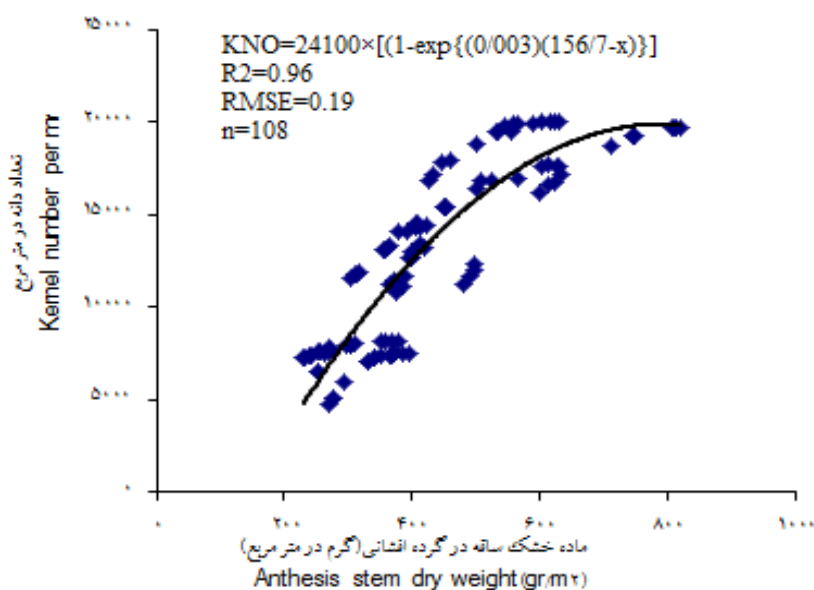
تعداد دانه نهایی دارد. در ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف در هر دو سال تحقیق، رابطه بین تعداد دانه در واحد سطح با نیتروژن برگ و ساقه در گرده افشانی بصورت خطی بود. یعنی با افزایش نیتروژن برگ و ساقه در گرده افشانی، تعداد دانه در واحد سطح افزایش یافت (جدول ۵). آندرا و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که وجود تفاوت ژنتیکی در بین ارقام از لحاظ تعداد دانه در پاسخ به سرعت رشد گیاه به فراهمی نیتروژن در دوره بحرانی بستگی داشت که این رابطه به اثرات نیتروژن روی تقسیم بیومس بین سنبله و سایر قسمت‌های گیاه نسبت داده شد.

تعداد دانه در برابر ماده خشک ساقه در گرده افشانی

برای کمی کردن تعداد دانه، در برابر ماده خشک تجمعی از معاله نمایی استفاده شد (جدول ۶)، بورد و مودالی (۲۰۰۵) با بررسی روی گیاه سویا نشان دادند که بهترین معادله برای نشان- دادن اثر ماده خشک روی تعداد دانه معادله نمایی بود. از آنجا که برگها در مرحله گرده افشانی ریزش دارند و میزان خطا را در اندازه گیری افزایش می دهد، از این رو ماده خشک تجمعی

جدول ۶- ضرایب c و مقادیر KNOMax و b در مدل نمایی $KNO = KNOMax \times (1 - \exp\{c \times (b - DMi)\})$ بین ماده خشک تجمعی ساقه در مقابل تعداد دانه (KNO) در واحد سطح در تاریخ کاشت‌های مختلف در هر سال تحقیق می باشد. DMi ماده خشک لازم برای رسیدن به ۰/۹۵ تعداد دانه، RMSE جذر میانگین مربعات خطا، CV ضریب تغییرات و R² ضریب تبیین می باشد.

R ²	CV	RMS E	DMi	c ± SE	b ± SE	SE ± KNOMax	تاریخ کاشت
سال اول							
۰/۹۹	۱	۷۳	۲۳۱ ± ۳	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۱	± ۱۷	۷۷۵۵ ± ۷۵	اول آبان
۰					۲۶۵		
۰/۹۸	۰/۰۵	۴۵	± ۲۱	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۲	± ۱۶	۸۳۶۹ ± ۸۱	۲۵ آبان
۰	۰		۲۲۰		۲۲۵		
۰/۹۹	۱	۲۳۶	۲۲۱ ± ۳	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۱	± ۱۹	۱۴۸۹۸ ± ۲۴۴	۱۵ دی
۰					۲۵۱		
سال دوم							
۰/۹۹	۰/۷	۱۲۶	۳۵۶ ± ۴	۰/۰۶ ± ۰/۰۰۰۲	± ۵۷	۲۱۰۸۳ ± ۱۸۰	اول آبان
۰				۰	۴۹۷		
۰/۹۷	۳	۵۰۸	± ۱۶	۰/۰۰۹ ± ۰/۰۰۱	± ۳۹	۲۱۴۳۶ ± ۶۹۹	۲۵ آبان
۰			۳۰۴		۳۷۹		
۰/۹۸	۲	۳۸۵	۳۱۲ ± ۴	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۱	± ۴۵	۲۰۶۱۹ ± ۳۲۵	۲۰ آذر
۰					۳۶۳		
۰/۹۹	۱/۵	۲۳۹	۲۹۹ ± ۷	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۱	± ۴۵	۱۸۰۴۰ ± ۲۱۱	۱۵ دی
۰					۳۶۸		



شکل ۴- تغییرات تعداد دانه در مقابل ماده خشک ساقه در گرده‌افشانی برای میانگین ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف در دو سال

تعداد دانه در برابر وزن خشک کل در گرده‌افشانی

در متر مربع استفاده شد و یک معادله بر اساس میانگین ضرایب حاصل از تاریخ کاشت‌های مختلف در هر دو سال استخراج شد که عبارت بود از:

$$y = 19.11x + 2647$$

بر اساس این معادله، تعداد دانه در واحد سطح پس تولید هر سنبله در متر مربع آغاز شده و با افزایش هر سنبله در متر مربع ۱۶/۴۱ دانه در واحد سطح تولید شد (شکل ۶). بقای آغازی‌های گلچه‌ها به میزان قدرت رقابت سنبله‌ها در دریافت مواد فتوسنتزی قبل از گرده‌افشانی بستگی دارد از این رو شکل‌گیری تعداد سنبله رابطه مستقیم با تعداد دانه دارد. در مطالعه‌ای گریک و همکاران (۲۰۰۴) روی سورگوم در شرایط مساعد محیطی بیان نمودند که تغییرات وزن خشک تجمعی در طول دوره نمو سنبله، باعث اختلاف ۶۰ تا ۸۷ درصدی در تعداد دانه شد.

تامین منابع و تولید ماده خشک کافی قبل و حین گرده-افشانی تاثیر بسزایی در تولید تعداد دانه دارد. از رابطه خطی برای تخمین ارتباط تعداد دانه با وزن خشک کل در گرده‌افشانی استفاده شد و یک معادله بر اساس میانگین ضرایب حاصل از تاریخ کاشت‌های مختلف در هر دو سال استخراج شد که عبارت بود از:

$$y = 16.95x - 5019$$

بر اساس این معادله، تعداد دانه در واحد سطح با افزایش میانگین وزن خشک کل در گرده‌افشانی پس از رسیدن به ۶۵۰ گرم وزن خشک در متر مربع آغاز شده و با افزایش هر گرم وزن خشک ۱۶/۹۵ دانه در واحد سطح تولید شد (شکل ۵).

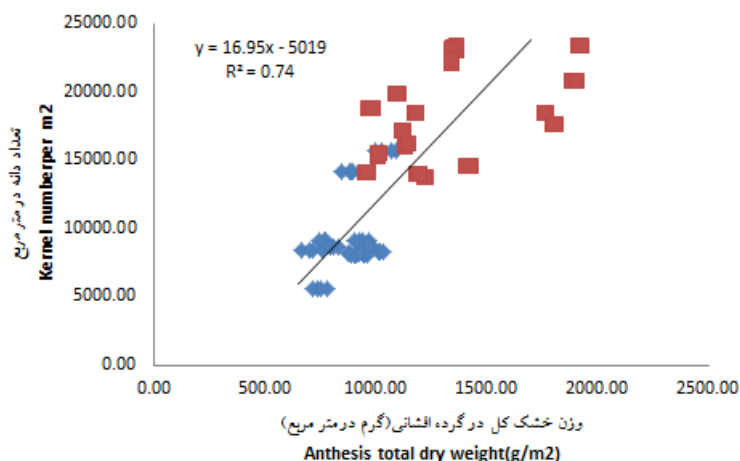
تعداد دانه در برابر تعداد سنبله در متر مربع

از رابطه خطی برای تخمین ارتباط تعداد دانه با تعداد سنبله

جدول ۷- ضرایب a و b در معادله خطی $y=a+bx$ مرتبط با تغییرات تعداد دانه در واحد سطح در مقابل وزن خشک کل در گرده‌افشانی،

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

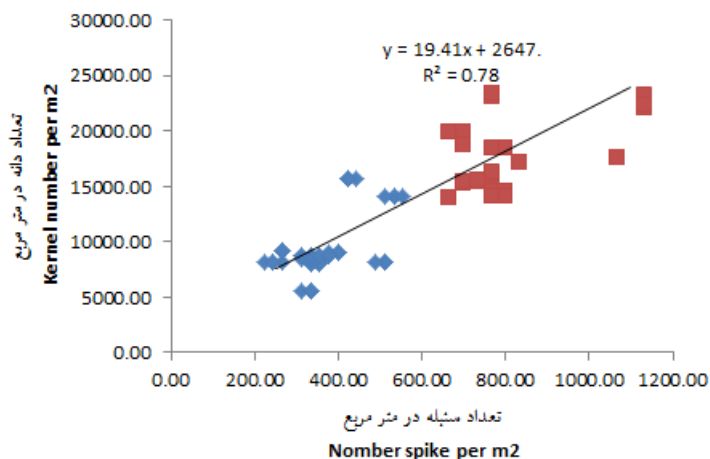
سال	$a \pm SE$	$b \pm SE$	RMSE	CV	R^2
۱۳۸۹-۱۳۹۰	5014.21 ± 298.11	16.93 ± 3.34	2462.92	26.43	0.74
۱۳۹۰-۱۳۹۱	5030.23 ± 252.12	16.97 ± 1.11	2815.9	15.54	0.73



شکل ۵- تغییرات تعداد دانه در مقابل ماده خشک کل در گرده افشانی برای ارقام و تاریخ کاشت های مختلف در دو سال

جدول ۸- ضرایب **a** و **b** در معادله خطی $y=a+bx$ مرتبط با تغییرات تعداد دانه در واحد سطح در مقابل تعداد سنبله در متر مربع، **RMSE** جذر میانگین مربعات خطا، **CV** ضریب تغییرات و **R²** ضریب تبیین می باشد

سال	$a \pm SE$	$b \pm SE$	RMSE	CV	R^2
۱۳۸۹-۱۳۹۰	2623.10 ± 1711.98	18.76 ± 6.58	2676.32	26.22	0.77
۱۳۹۰-۱۳۹۱	2649.23 ± 1203.74	19.41 ± 7.01	3411.76	19.23	0.79



شکل ۶- تغییرات تعداد دانه در مقابل تعداد سنبله برای ارقام و تاریخ کاشت های مختلف در دو سال

بنابراین هر یک از این موارد در دوره بحرانی خود می توانند روی تعداد دانه نهایی و عملکرد تاثیر داشته باشد. از رابطه خطی برای تخمین ارتباط تعداد دانه با تعداد سنبله در متر مربع استفاده شد. در آزمایشات مختلف مشخص شده که افزایش تعداد دانه در سنبله و افزایش وزن آن نمی تواند بصورت کامل جبران کننده تعداد کم سنبله در واحد سطح باشد پس باید

نتیجه گیری

وضعیت نهایی تعداد دانه در واحد سطح در مراحل جداگانه ای از رشد گیاه تعیین می شود و در طول فصل رشد عوامل مختلفی از جمله فراهمی شیره پرورده به ویژه فراهمی نیتروژن، دما و طول روز در مراحل پنجه زنی، ساقه دهی، آبستنی و گرده افشانی در تولید ماده خشک کل دخیل هستند و به علت اینکه تولید ماده خشک کل ارتباط مستقیم با تعداد دانه دارد

بصورتی انتخاب شود که گیاه در مراحل ساقه‌دهی تا آبستنی و گرده‌افشانی که مراحل حساس تشکیل تعداد دانه هستند با گرما مواجه نشود. همچنین در اصلاح نباتات نیز باید ارقام در جهت تعداد دانه بیشتر اصلاح شود و باید روی صفات و خصوصياتی از جمله ماده خشک کل و ماده خشک ساقه در گرده‌افشانی که تاثیر مستقیم روی تعداد دانه نهایی دارند کار شود. رابطه نیتروژن برگ و ساقه در گرده‌افشانی با تعداد دانه مثبت و معنی دار و در این زمینه نیز مدل ارائه شد، بنابراین فراهمی نیتروژن در این مرحله کاملاً ضروری است.

مراحل پنجه‌زنی، طویل شدن ساقه و آبستنی که در این مراحل تعداد سنبله شکل می‌گیرد مورد توجه بیشتری قرار گیرند. با توجه به نتایج این آزمایش و مطالعات انجام شده روی گندم، پیش‌بینی عملکرد دانه به پیش‌بینی مناسب تعداد دانه وابسته است. در این مطالعه تعداد دانه خود تابعی از تجمع ماده خشک از کمی قبل از گرده‌افشانی تا تکمیل شدن گرده‌افشانی، نسبت فتوترمال در همین مرحله و وزن سنبله در گرده‌افشانی برآورد می‌شود و عملکرد دانه در گندم رابطه قوی با تعداد دانه نسبت به وزن خشک دانه دارد، بنابراین باید تمامی شرایط محیطی تاثیر گذار روی تعداد دانه کنترل شود و تاریخ کاشت

منابع

- Andrade, F.H., Otegui, and A. G. Cirilo 2008. Kernel number determination differs among maize hybrids in response to nitrogen. *Field Crops Research*. 105: 228-239.
- Board, J.E., and H., Modali. 2005. Dry Matter Accumulation Predictors for Optimal Yield in Soybean. *Crop Science*. 45: 1790-1799.
- Bindraban, P.S., K.D., Sayreb, and E., Solis-Moyac, 1998. Identifying factors that determine kernel number in wheat. *Field Crops Research* 58: 223-234.
- Brancourt-Hulmel, M., G., Doussinault, C., Lecomte, P., Berard, B., Le Buanec, M., and Trortet, 2003. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. *Crop Science* 43: 37-45.
- Demoste-Mainard, S., M., Jeuffroy, 2004. Effect of nitrogen and radiation on dry matter and nitrogen accumulation in spike in winter wheat. *Field Crop Research* 87, 221-233.
- Duggan, B.L., D.R., Domitruk, and D.B., Fowler, 2000. Yield component variation in winter wheat grown under drought stress. *Canadian Journal Plant Science* 80: 739-745.
- Fischer, R. A., and Y. M. Stochman. 1986. Increased kernel number in norin 10-derived dwarf wheat: Evaluation of the cause, *Australian Journal of plant physiology*, 13: 746-784.
- Gerik, T.G., W.D., Rosenthal, R.L., Vanderlip, and L.J., Wade, 2004. Simulating seed number in grain sorghum from increases in plant dry weight. *Agronomy Journal* 96, 1222- 1230.
- 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.
- Kirby, E.J.M., 1988. Analysis of leaf, stem and ear growth in wheat from terminal spikelet stage to anthesis. *Field Crops Research* 18: 127-140.
- Kashei-Siuki A., Kouchakzadeh M. and Ghahraman B., 2011. Predicting dryland wheat yield from meteorological data using expert system, Khorasan Province, Iran. *Journal Agriculture Science Technology* 13: 627-640.
- Moreno - Sotomayor, A., and A., Weiss, 2004. Improvements in the simulation of kernel number and grain yield in CERES - Wheat. *Field Crops Research* 88: 157-169.
- Peltonen-Sainio, P., S., Muurinen, A., Rajala, and L., Jauhiainen, 2006. Variation in harvest index of modern spring barley, oat and wheat cultivars adapted to northern grown conditions. *Manuscript (In Press)*.
- SAS Institute. 1996. SAS/STAT user's guide, Version 6, (4th edition), SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Sinclair, T.R., and P.O., Jamieson, 2006. Grain number, Wheat yield, and Bottling beer: An analysis. *Field Crop Research* 98: 60-67.
- Victor O. Sadras 2007. Evolutionary aspects of the trade-off between seed size and number in crops. *Field Crop Res.* 100, 125-138.
- Ugarte, C., D.F., Calderini, and G.A., Slafer, 2007. Grain Weight grain number responsiveness to pre-anthesis temperature in wheat, barley and triticale. *Field Crops Research* 100:240-248.
- Yajam, SH., H., Madani, 2013. Delay sowing date and its effect on Iranian winter wheat cultivars yield and yield components. *Annals of Biological Research*, 4 (6):270-275.

Predicting factors affecting on grain number of wheat

A. Abhari¹

Received: 2016-9-16 Accepted: 2017-3-4

Abstract

The final status of grains in the individual phases of plant development is determined and different factors effect on growing season during and each of these cases in its critical period can have an impact on the number of final grain yield. This study was conducted to explain of relationship between factors affecting on wheat yield components. A factorial experiment in a randomized complete block design with four wheat cultivars (Beak cross of Roshan, Chamran, Pishtaz and Mahdavi) under four sowing dates (23 October, 16 November, 11 December and 5 January) and four replications in sabzevar Agricultural sciences Research during 2010-2011 and 2011-2012 were performance. Resale shown that the most and least grain yield was belonged to Mahdavi and Chamran cultivar. Temperature, stem and leaf nitrogen and stem dry matter per-anthesis were the best influenced parameters on KNO. Considering results of correlation coefficients, kernel number per square meter appeared to have the best relation ($r:0.88$) with mean temperature of stem elongation to anthesis. Exponential function could be used to estimate kernel number per square meter with stem dry matter at anthesis. Minimum stem dry matter at anthesis was 156.7 gr.m^{-2} . Fitted model 95% of kernel numbers and formed when stem dry mater is revealed that 730 gr.m^{-2} . During growing season, availability of trained juice, temperature and day length are involved in the production of total dry matter and dry matter production is directly related to the grain number so, each of these cases in its critical period can have an impact on grain number and final grain yield.

Keywords: Grain number, temperature, total dry mater, nitrogen and anthesis

1- Assistant Professor, Department of Agronomy, Payame Noor University, Tehran, Iran