سرعت و طول دوره‌ی پرشدن دانه در برخی ارقام زراعی گندم

محمد مرادی[1*] و محمد معتمدی[2]

(تاریخ دریافت: 1389/2/18 ; تاریخ پذیرش: 1389/3/5)

چکیده

وزن نهایی دانه یکی از اجزای عملکرد دانه در گندم است که به سرعت و طول دوره‌ی پر شدن آن وابسته است. درک فرایند پرشدن دانه ممکن است در برنامه‌های اصلاحی گندم برای افزایش عملکرد دانه و تولید ارقام مورد نظر سودمند باشد. این بررسی به منظور تعیین بهترین روش اندازه‌گیری یا مدل برآورد کننده‌ی سرعت و طول دوره‌ی پرشدن دانه و تعیین روابط همبستگی بین سرعت و طول دوره‌ی پرشدن دانه با وزن نهایی دانه‌ی 10 رقم گندم در سال زراعی 89-1388 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در 4 تکرار اجرا گردید. نظر به این که منحنی لجستیک برازش بهتری داشت از آن برای برآورد سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه استفاده شد. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که ارقام مورد آزمایش از لحاظ سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح 1 درصد و از نظر وزن نهایی دانه در سطح 5 درصد تفاوت داشتند. که این امر حاکی از وجود تفاوت ژنتیکی ارقام مورد بررسی می‌باشد. همبستگی بین طول دوره‌ی پر شدن دانه و وزن نهایی دانه مثبت ومعنی‌دار نبود. همبستگی فنوتیپی بین سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه بسیار جزیی و ناچیز بود، که نشان دهنده‌ی عدم همبستگی ژنتیکی بین این صفات می‌باشد. با این حال با آگاهی از عدم همبستگی ژنتیکی بین سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه انتخاب همزمان برای افزایش سرعت پر شدن دانه و وزن نهایی دانه بدون افزایش طول دوره‌ی پر شدن دانه امکان پذیر است.

واژه‌های کلیدی: منحنی لجستیک، سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه، وزن نهایی دانه و گندم نان

Archive of SID

1و2 - اعضای هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Moradim_17@yahoo.com

www.SID.ir

مقدمه

یکی از روش‌های گزینش ارقام با عملکرد بالا، گزینش بر اساس صفات فیزیولوژیکی است که شامل سرعت جذب خالص، شاخص سطح برگ، سرعت تنفس و فتوسنتز، سرعت انتقال و توزیع مواد پرورده و همچنین مدت زمان این توزیع است. اندازه‌گیری این صفات به منظور انتخاب در جمعیت‌های بزرگ سخت و پرزحمت است و به همین دلیل گزینش بر اساس برخی از صفات از جمله سرعت و دوره‌ی پرشدن دانه می‌تواند یک روش ارزیابی فیزیولوژیکی مناسب باشد (1). از آنجائی که هدف نهایی به‌نژادگر افزایش عملکرد گیاهان زراعی است و بین سرعت و طول دوره‌ی پرشدن دانه با عملکرد و اجزای عملکرد روابط مستقیم وجود دارد و هم‌چنین با توجه به اثبات وجود همبستگی بین این صفات و نیز رابطه‌ی آنها با عملکرد، محققان می‌توانند از این رابطه در انتخاب غیرمستقیم بهره‌برداری کنند (1 و 5). ضمن اینکه پر شدن دانه (رشد دانه بعد از گرده‌افشانی) به دو عامل سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه از مواد پرورده که نتیجه‌ی آن افزایش وزن خشک دانه است بستگی دارد (5). در واقع رسیدگی فیزیولوژیکی دانه مرحله‌ای است که دانه به بالاترین وزن خود می‌رسد و مشارکت دو عامل سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه در این وزن نهایی تعیین کننده می‌باشد (9). بدین ترتیب وزن نهایی دانه به عنوان یکی از اجزاء تعیین کننده‌ی عملکرد دانه و طول دوره‌ی پرشدن دانه یک جزء تعیین کننده‌ی زمان رسیدگی است که از ویژگی‌های مهم در اصلاح غلات می‌باشند.

تعیین بهترین روش اندازه‌گیری سرعت پر شدن دانه و طول دوره‌ی پر شدن دانه یک مسئله‌ی مهم در زراعت و اصلاح نباتات می‌باشد. روش‌های مختلفی برای برآورد سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه پیشنهاد شده‌اند. وان‌سانفورد (1985) در بررسی گندم‌های قرمز نرم زمستانه، سرعت پر شدن دانه را، شیب مرحله‌ی خطی منحنی سیگموئیدی پر شدن دانه تعریف کرد. وی از رگرسیون خطی وزن دانه بین روزهای دهم تا بیستم پس از سنبله‌دهی برای برآورد سرعت پرشدن دانه استفاده نمود و طول دوره‌ی مؤثر پرشدن دانه را از تقسیم وزن نهایی دانه بر سرعت پرشدن دانه به دست آورد. وی همچنین رابطه‌ی معنی‌داری را بین اندازه‌ی دانه و عملکرد دانه با سرعت پر شدن دانه گزارش نمود، در حالی که رابطه بین اندازه دانه و عملکرد دانه با طول دوره‌ی مؤثر پر شدن دانه معنی‌دار نبود.

بروخنر و فروهبرگ (1987) وجود تنوع ژنتیکی زیادی را برای سرعت پر شدن دانه و طول دوره‌ی پر شدن دانه (حاصل از برازش معادله‌ی درجه دوم) در گندم گزارش نمودند. آن ها عنوان کردند که افزایش دما در دوره‌ی پر شدن دانه، باعث تسریع در رسیدگی فیزیولوژیکی می‌شود. همبستگی بین سرعت پر شدن دانه با طول دوره‌ی پر شدن دانه، تعداد دانه، تعداد پنجه و طول دوره‌ی رشد منفی گزارش شد. همبستگی بین سرعت پر شدن دانه با وزن دانه مثبت و معنی‌دار گردید. همبستگی بین طول دوره‌ی پر شدن دانه با وزن دانه و عملکرد دانه مثبت گزارش شد، در حالی که همبستگی بین این صفت با تعداد دانه، تعداد روز تا گرده‌افشانی و طول دوره‌ی رشد منفی بود. چون همبستگی سرعت پرشدن دانه با وزن دانه بیشتر از همبستگی بین طول دوره‌ی پرشدن دانه با وزن دانه بود، این محققان پیشنهاد نمودند که انتخاب برای سرعت پر شدن دانه جهت افزایش وزن دانه مفیدتر خواهد بود. جبیاهو و همکاران (1982) با استفاده از برازش معادله‌ی درجه سوم نشان دادند که ارقام گندم دوروم به طور معنی‌داری از نظر سرعت پرشدن دانه، طول دوره‌ی پر شدن دانه و وزن دانه متفاوت هستند. طبق

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج این بررسی سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه به طور مثبت با وزن نهایی دانه وابسته بودند. همچنین مشخص شد که همبستگی ژنتیکی پائینی بین سرعت پرشدن دانه و طول دوره‌ی پرشدن دانه وجود دارد. نتایج نشان داد که ممکن است به طور همزمان سرعت پرشدن دانه و وزن دانه را بدون تغییر طول دوره‌ی پر شدن دانه اصلاح نمود. جبیاهو و همکاران (1982) همبستگی فنوتیپی سرعت پرشدن دانه با طول دوره‌ی پرشدن دانه را کم و همبستگی فنوتیپی سرعت پرشدن دانه با وزن دانه‌ی گندم را مثبت و بسیار معنی‌دار گزارش نمودند. در حالی که همبستگی بین طول دوره‌ی پرشدن دانه با وزن دانه مثبت و بسیار معنی‌دار بود. داروچ و بیکر(1995) به کمک مدل‌های دو و سه پارامتری فرایند پرشدن دانه را در 11 رقم گندم بهاره در شرایط آبیاری و تنش مطالعه کردند. در نتایج این محققان ژنوتیب‌هایی با عملکرد بالا و سرعت پرشدن دانه‌ی بالا، عملکرد بالا همراه با سرعت پرشدن دانه‌ی متوسط و عملکرد بالا با سرعت پرشدن دانه‌ی پایین دیده شد. بنابراین امکان داشتن عملکرد بالا و سرعت پرشدن دانه بالا وجود دارد. داروچ و بیکر (1990) در مطالعه‌ی دیگری نشان دادند که تغییرات ژنتیکی برای سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه برای ارقام گندم بهاره وجود دارد. گرچه سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه در تولید دانه‌های بزرگتر نقش دارند اما سرعت پر شدن دانه همبستگی بیشتری با دانه‌های بزرگتر دارد. در مطالعات دیگری با برازش مدل تکه‌ای برای تخمین سرعت پرشدن دانه استفاده شده است. اگر نمودار پراکنش وزن دانه بر تعداد روز پس از گرده‌افشانی رسم شود، ملاحظه خواهد شد که تا تعداد روز معینی، وزن دانه به طور خطی افزایش می‌یابد و سپس در حد ثابتی باقی می‌ماند در چنین حالتی می‌توان از مدل تکه‌ای برای تخمین سرعت پرشدن دانه استفاده نمود (سلطانی 1377 و صبوری و همکاران1383). با توجه به این مقدمه، هدف از انجام این پژوهش برآورد سرعت و طول دوره‌ی پرشدن دانه و تعیین روابط همبستگی بین سرعت و طول دوره‌ی پرشدن دانه با وزن نهایی دانه‌ی ارقام گندم زراعی مورد بررسی می‌باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی 89-1388 در مزرعه‌ی آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر که ارتفاع آن از سطح دریا 50 متر است، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید، محل آزمایش در عرض جغرافیای 31 درجه و 36 دقیقه شمالی به طول جغرافیایی 48 درجه و 50 دقیقه شرقی قرار دارد. متوسط حداکثر دمای سالیانه 27 درجه سانتی گراد در تیر ماه، حداقل آن 5/3 درجه سانتی گراد در دی ماه و متوسط بارندگی سالیانه 265 میلی متر می باشد. بافت خاک مورد آزمایش، سیلتی رسی لوم، اسیدیته آن 7/4 و درجه‌ی شوری خاک 300-340 میکروموس بر سانتی متر بود. کشت قبلی در قطعه‌ی آزمایشی مورد نظر آیش، مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در خاک به ترتیب 5/8، 7 و 128 قسمت در میلیون و مواد آلی خاک نیز یک درصد بود. تیمارهای آزمایشی شامل 10 رقم گندم مشتمل بر چمران (متوسط رس)، یاواروس (متوسط رس)، کرخه(شوا) (متوسط رس)، ورینـاک (زود رس)، دز (نسبتاً زود رس)، کویر (متوسط رس)، سیمره (نسبتاً زود رس)،D79-15 (زود رس)،S80-18 (زود رس)و S78-18 (متوسط رس) توصیه شده مرکز تحقیقات کشاورزی استان خوزستان مبنی بر مناسب بودن کشت این ارقام در منطقه بودند. بر

Archive of SID

www.SID.ir

مبنای نتایج آزمایش تجزیه خاک قبل از کاشت، کود پتاس و فسفات به میزان 100 کیلوگرم و کود اوره در زمان کاشت به میزان 100 کیلوگرم در هکتار و به میزان200 کیلوگرم در هکتار در مرحله‌ی ساقه رفتن و در مرحله‌ی ظهور سنبله به عنوان کود سرک داده شد. هر کرت شامل چهار خط کاشت به طول 3 متر و فاصله‌ی ردیف 20 سانتی‌متر بود. کاشت در تاریخ 20 آبان ماه انجام شد و در طول دوره‌ی رشد مراقبت های زراعی لازم از قبیل آبیاری بر اساس نیاز گیاه و کنترل علف های هرز به طور کامل اعمال گردید. در هر واحد آزمایش با رعایت حاشیه، سنبله‌های اصلی هر واحد آزمایشی در زمان گلدهی علامت گذاری شدند و از حدود 10 روز پس از گلدهی به فاصله زمانی 3 روز، 3 سنبله اصلی به صورت تصادفی برداشت گردیدند و پس از خشکاندن آن ها به مدت 48 ساعت در حرارت 70 درجه سانتی گراد، سپس دانه‌های خشک شده شمارش شده و وزن آن ها ثبت شد. از میانگین وزن دانه‌های خشک برای محاسبات و تعیین معادله مناسب برای توجیه تغییرات وزن دانه نسبت به زمان استفاده شد. نظر به این که منحنی لجستیک برازش بهتری داشت از آن برای برآورد سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه استفاده شد، معادله لجستیک(2) مورد ارزیابی به قرار زیر بود:

$$W = \frac{Wf}{1+\exp[-x(R-B)}$$

در این رابطه B، R و Wf دارای توجیه فیزیکی هستند. Wf حداکثر وزن دانه، R سرعت پر شدن دانه در طول دوره‌ی نمایی معادله و B زمانی است که وزن دانه به نصف حداکثر خود می‌رسد. طول دوره‌ی پر شدن دانه (T) به صورت زیر محاسبه شد:

$$T = \frac{RB + 2.944}{R}$$

T: طول دوره‌ی پر شدن دانه

و حداکثر سرعت پر شدن دانه نیز به صورت زیر به دست می‌آید:

C: حداکثر سرعت پر شدن دانه

$$C = \frac{R\,Wf}{4}$$

پارامترهای فوق‌الذکر با روش DUD و از دستور ProcNlin در نرم‌افزار SAS برآورد شدند (2).

نتایج و بحث

اگر چه روش‌های مختلفی برای حصول تخمینی از سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه پیشنهاد شده‌اند، از جمله نایس و ریسر(1975) و بروخنر و فروهبرگ(1987) از معادله درجه دو، جبیاهو و همکاران(1982)، جونز و همکاران(1978) از معادله درجه سه استفاده نموده‌اند ولی این معادلات تنها زمانی کاربرد دارند که وزن دانه بعد از رسیدن به یک حداکثر کاهش یابد. محققین دیگر از جمله داروچ وبیکر(1990)، زاهدی و جنر (2003)، صبوری و همکاران(1383) و مرادی و همکاران(1384) از معادله لجستیک برای برآورد سرعت وطول دوره‌ی پرشدن دانه استفاده نموده‌اند. منحنی لجستیک بر اساس اصول

Archive of SID

www.SID.ir

بیولوژیک رشد پایه ریزی شده و برای کاربرد آن نیاز به شرط مذکور نمی‌باشد بنابراین نظر به اینکه منحنی لجستیک برازش بهتری داشت (با استفاده از تجزیه باقی ماندهها که روشی ساده و مؤثر برای روشن کردن کاستی‌های مدل در تجزیه رگرسیون می‌باشد) از آن برای برآورد سرعت و طول دوره‌ی پرشدن دانه استفاده شد. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که ارقام مورد آزمایش از لحاظ سرعت و طول دوره‌ی‌پرشدن دانه اختلاف بسیار معنی‌داری (در سطح1%) داشتند ولی از نظر وزن نهایی دانه اختلاف بین ارقام در سطح 5% معنی‌دار بود (جدول-1). که حاکی از وجود تفاوت ژنتیکی ارقام مورد بررسی می‌باشد.

جدول1– تجزیه واریانس بین صفات ارقام گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		سرعت پر شدن دانه	طول دوره‌ی پر شدن دانه	وزن نهایی دانه
بلوک	3	0/05*	17/80*	35/13*
رقم	9	0/08**	37/90**	15/63*
خطا	27	0/02	11/31	6/50
ضریب تغییرات		8/58	9/64	11/13

** و * : به ترتیب معنی‌دار در سطوح 1 و 5 در صد

ضرایب همبستگی بین سرعت، طول دوره‌ی پر شدن دانه و وزن نهایی دانه که سه فاکتور اصلی از فرایند پر شدن دانه می‌باشند در جدول2 ارایه شده است. همبستگی فنوتیپی بین سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه بسیار جزیی و ناچیز بود، که نشان دهنده‌ی عدم همبستگی ژنتیکی بین این صفات می‌باشد. بنابراین مانع ژنتیکی جهت تغییر همزمان سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه وجود ندارد. همبستگی بین سرعت پر شدن دانه با عملکرد دانه مثبت و بسیار معنی‌دار بود. در صورتی که همبستگی بین طول دوره‌ی پر شدن دانه با عملکرد دانه مثبت ولی معنی‌دار نبود. جبیاهو و همکاران (1982) در گندم دوروم همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول دوره‌ی پر شدن دانه و عملکرد دانه گزارش نمودند. همبستگی بین وزن نهایی دانه با عملکرد دانه مثبت و بسیار معنی‌دار بود. همبستگی فنوتیپی بین سرعت پر شدن دانه و وزن نهایی دانه مثبت و بسیار معنی‌دار (در سطح1%) بود. جبیاهو و همکاران (1982) نیز در گندم دوروم به نتایج مشابهی دست یافتند، اما پانوزو و ایگلز (2000) و بردار و همکاران (2008) در گندم همبستگی بین سرعت پر شدن دانه و وزن نهایی دانه را منفی گزارش کردند. همبستگی بین طول دوره‌ی پر شدن دانه و وزن نهایی دانه مثبت و کوچک بود. به نظر می‌رسد افزایش تعداد گل‌های بارور سبب افزایش تعداد دانه در خوشه شده است که این عامل باعث گردیده که مواد فتوسنتزی بین تعداد دانه‌های بیشتری توزیع شود و وزن نهایی دانه تغییر نکند و یا کاهش یابد. همین عامل سبب کم شدن همبستگی بین طول دوره‌ی پر شدن دانه و وزن نهایی دانه شده است. بردار و همکاران (2008) در گندم همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول دوره‌ی پر شدن دانه و وزن نهایی دانه گزارش نمودند. بر اساس گزارش

Archive of SID

www.SID.ir

تالبرت و همکاران (2008) تحت شرایط گرم و خشک در صورتی که ارقام گندم در دوره‌ی رسیدگی فیزیولوژی با کمبود آب مواجه شوند، ارقامی که سرعت پرشدن دانه بیشتر و طول دوره‌ی پر شدن دانه کمتری دارند عملکرد دانه بیشتری تولید می‌نمایند.

جدول2- ضرایب همبستگی بین صفات ارقام گندم

	عملکرد دانه	وزن نهایی دانه	سرعت پر شدن دانه	طول دوره‌ی پر شدن دانه
1- عملکرد دانه	1			
2- وزن نهایی دانه	0/81**	1		
3- سرعت پر شدن دانه	0/70*	0/76**	1	
4- طول دوره‌ی پر شدن دانه	0/41	0/32	0/08	1

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطوح 1 و 5 در صد

با توجه به نتایج حاصل، به نظر می‌رسد تلاش برای افزایش عملکرد دانه از طریق افزایش وزن دانه ممکن است با افزایش نامطلوب طول دوره‌ی پر شدن دانه همراه باشد. با این حال با آگاهی از عدم همبستگی ژنتیکی بین سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه انتخاب همزمان برای افزایش سرعت پر شدن دانه و وزن نهایی دانه بدون افزایش طول دوره‌ی پر شدن دانه امکان پذیر است. این امر موجب افزایش ماده خشک در دانه می‌گردد. در این صورت اگر اندام ذخیره کننده محدود کننده نباشند عملکرد دانه افزایش می‌یابد. بنابراین در نواحی با شرایط آب و هوایی همراه با تنش‌های آخر فصل از قبیل درجه حرارت، استفاده از ارقام با سرعت پرشدن دانه زیاد همراه با افزایش وزن دانه می‌تواند یکی از فاکتورهای مناسب گیاه گندم برای فرار از تنش حرارتی آخر فصل در منطقه باشد. این امر می‌تواند نقش مهمی در انتخاب غیرمستقیم جهت افزایش عملکرد داشته باشد.

منابع

1- خیرخواه زویاری م.، ر. هنرنژاد.، م. اصفهانی و م. قلی‌پور. 1383. بررسی روابط همبستگی بین سرعت و طول دوره‌ی پر شدن دانه با عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام مختلف برنج در سه تاریخ کاشت. مجله پژوهشنامه علوم کشاورزی. جلد 1. شماره.2. 40-39.

2- سلطانی, ا. 1377. کاربرد نرم‌افزار SAS در تجزیه‌های آماری (برای رشته‌های کشاورزی)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

3- صبوری ح.،ع. رضایی.، ع. میرمحمدی میبدی.، م. اصفهانی و م. کاووسی .1383. مقایسه مدل‌های رگرسیون لجستیک، تکه‌ای و خطی در تخمین سرعت و طول دوره‌ی مؤثر پر شدن دانه ارقام برنج در آرایش‌های مختلف کاشت. مجله علوم کشاورزی ایران 35(3): 612-603.

4- مرادی. م.، ع. رضایی. و ا. ارزانی. 1384. تجزیه علیت عملکرد دانه و صفات وابسته در یولاف زراعی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد نهم. شماره اول.180-175.

5- Brdar. M.D., Marija. M. Kraljevic-Balalic and D. Borislav.2008. The parameters of grain filling and yield components in common wheat (*Triticum*

Archive of SID

www.SID.ir

aestivum L.**).**and durum wheat **(***Triticum turgidum* L **.**Var**.**Durum**.)** Central European Journal of Biology., 3**(**1**)**75-82.
6- Bruckner, P. L., and R. C. Frohberg. 1987. Rare and Duration of grain filling in spring wheat. Crop Sci. 27**:**. 451-455.
7- Darroch, A. B., and R. J. Baker . 1990. Grain filling in three spring wheat genotypes. Statistical analysis**.**Crop Sci **.**30 **:**525-529.
8- Darroch, A **.**B., and R**.**J **.**Baker **.**1995 **.**Tomeasures of grain filling in spring wheat. Crop Sci **.**35 **:**164-167**.**
9- Fanny Alvaroa, Julio Isidrob, Dolors Villegasa, Luis F. GarciadelMoralb and ConxitaRoyo 2008. Breeding Effects on Grain Filling, Biomass Partitioning, and Remobilization in Mediterranean Durum Wheat**.**, Agron J. 100**:** 361-370
10-Gebeyhou, G**.**, D**.**R **.**Knott. and R. J **.** Baker **.** 1982. Relationships among duration of vegetative and Grain filling phases, yield components and grain yield in durum wheat cultivars **.**Crop Sci. 22 **:**287-290**.**
11-Jones, D **.** B**.**, M **.** L**.**, Peterson, and S **.** Geng **.**1978 **.** Association between grain filling rate and duration and yield component rice **.** Crop Sci. 19 **:** 385-388**.**
12-Nass, H **.** G **.** And. B **.** Reiser. 1975 **.** Grain filling period and grain yield relationships in spring wheat. Can **.** J **.** Plant Sci **.** 55: 673-678.
13-Panozzo**.** J **.** F and H **.** A **.** Eagles. 2000 **.** Rate and duration of grain filling and grain nitrogen accumulation of wheat cultivars grown in different environments**.**, Australian Journal of Agricultural Research 50(6) 1007 – 1016.
14-Zahedi **.**M**.**, and C **.**F**.** Jenner**.** 2003. Analysis of effects in wheat of high temperature on grain filling attributes estimated from mathematical models of grain filling**.**, Journal of Agricultural Science**.**, 14: 203-212.
15-Van Sanford **.** D**.** A. 1985**.** Variation in kernel growth chracters among soft red winter wheats**.** Crop Sci. 25**:** 625-630**.**

Archive of SID

www.SID.ir