دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و هفتم، ۱۳۹۸

مدل سازی ارتباط عوامل موثر بر تعداد دانه در گندم

عباس ابهری[۱]

دریافت: ۹۵/۶/۲۶ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱٤

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، پیشتاز، 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 ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ 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 ۱۵٦/۷ گرم در متر مربع بود. و مقدار ماده خشک ساقه لازم در گرده‌افشانی برای رسیدن به ۹۵ درصد حداکثر تعداد دانه۷۳۰ 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: ۷۳-٦۳.

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- ساینیو، و همکاران ۲۰۰۷: اوگارته 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 – هالمل 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 (۲۰۰٦) نیز ثابت کردند که عملکرد دانه به ویژه تعداد دانه به واسطه تامین منابع در طول فصل رشد به شدت محدود بود. اوگارته و همکاران (۲۰۰۷) 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 آزمایشی روی گندم مشخص شد با افزایش میانگین دما در طول فصل رشد، عملکرد دانه کاهش یافت(خاشعی و همکاران، ۲۰۱۱).

دموست و جفری (۲۰۰٤) گزارش کردند که بین تعداد دانه در واحد سطح با میزان نیتروژن سنبله در مرحله برداشت همبستگی بالایی($r = -82\%$)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(سینکلر و جامسون، ۲۰۰٦). فیشر و استوکلی (۱۹۸٦) 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 ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار اجرا شد. شهرستان سبزوار با عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۱۲ دقیقه و ۳۹ ثانیه، طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ٤۱ دقیقه و ۳۱ ثانیه، در ارتفاع ۹٤۸ 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 تعیین‌گردید (جدول ۱)، که براساس نتایج حاصله بافت خاک لومی تعیین شد.

در این تحقیق از چهار رقم گندم (بک کراس روشن، چمران، پیشتاز 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 سانتی متر 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 ـ ۰ سانتی متر)

صفات	مقدار(۱۳۹۱-۱۳۹۰)	مقدار(۱۳۸۹-۱۳۹۰)
هدایت الکتریکی (دسی زیمینس بر متر)	٦/٣٤	٦/٥٠
اسیدیته گل اشباع	۷	۷
کربن آلی (درصد)	۰/۹٥	۰/۹۳
ازت کل (درصد)	۱/۰۳	۱/۰۳
فسفر قابل جذب (p.p.m)	۹/۹۰	۸/۸
پتاسیم قابل جذب (p.p.m)	۲۰۰	۲۱۰
رس(درصد)	۲۸	۲۸
سیلت (درصد)	٤۷	٤۷
شن(درصد)	۲٥	۲٥

صفات مربوط به وزن خشک اندام‌های گیاهی (بـه تفکیـک برگ سبز و زرد و ساقه و غلاف برگ بعلاوه سـنبله) در مرحلـه پنجه زنی، ساقه رفتن، شروع آبستنی و شروع گرده‌افشـانی روی ۱۰ بوته انجام شد. همچنین نیتروژن برگ و ساقه در گرده‌افشانی اندازه‌گیری شد. در مرحله برداشت نیز اجزای عملکـرد ۲۰ بوتـه (تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در بوتـه و وزن دانـه در بوتـه)، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و نیتروژن دانـه، بـرگ و سـاقه تعیین شد.

پس از جمع آوری داده ها تجزیه آماری بـا اسـتفاده از نـرم افزار SAS انجام شد و با اسـتفاده از گـذاره RSQUARE در برنامه PROCREG معادلات بین پارامترهای مورد بررسـی بـا تعداد دانه انجام و در نهایت از معادلات رگرسیون خطـی و غیـر خطی زیر استفاده شد. برای مقایسـه دقـت معـادلات از ضـریب تغییرات (CV) استفاده گردید، که هر چه این مقدار کمتر باشد، نشان دهنده دقت بالاتر معادله در توصیف تغییـرات تعـداد دانـه است (sas, 1996).

$$Y= a + bx$$

از این معادله برای تخمین رابطه تعداد دانه با عملکـرد دانـه استفاده شد که x تعـداد دانـه و y عملکـرد دانـه بـود. از همـین معادله برای تخمین رابطه نیتروژن برگ و ساقه در گـرده‌افشـانی، ماده خشک کل در گرده‌افشانی و تعداد سنبله با تعـداد دانـه در واحد سطح نیز استفاده شد که x به ترتیب موارد نیتروژن برگ و ساقه در گرده‌افشانی، ماده خشک کـل در گـرده‌افشـانی و تعـداد سنبله و y تعداد دانه بود.

$$Y= a - bx$$

این معادله برای مدل سازی تعداد دانـه در واحـد سـطح در برابر میانگین دما از ساقه رفتن تا گرده‌افشانی استفاده شد کـه در آن x میانگین دما، y تعداد دانه در واحد سطح، a عرض از مبدا، b کاهش سرعت تولید دانه در واحد سطح بر حسـب تعـداد بـر درجه سانتی گراد بود.

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

این معادله برای بدست آوردن رابطـه بـین تعـداد دانـه 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 معادله‌انـد کـه بـا قـراردادن ضـرایب در (-b/2c) نسبت فتوترمال لازم برای تولید حـداکثر تعـداد دانـه بـه دسـت خواهد آمد.

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

این معادله برای مدل سازی رابطه بین تعداد دانه در واحد سـطح در برابر وزن خشک تجمعی ساقه در گرده‌افشانی استفاده شد که در آن $KNO_{\max}$ حداکثر تعداد دانه، DM_i وزن خشک تجمعی ساقه، b حداقل ماده خشک لازم برای بـه دسـت آوردن

تعداد دانه و c ضریب معادله می باشند و از آنجایی که برگ ها در این مرحله ریزش دارند و میزان خطا در محاسبات افزایش می دهد از این رو ماده خشک تجمعی ساقه برای توصیف تغییرات تعداد دانه برازش داده شد. با مشتق گیری و با استفاده از محاسبه حد تغییرات متغیر تابع (Y) نسبت به تغییرات متغییر 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:

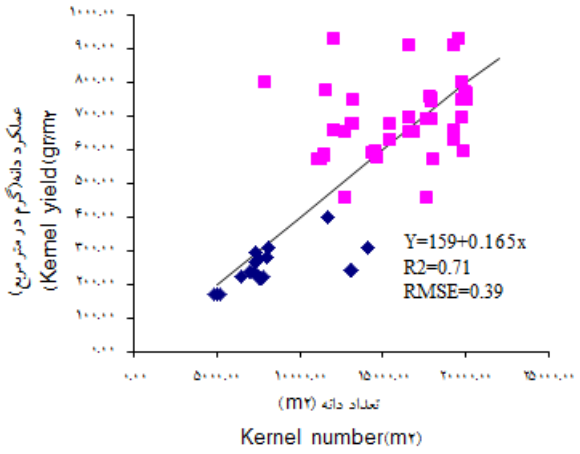
$$y = 159 + 0.156\ x$$

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 – هالمل 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 فتوترمال (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 – هالمل 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 می گیرد.

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 ± SE	b ± SE	RMSE	CV	R^2
۱۳۸۹-۱۳۹۰	۱۶۹ ± ۵۰	۰/۱۵۵ ± ۰/۰۰۵	۰/۴۳	۱۸	۰/۷۳
۱۳۹۰-۱۳۹۱	۱۴۹ ± ۱۴۱	۰/۱۵۸ ± ۰/۰۰۸	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.

دامنه تغییرات تعداد دانه در متر مربع بین ۱۹۹۸۹ ـ 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 گرده‌افشانی بود که با 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 متغییر (RSQUARE) نشان داده شده است.

جدول ۳- 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 گرده‌افشانی	-۰/۸۸**	۱
وزن خشک ساقه در گرده‌افشانی	۰/۸۵**	۲
وزن خشک کل در گرده‌افشانی	۰/۸۱**	۳
تعداد سنبله در واحد سطح	۰/۷۱**	٤
وزن خشک کل در آبستن	۰/۳۷**	٥
سرعت رشد از ساقه دهی تا آبستنی	۰/۳۲**	٦
وزن خشک ساقه در آبستنی	۰/۲۸۸**	۷
وزن خشک کل در ساقه دهی	۰/۲۸٥**	۸
وزن خشک ساقه در ساقه دهی	۰/۲٥*	۹

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

تعداد دانه در برابر نسبت فتوترمال

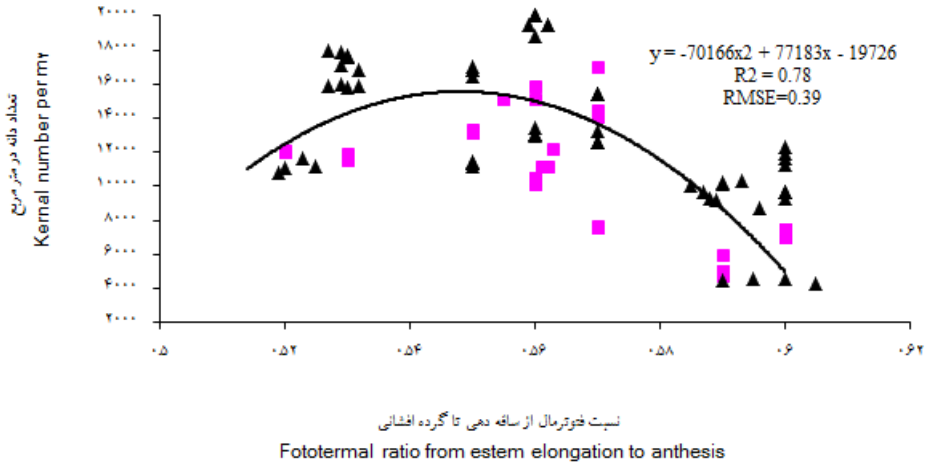
در این تحقیق تغییرات تعداد دانه در واحد سطح در برابر نسبت فتوترمال از ساقه دهی تا گرده‌افشانی از معادله درجه دو تبعیت کرد. با افزایش تشعشع رسیده، میانگین دما نیز بیشتر شده و به دنبال آن تعداد دانه کاهش یافت. از این رو به کمی سازی این رابطه پرداختیم(جدول٤). برای کل داده ها در این تحقیق یک معادله برازش شد که عبارت بود از:

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

در ۰/۵۵ فتوترمال حداکثر تعداد دانه حاصل شد(شکل ۲) و زمانی که فتوترمال به ۰/٦۱ 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 ٤- ضرایب و مقادیر a، b و c در معادله درجه دو بین تعداد دانه در متر مربع در مقابل ضریب فتوترمال برای میانگین ارقام و سال در هر تاریخ کاشت. X_0 (مشتق معادله درجه دو) مقدار نسبت فتوترمال که در آن تعداد دانه به حداکثر مقدار خود می رسد. RMSE جذر میانگین مربعات خطا، CV ضریب تغییرات و R^2 ضریب تبیین می‌باشد

فتوترمال	a ± SE	b ± SE	c ± SE	X0	RMSE	CV	R^2
اول آبان	-۱۳٤٤٦۰ ± ۳۰۳۳٦	۲۳۸٥٦۰ ± ٥٥۲۱۰	-۱٤٤۳٦ ± ۲٤٥۰۲	۰/٥٤	۰/٥۹	۲۱	۰/۷٥
۲٥ آبان	-۲۰۹۲٦٦ ± ۱۰۰٤۹۲	٤۰۷٦۲۳ ± ۱۹۰۷۰۰	-۱٥۹۸۲۲ ± ۹۰٥۰۱	۰/٥٦	۰/٦۳	۱۲	۰/۷۸
۲۰ آذر	-۸۰۱٥۰ ± ۳۰۲٥۰	۱۰۹۷٥۰ ± ٥۰٤۹۱	-۱۹۹۰٥ ± ۲۱٦۰۰	۰/٥٥	۰/٦٥	۱٥	۰/۷۸
۱٥ دی	-۷٥۱٦۰ ± ۱٤۱۹۰	۹۰۹۰۲ ± ٤۰٥۰۰	-۱٦۹۹۹ ± ۱۳٥۹۰	۰/٥٦	۰/٤٦	۱٤	۰/۷٤



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

تعداد دانه در برابر میانگین دما

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

سال اول $y = -1215/3x+32694$

سال دوم $y = -1118/9x+33650$

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 پیش بینی‌ها 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 گرده‌افشانی روی تعداد دانه استفاده کردند و بیان نمودند اثر دمای بالا از آغاز طویل شدن ساقه تا گرده‌افشانی سبب کاهش در تعداد دانه گندم شد. آنها همچنین به ارتباط منفی بین تعداد دانه در سنبله با دما در ۵۰٪ گلدهی دست یافتند.

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

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

تعداد دانه در برابر نیتروژن برگ و ساقه در گرده‌افشانی

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

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 گرده‌افشانی بصورت خطی بود. یعنی با افزایش نیتروژن برگ و ساقه در گرده‌افشانی، 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 گرده‌افشانی

برای کمی‌کردن تعداد دانه، در برابر ماده خشک تجمعی از معاله نمایی استفاده شد(جدول ٦)، بورد و مودالی (۲۰۰۵) با بررسی روی گیاه سویا نشان‌دادند که بهترین معادله برای نشان-دادن اثر ماده خشک روی تعداد دانه معادله نمایی بود. از آنجا که برگها در مرحله گرده‌افشانی ریزش دارند و میزان خطا را در اندازه گیری افزایش می دهد، از این رو ماده خشک تجمعی ساقه برای توصیف تغییرات تعداد دانه برازش داده شد.

بر اساس ضرایب هر چند حداقل ماده خشک ساقه در مرحله گرده‌افشانی 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 گرده‌افشانی قابل توجیه می-باشد(جدول ٦).

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

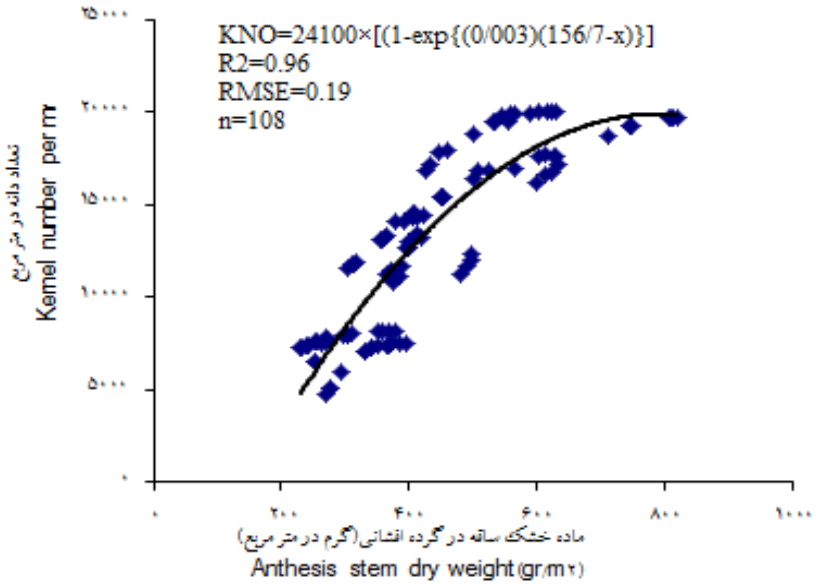
$$KNO=24100\times[(1-\exp\{(0/003)(156/7-x)\}]$$

براساس این معادله حداقل ماده خشک ساقه در گرده‌افشانی برای تشکیل دانه ۱۵٦/۷ گرم در متر مربع و مقدار ماده خشک ساقه لازم در گرده‌افشانی برای رسیدن به ۹۵ درصد حداکثر تعداد دانه۷۳۰ گرم در متر مربع برآورد شد(شکل ٤).

مورنو– سوتومایور و وینز (۲۰۰٤) با مطالعه روی غلات به رابطه خطی بین تعداد دانه در هر گیاه با وزن خشک ساقه در گرده‌افشانی اشاره کردند.

جدول ٦- ضرایب c و مقادیر KNOmax و b در مدل نمایی $KNO=KNO_{max}\times(1-\exp(c\times(b-DMi))$ بین ماده خشک تجمعی ساقه در مقابل تعداد دانه(KNO) در واحد سطح در تاریخ کاشت‌ها ی 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 R^2 ضریب تبیین می‌باشد.

تاریخ کاشت	SE ± KNOmax	b ± SE	c ± SE	DMi	RMSE	CV	R^2
			سال اول				
اول آبان	۷۷۵۵ ± ۷۵	± ۱۷ ۲٦۵	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۱	۲۳۱ ± ۳	۷۳	۱	/۹۹ ۰
۲۵ آبان	۸۳٦۹ ± ۸۱	± ۱٦ ۲۲۵	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۲	± ۲۱ ۲۲۰	٤۵	/۰۵ ۰	/۹۸ ۰
۱۵ دی	۱٤۸۹۸ ± ۲٤٤	± ۱۹ ۲۵۱	۰/۰۱ ± /۰۰۱	۲۲۱ ± ۳	۲۳٦	۱	/۹۹ ۰
			سال دوم				
اول آبان	۲۱۰۸۳ ± ۱۸۰	± ۵۷ ٤۹۷	/۰۰٦ ± ۰/۰۰۰۲ ۰	۳۵٦ ± ٤	۱۲٦	۰/۷	/۹۹ ۰
۲۵ آبان	۲۱٤۳٦ ± ٦۹۹	± ۳۹ ۳۷۹	۰/۰۰۹ ± ۰/۰۰۱	± ۱٦ ۳۰٤	۵۰۸	۳	/۹۷ ۰
۲۰ آذر	۲۰٦۱۹ ± ۳۲۵	± ٤۵ ۳٦۳	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۱	۳۱۲ ± ٤	۳۸۵	۲	/۹۸ ۰
۱۵ دی	۱۸۰٤۰ ± ۲۱۱	± ٤۵ ۳٦۸	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۱	۲۹۹ ± ۷	۲۳۹	۱/۵	/۹۹ ۰



شکل ٤- 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

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 کاشت‌ها ی مختلف در هر دو سال استخراج شد که عبارت بود از:

$$y = 16.95\ x - 5019$$

بر اساس این معادله، تعداد دانه در واحد سطح با افزایش میانگین وزن خشک کل در گرده‌افشانی پس از رسیدن به ٦٥٠ گرم وزن خشک در متر مربع آغاز شده و با افزایش هر گرم وزن خشک ١٦/٩٥ دانه در واحد سطح تولید شد(شکل ٥).

تعداد دانه در برابر تعداد سنبله در متر مربع

از رابطه خطی برای تخمین ارتباط تعداد دانه با تعداد سنبله 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:

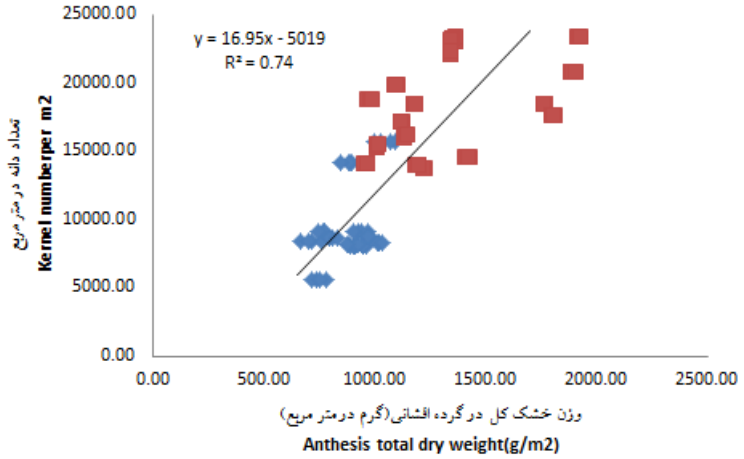
$$y = 19.11\ x + 2647$$

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 ١٦/٤١ دانه در واحد سطح تولید شد(شکل ٦).

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 (٢٠٠٤) روی سورگوم در شرایط مساعد محیطی بیان نمودند که تغییرات وزن خشک تجمعی در طول دوره نمو سنبله، باعث اختلاف ٦٠ تا ٨٧ درصدی در تعداد دانه شد.

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

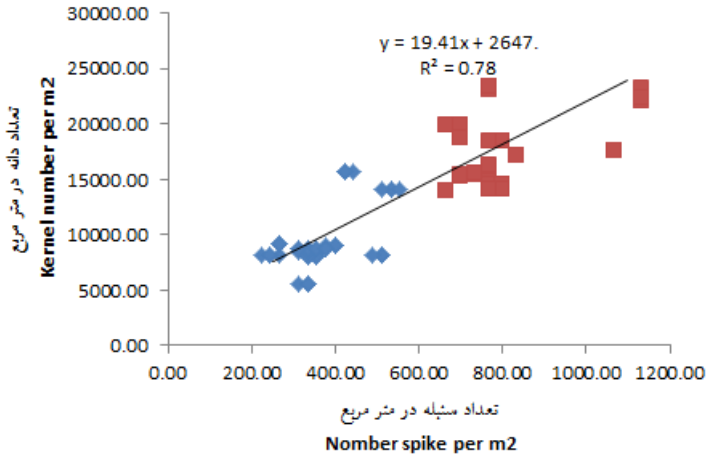
سال	a ± SE	b ± SE	RMSE	CV	R^2
۱۳۸۹-۱۳۹۰	5014.21 ± 298.11	16.93 ± 3.34	2462.92	26.43	0.74
۱۳۹۰-۱۳۹۱	5030.23 ± 252.12	16.97 ± 1.11	2815.9	15.54	0.73



شکل ۵- تغییرات تعداد دانه در مقابل ماده خشک کل در گرده‌افشانی برای ارقام و تاریخ کاشت‌های 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 R^2 ضریب تبیین می‌باشد

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



شکل ٦- تغییرات تعداد دانه در مقابل تعداد سنبله برای ارقام و تاریخ کاشت‌های مختلف در دو سال

نتیجه گیری

وضعیت نهایی تعداد دانه در واحد سطح در مراحل جداگانه‌ای از رشد گیاه تعیین می‌شود و در طول فصل رشد عوامل مختلفی از جمله فراهمی شیره پرورده به ویژه فراهمی نیتروژن، دما و طول روز در مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، آبستنی و گرده‌افشانی در تولید ماده خشک کل دخیل هستند و به علت اینکه تولید ماده خشک کل ارتباط مستقیم با تعداد دانه دارد بنابراین هر یک از این موارد در دوره بحرانی خود می‌توانند 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 نمی‌تواند بصورت کامل جبران کننده تعداد کم سنبله در واحد سطح باشد پس باید

مراحل پنجه‌زنی، طویل‌شدن ساقه و آبستنی کـه در ایـن مراحـل تعداد سنبله شکل می‌گیرد مورد توجه بیشتری قرار گیرند.

با توجه به نتایج این آزمایش و مطالعـات انجـام شـده روی گندم، پیش‌بینی عملکرد دانه بـه پـیش‌بینـی مناسـب تعـداد دانـه وابسته است. در این مطالعه تعداد دانه خود تابعی از تجمع مـاده خشک از کمی قبل از گرده‌افشانی تا تکمیل شدن گـرده‌افشـانی، نسبت فتوترمال در همین مرحله و وزن سـنبله در گـرده‌افشـانی برآورد می‌شود و عملکرد دانه در گندم رابطه قوی با تعـداد دانـه نسبت به وزن خشـک دانـه دارد، بنـابراین بایـد تمـامی شـرایط محیطی تاثیر گذار روی تعداد دانه کنترل شـود و تـاریخ کاشـت بصورتی انتخاب شود که گیاه در مراحل ساقه‌دهی تـا آبسـتنی و گرده‌افشانی که مراحل حساس تشکیل تعداد دانه هستند با گرمـا مواجه نشود. همچنین در اصلاح نباتات نیز باید ارقام در جهـت تعداد دانه بیشتر اصلاح شود و باید روی صفات و خصوصـیاتی از جمله ماده خشک کل و ماده خشک ساقه در گرده‌افشـانی کـه تاثیر مستقیم روی تعداد دانه نهایی دارند کار شود. رابطه نیتروژن برگ و ساقه در گرده‌افشانی با تعداد دانه مثبت و معنـی دار و در این زمینه نیز مدل ارائه شد، بنـابراین فراهمـی نیتـروژن در ایـن مرحله کاملا ضروری است.

منابع

Andrade, F.H., Otegui, and A. G. Cirilo 2008. Kernel number determination differs among maize hybrids in response to nitrogen. Field Crops Reseearch. 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. Abhari[1]

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, Deptartment of Agronomy, Payame Noor University, Tehran, Iran