روش سریع تخمین سرعت رشد محصول در سورگم

عبدالمجید رضائی ، حسن فرحبخش و مهدی کریمی

بترتیب دانشیار ، دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی

دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ وصول ششم مردادماه ۱۳۷۱

چکیده

تخمین سریع سرعت رشد محصول سورگم بر مبنای ارزیابی ارقام براوول (دیررس) و براووای وان کـــا ۲۵۰۵ (زودرس) در سه تاریخ کاشت ۱۰ و ۲۴ اردیبهشت و ۷ خرداد ۱۳۶۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگـــاه صنعتی اصفهان انجام شد. طبق نتایج حاصل تغییرات سرعت رشد محصول و عملکرد دانه همروند می‌باشند وارقامی که دارای سرعت رشد محصول بیشتری در مرحله ۵۰٪ گلدهی هستند ، عملکرددانه‌با لاتری نیزدارند. حداکثرماده خشک ارقام در تمام تاریخهای کاشت پس از ۱۵۰۰ درجه روز رشد حاصل شد. لذا نظر به با لا بودن ضریب همبستگی بیـــن متوسط سرعت رشد حقیقی با حداکثر ماده خشک، معادله زیر به عنوان بهترین برآورد کننده سرعت رشد محصـــول سورگم پیشنهاد گردید.

(ماده خشک تولیدی پس از ۱۵۰۰ درجه روز رشد) ۰/۰۰۹۳ + ۲/۲۸ ـ = متوسط سرعت رشد محصول

مقدمه

عملکرد دانه غلات تابع شاخص برداشت، طول دورهٔ رشد[1] می‌باشد. سرعت رشد و طول دوره رشد تعیین‌کننده عملکرد بیولوژیکی بوده و شاخص برداشـــت[2] قسمتی از عملکرد بیولوژیکی است که در دانه ذخیره می‌شود. پیشرفتهائی که تاکنون در افزایش عملکـــرد دانه غلات حاصل گشته است، عمدتا " از افزایـــش شاخص برداشت ناشی شده‌اند (۵، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵). بـه‌نظر می‌رسد که افزایش بیشتر شاخص برداشت ارقام و واریته‌های فعلی بدون تغییر اساسی در ساختار ژنتیکی آنها که امری مشکل و پیچیده است به سختی امکـان‌پذیر باشد. به همین جهت تاکدا و فرای (۱۳) پیشنهاد کرده‌اند که در مناطقی که طول دوره رشد غلات بعد لایل مختلف محدود است، برای افزایش عملکرد دانـــه بایستی راههای افزایش سرعت رشد را مورد توجه قرار داد.

رگرسیون خطی متداول ترین روش در آنالیـــز و تجزیه و تحلیل رشد است (۸ و ۱۶). این روش مبتنی بر فرضهائی‌از جمله وجود ارتباط خطی بین وزن خشـــک در زمانهای مختلف و تبعیت مداوم آنها از زمان است(۱۱).

1- Growth rate

2- Harvest Index

این روش به دلیل صادق نبودن فرضیات در بعضی از مراحل رشدواستوارنبودن براصول تئوری وکاربردی مورد انتقاد قرار گرفته است۰ اخیرا" استفاده از رگرسیون غیرخطی و از جمله معادلات نمائی برای تعیین رابطه بین وزن خشك کل اندامهای هوائی با زمان مرسوم شده است۰ این روش دارای امتیازاتی نسبت به‌روش رگرسیون خطی است، ولی مشکل اصلی آن انتخاب معادله‌ای است که به طور دقیق ارتباط وزن را با زمان توضیح دهد (۷)۰ در بسیاری از آزمایشات شرایط محیطی به‌طور قابل ملاحظه‌ای در سالهای مختلف و در هر سال برای تیمارهای مختلف مانند تاریخ کاشت یا محل انجام آزمایش تغییر می‌نمایند۰ این متغیرهای محیطی مقایسه معادلات رشد برای محصولات مختلفی را که تحت تیمارهای مشابه در یك یا چند سال بوده‌اند و یا محصولات مشابهی که تحت تیمارهای مختلف در یك فصل زراعی قرار داشته اند را محدود و حتی غیرممکن می‌سازند (۳و۱۱)۰ این محدودیت ناشی از اختلاف زیاد در مدت زمان لازم از کاشت تا رسیدن به هریك ازمراحل مختلف رشد در شرایط اقلیمی متفاوت است۰ تعداد روز تا کامل دهی ذرت در مناطق جنوبی که طول فصل رشد طولانی است، در کاشت زوددو برابر کاشت دیر است۰ بنابراین برای مقایسه لاینهای اینبرد یا هیبریدها به روش دقیق و مستقل از زمان که تحت تاثیر شرایط محیطی نباشد نیاز است (۴)۰ راسل(۱۱) با توجه به اینکه سرعت رسیدن به اغلب مراحل بیولوژیکی به طور وضوح تحت تاثیر درجه حرارت قرار می‌گیرد و بین درجه حرارت و نمو محصول نیز ارتباط نزدیکی وجود دارد، معتقداست که در محاسبه توابع رشد بایستی از نسبت تغییرات وزن خشك به تغییرات شاخص حرارتی بجای زمان استفاده نمود۰

روش معمول ارزیابی سرعت رشد بر مبنای اندازه‌گیری های متوالی ورن خشك اندامهای رویشی در سراسر فصل رشد دقیق بوده ولی مستلزم وقت وهزینه زیاد است (۷)، بنابراین نمی‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی برای ارزیابی سریع تعداد زیادی لاین مفید باشد۰ از این رو به روشهای برآورد سرعت رشد، آن هم با استفاده از یك یادوبرداشت در طول فصل رشد نیاز است۰ تاکدا و فرای (۱۳) و تاکدا و همکاران (۱۵) دریافته‌اند که سرعت رشد رویشی بولاف می‌تواند بطور دقیقی با نسبت وزن کاه در مرحله رسیدگی‌فیزیولوژیکی به تعداد روز تا گلدهی برآورد شود۰ همچنین کاکس و همکاران (۲) روشهای مختلفی را برای تخمین سرعت رشد ارزن مورد ارزیابی قرار داده‌اند۰ این محققین با توجه به اینکه الگوی رشد در ارزن دارای یك دوره تجمع خطی وزن خشك تا بعد از مرحله گلدهی و سپس یك مرحله ثابت و یا کاهش ظاهری و یا حتی افزایش است. سرعت رشد محصول را با توجه به سه فرمول زیر برآورد نموده‌اند و اعتقاد دارند که مقادیر تخمین سرعت رشد با توجه به فرمولهای ۱ و۲ به واقعیت نزدیکتر می‌باشند۰

(۱) $\frac{\text{وزن ساقه‌وبرگ دربرداشت نهائی (گرم برمترمربع)}}{\text{تعداد روز تا ۱۰ روز پس از گلدهی}} = \text{سرعت رشد}$

(۲) $\frac{\text{وزن ساقه‌وبرگ در ۱۰روزپس ازگلدهی (گرم برمترمربع)}}{\text{تعداد روز تا ۱۰ روز پس از گلدهی}} = \text{سرعت رشد}$

(۳) $\text{سرعت رشد} = \frac{\text{وزن ساقه‌وبرگ در ۲۱روز پس ازکاشت - وزن ساقه‌وبرگ دربرداشت نهائی}}{\text{تعداد روز تا ۱۱ روز قبل ازگلدهی}}$

با توجه به آنچه در این مقدمه مورد اشاره قرار گرفت هدف از انجام این مطالعه: الف - بررسی سرعتهای رشد نسبی و محصول سه رقم سورگم بر حسب شاخص حرارتی درجه روز رشد در تاریخهای مختلف

کاشت به منظور توجیه تغییرات عملکرد دانه و ب ـ ارزیابی روشهای معمول تخمین سرعت رشد و احتمالاً ارائه روش دیگری برای آن بوده است. در این صورت امکان بررسی تعداد زیادی لاین و ژنوتیپ و انتخاب مناسبترین آنها در برنامه‌های به نژادی با صرف هزینه و وقت کمتری فراهم می‌شود.

مواد روشها

بررسی سرعت رشد سه رقم سورگم و تعیین روش سریع برآورد آن در سال ۱۳۶۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان تحت شرایط مطلوب زراعی از نظر حاصلخیزی خاک، رطوبت و کنترل علفهای هرز و آفات و بیماریها به صورت طرح کرتهای خرد شده در قالب بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. سه تاریخ کاشت ۱۰ و ۲۴ اردیبهشت و ۷ خرداد و سه رقم سورگم دانه‌ای به نامهای براووای[1] و ان کا ۲۵۰۵[2] (زودرس) و براوول[3] (دیررس) بترتیب فاکتورهای اصلی و فرعی این مطالعه را تشکیل دادند. هر کرت فرعی شامل ۷ ردیف کاشت به طول ۹/۵ متر و فاصله ۶۰ سانتیمتر از یکدیگر بود. تراکم کاشت معادل ۱۱۱ هزار بوته در هکتار منظور گردید.

از روش رگرسیون غیرخطی برای تعیین رابطه وزن خشک کل اندامهای هوائی و شاخص حرارتی درجه روز رشد[4] استفاده شد. بدین منظور نمونه برداری جهت تعیین وزن خشک از ۲۸ روز پس از کاشت شروع و به فاصله دو هفته یکبار تا مرحله ۵۰٪ گلدهی و ۱۰ روز پس از آن ادامه یافت. در هر مرتبه نمونه‌برداری یک متر طول از ردیفهای کاشت ۲ و ۳ به طور تصادفی و با منظور نمودن ۳۰ سانتیمتر حاشیه بین محلهای نمونه‌برداری انتخاب و گیاهان از سطح زمین برداشت گردیدند و وزن آنها پس از خشک شدن در آون با حرارت ۶۵ درجه سانتیگراد تا دقت یک صدم گرم تعیین شد. از دو ردیف کشت میانی با منظور نمودن ۵۰ سانتیمتر حاشیه در طرفین آنها (۱۰ متر مربع) به منظور تعیین عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم و براساس ۱۲٪ رطوبت و وزن خشک اندامهای هوایی استفاده گردید.

به منظور مطالعه الگوی رشد بر حسب شاخص حرارتی، مقدار درجه روز رشد توسط فرمول ۴ برای هر روز محاسبه و تجمع آن برای تاریخهای مختلف کاشت و ارقام تعیین شد.

$$\text{درجه‌روزرشد} = \frac{\text{حداکثر درجه‌حرارت روزانه} + \text{حداقل درجه حرارت روزانه}}{2} - \text{درجه‌حرارت پایه} \quad (۴)$$

(حداقل درجه حرارت روزانه) درجه حرارت پایه برای سورگم مساوی ۱۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. میلر و همکاران (۱۰) درجه حرارت پایه تعدادی از ژنوتیپهای سورگم را بین ۷/۵ تا ۱۴ درجه سانتیگراد گزارش کرده‌اند. همچنین درجه حرارتهای بالاتر از ۳۰ و کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد نیز که در آنها گیاه رشدی نخواهد داشت بترتیب ۳۰ و ۱۰ منظور گردیدند (۱۰).

معادلات برآورد تولید ماده خشک (DM) با مورد استفاده قرار دادن وزن خشک کل اندام هوائی اندازه‌گیری شده در هر مرحله به عنوان متغیر تابع و GDD، $GDD^{\frac{1}{2}}$ و GDD^{2} و ... به عنوان متغیرهای ثابت (H) و با

1- Bravo E
2- NK 2505
3- Bravo L
4- Growing Degree Days (GDD)

استفاده از روش رگرسیون طبق فرمولهای زیر پس از محاسبه ضرایب a ، b و c و ۰۰۰ تعیین گردیدند :

$$DM = EXP\ (\ a + bH^{\frac{1}{2}} + cH + dH^2\ )$$

سرعت رشد نسبی[1] و سرعت رشد محصول[2] بر مبنای فرمولهای زیر محاسبه شدند :

$$RGR = \frac{b}{2\sqrt{H}} + c + 2dH$$

$$CGR = DM \times RGR$$

نمودارهای تغییرات فصلی سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی بر حسب هر ۵۰ درجه افزایش در درجه روز رشد با استفاده از برنامه کامپیوتری کواترو[3] ترسیم شدند۰

همچنین روشهای پیشنهادی تاکدا و فرای (۱۳) و کاکس و همکاران (۲) که در مقدمه به آنها اشاره شد، جهت تخمین سرعت رشد مورد استفاده قرار گرفتند و نتایج بدست آمده با متوسط سرعت رشد واقعی مقایسه گردید۰

نتایج و بحث

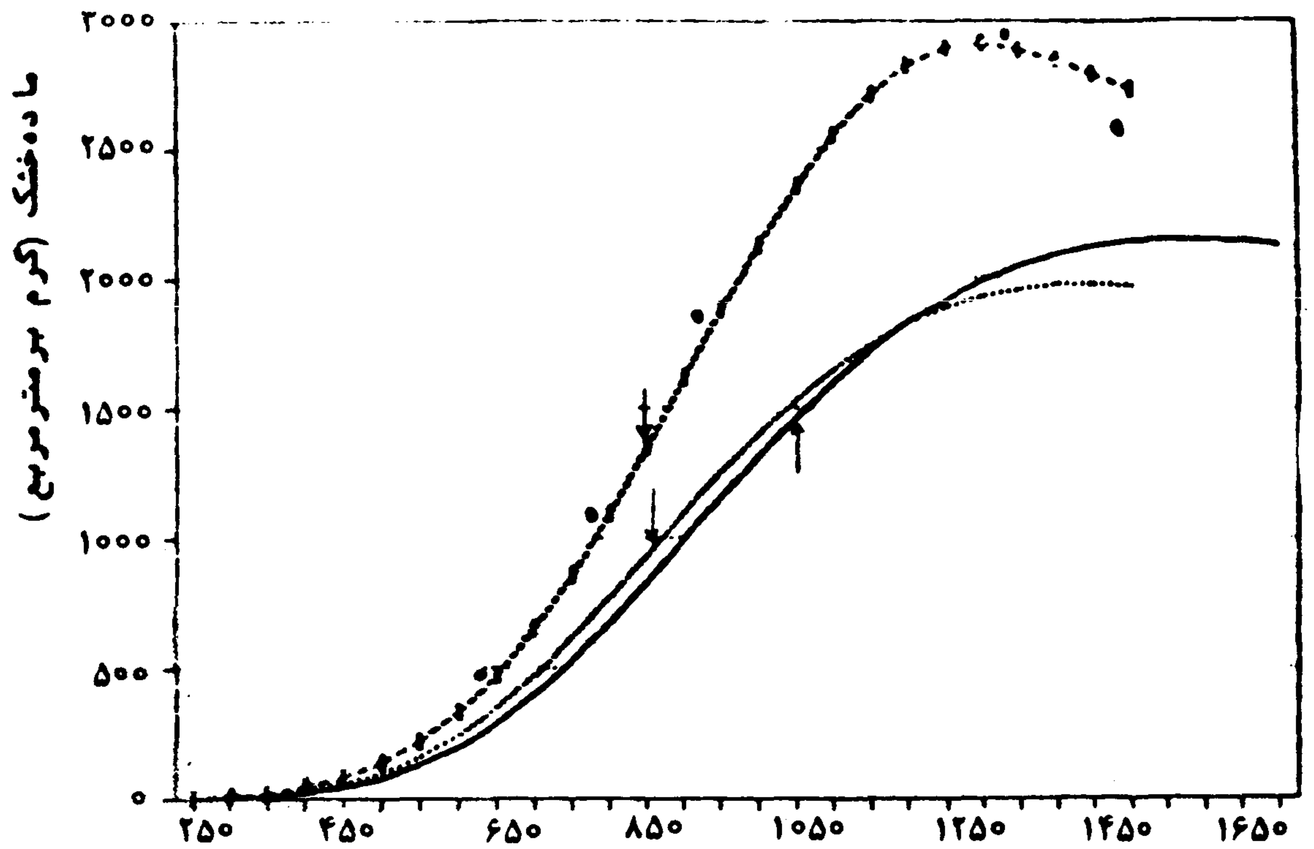
منحنیها و معادلات برآورد ماده خشک ارقام در تاریخهای مختلف کاشت بر حسب تغییرات درجه روز رشد در شکلهای ۱ تا ۳ نشان داده شده‌اند۰

به طور کلی سرعت رشد محصول ارقام در همه تاریخهای کاشت با پیشرفت زمان افزایش یافته و پس از رسیدن به حد نهائی خود کاهش یافت (شکلهای ۴ تا ۶)۰ سرعت رشد محصول در مراحل اولیه رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و جذب درصد کمی از نور خورشید پائین بود و با نمو گیاه و توسعه سطح برگ و نفوذ کمتر نور به سطح خاک سریعا " افزایش یافت۰ همچنین طبق نتایج حاصل تغییرات عملکرد دانه‌وسرعت رشد محصول همروند بودند، به طوریکه ارقامی که دارای سرعت رشد محصول بالاتری در مرحله ۵۰ درصد گلدهی هستند، عملکرد بالانری را نیز داشتند(شکل۷)۰

رقم دیررس براووال در تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت بیشترین و در دو تاریخ کاشت بعدی کمترین سرعت رشد محصول در مرحله ۵۰٪ گلدهی را داشت۰ در تاریخهای کاشت ۲۴ اردیبهشت و ۷ خرداد بیشترین سرعت رشد محصول در مرحله ۵۰٪ گلدهی به رقم زودرس ان‌کا ۲۵۰۵ تعلق داشت۰ طول دوره رشد در این دو تاریخ کاشت کوتاه بوده و آنها را تنها برای ارقام زودرس نظیر ان‌کا ۲۵۰۵ مناسب ساخته است، در صورتی که درتاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت به جهت کافی بودن طول دوره و رشد ارقام دیررس نظیر براوول عملکرد بیشتری خواهند داشت۰ همبستگی بین عملکرد دانه و سرعت رشد محصول در مرحله ۵۰ درصد گلدهی در تاریخهای کاشت ۱۰ و ۲۴ اردیبهشت و ۷ خرداد بترتیب برابر با ۰/۹۸، ۰/۸۵ و ۰/۹۸ بود۰

دستیابی به روشی برای تخمین سریع سرعت رشد سورگم نیز همانند هرگیاه زراعی دیگر حائز اهمیت است۰ لذا با توجه به اینکه سرعت رشد حقیقی در احتیار است. سعی گردید تا معادله‌ای برای تخمین آن حاصل شود۰ از آنجائی که الگوی رشد سورگم در تاریخهای مختلف کاشت متفاوت بود (شکلهای ۴ تا ۶) فرمولهای پیشنهادی کاکس و همکاران (۲) که در مقدمه آورده شده‌اند. جهت تخمین سرعت رشد در هر تاریخ کاشت و برای هر رقم مورد ارزیابی قرار گرفتند۰

1- Ralative Growth Rate (RGR) 2- Crop Growth Rate (CGR) 3- Qvatro

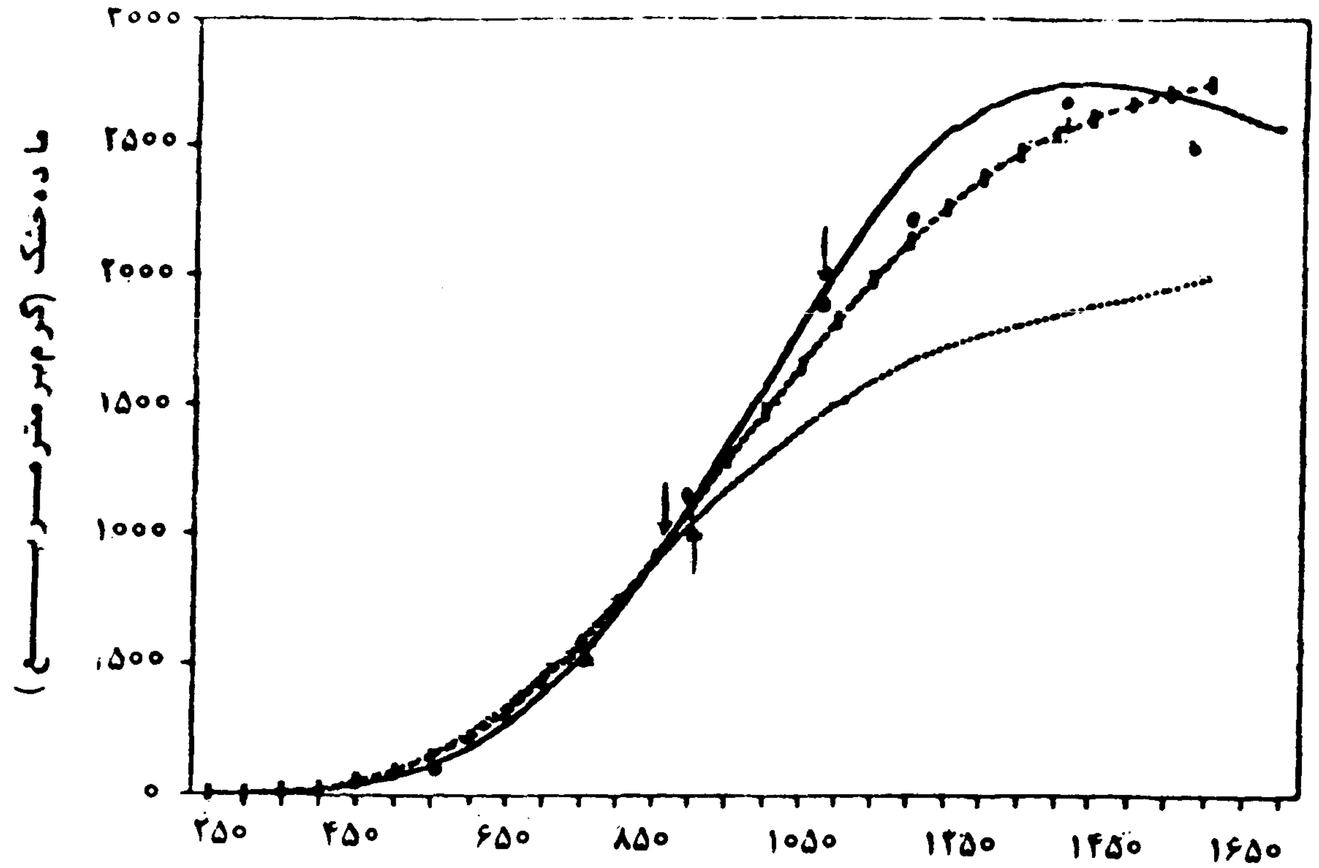


$DM = EXP\ (-20/60 + 1/79H^{\frac{1}{2}} - 0/032H + 3 \times 10^{-5}H^{2})$ براووال ——

$DM = EXP\ (-20/11 + 1/80H^{\frac{1}{2}} - 0/032H + 3 \times 10^{-5}H^{2})$ براووای .....

$DM = EXP\ (-13/33 + 1/18H^{\frac{1}{2}} - 0/016H + 3 \times 10^{-7}H^{2})$ ان کا ۲۵۰۵ .....

شکل ۲- نمودارتغییرات تجمع ماده خشك برحسب درجه روزرشدبرای ارقام سورگم درتاریخ کاشت ۲۴ اردیبهشت. تاریخ ۵۰ درصد گلدهی با علامت ↑مشخص شده‌است، نقاط اطراف مقادیر اندازه‌گیری شده برای رقم ان کا ۲۵۰۵ را نشان می‌دهد.

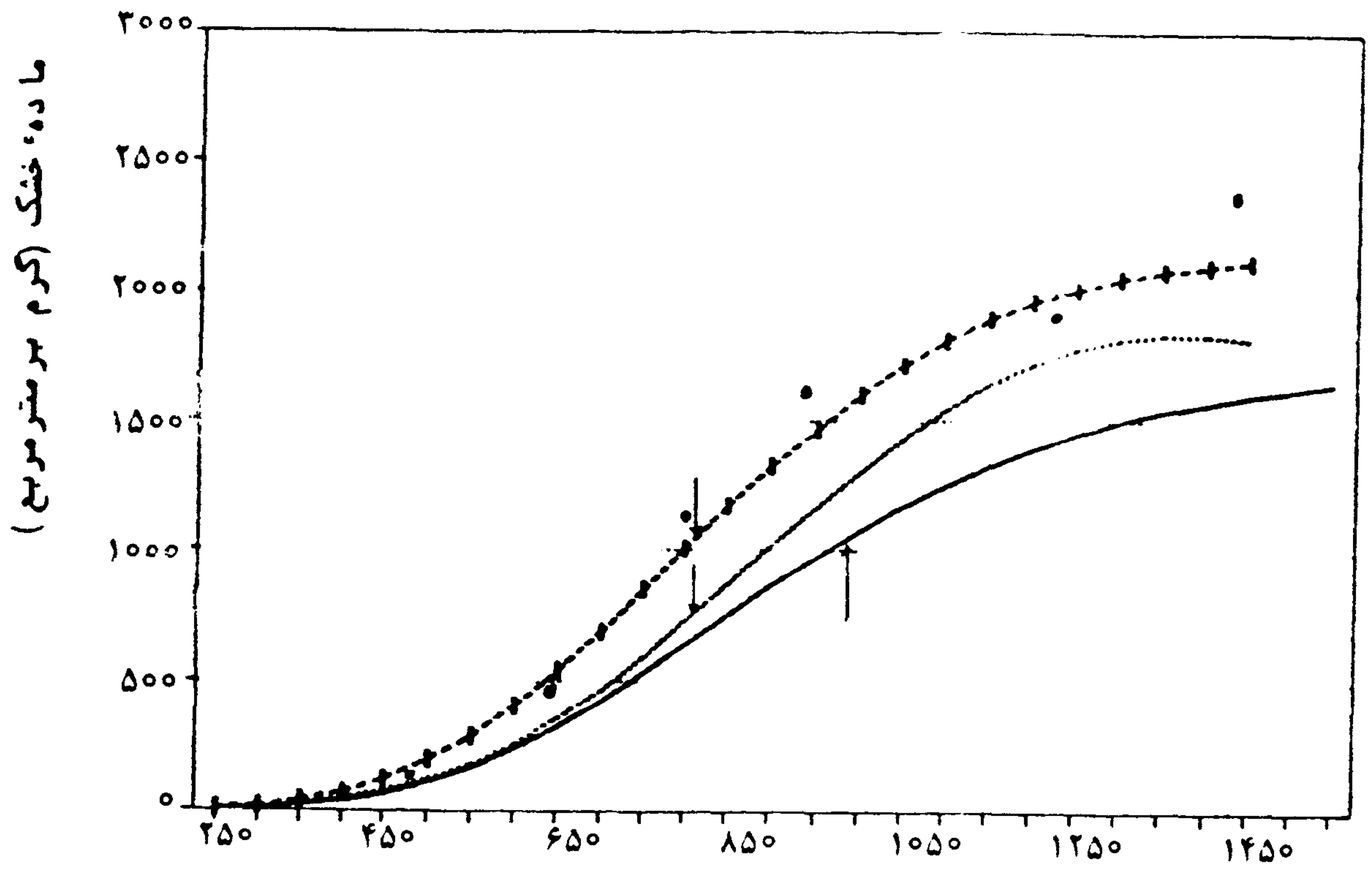


$DM = EXP\ (-15/68 + 1/29H^{\frac{1}{2}} - 0/018H + 4 \times 10^{-7}H^{2})$ براووال ——

$DM = EXP\ (-23/63 + 2/13H^{\frac{1}{2}} - 0/041H + 5 \times 10^{-6}H^{2})$ براووای .....

$DM = EXP\ (-18/75 + 1/66H^{\frac{1}{2}} - 0/029H + 3 \times 10^{-5}H^{2})$ ان کا ۲۵۰۵ .....

شکل ۱- نمودارتغییرات تجمع ماده خشك برحسب درجه‌روز رشد برای ارقام سورگم درتاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت. تاریخ ۵۰ درصدگلدهی با علامت ↑ مشخص شده است. نقاط اطراف منحنی مقادیراندازه‌گیری شده برای رقم ان کا ۲۵۰۵ را نشان می‌دهد.

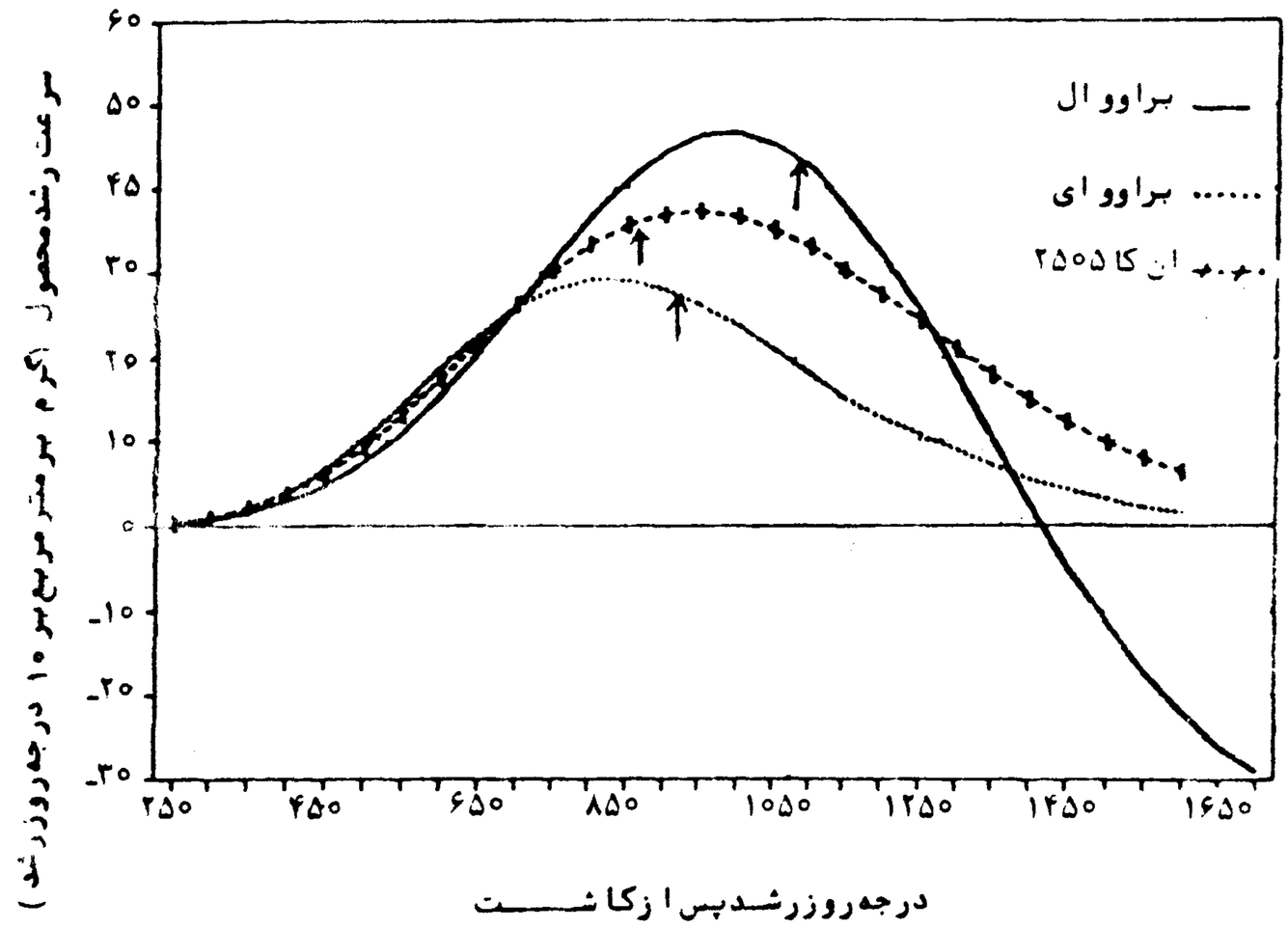


$$DM = EXP\ (-16/95 + 1/59\ H^{\frac{1}{2}} - 0/029H + 3 \times 10^{-6} H^{2}) \quad \text{براووال} \quad ——$$

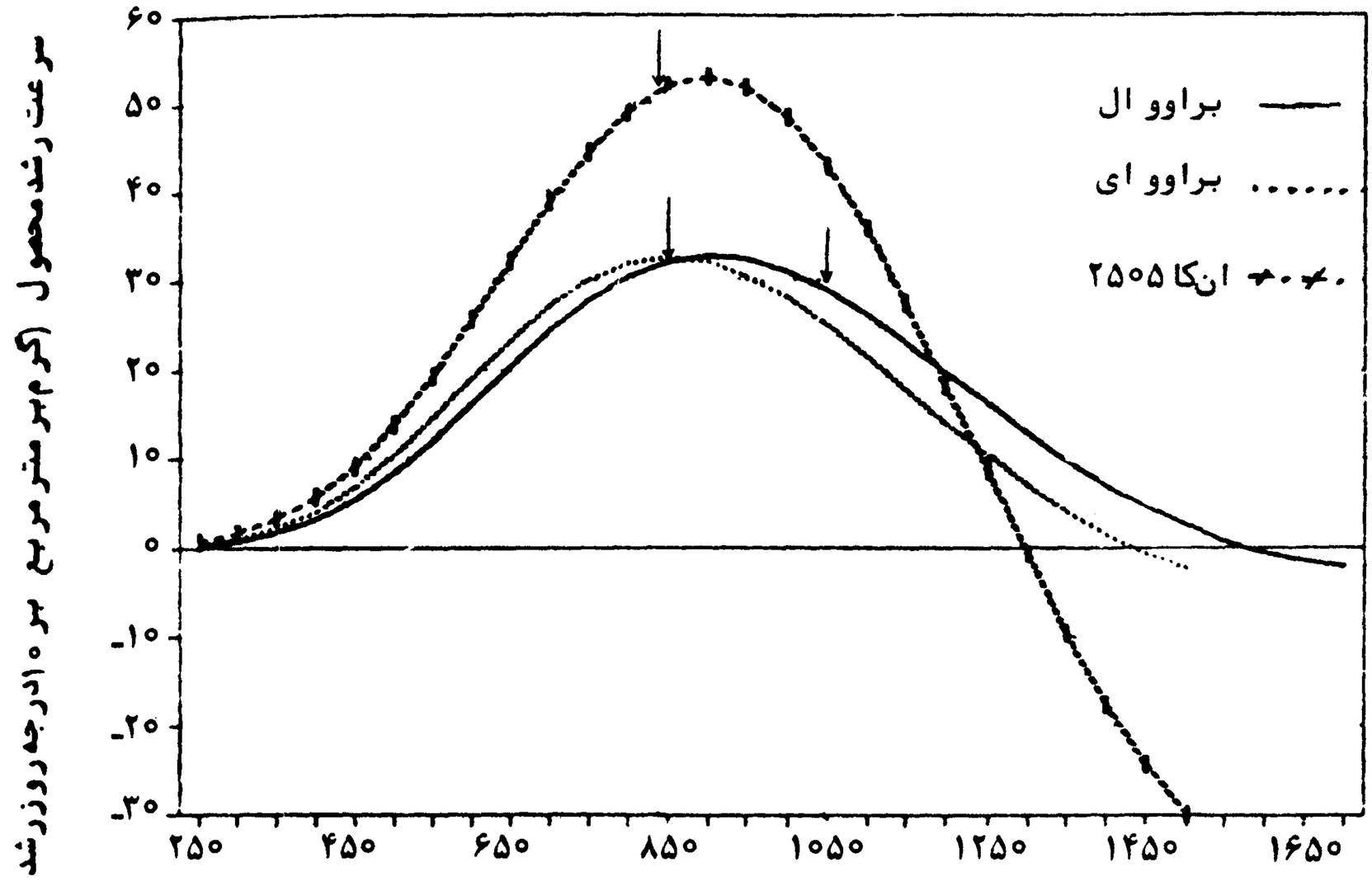
$$DM = EXP\ (-12/81 + 1/19\ H^{\frac{1}{2}} - 0/019H + 1 \times 10^{-6} H^{2}) \quad \text{براووای} \quad \cdots\cdots$$

$$DM = EXP\ (-15/91 + 1/57\ H^{\frac{1}{2}} - 0/03\ H + 3 \times 10^{-6} H^{2}) \quad \text{ان کا ۲۵۰۵} \quad \cdots\cdots$$

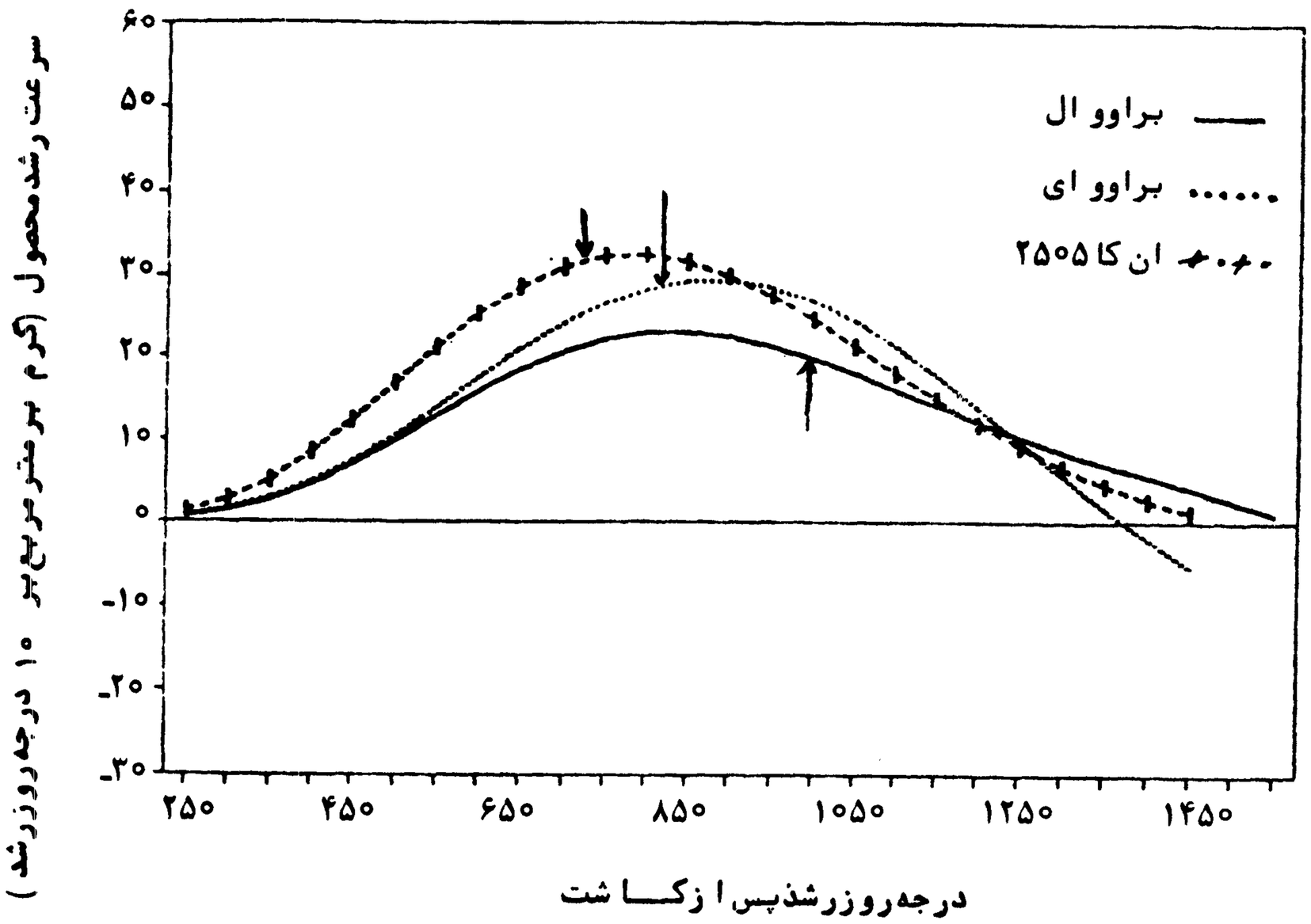
شکل ۳ـ نمودار تغییرات تجمع ماده خشک برحسب درجه‌روز رشد برای ارقام سورگم در تاریخ کاشت ۷ خرداد. تاریخ ۵۰٪ گلدهی با علامت ↑ مشخص شده است. نقاط اطراف منحنی مقادیر اندازه‌گیری شده برای رقم ان کا ۲۵۰۵ را نشان می‌دهد.



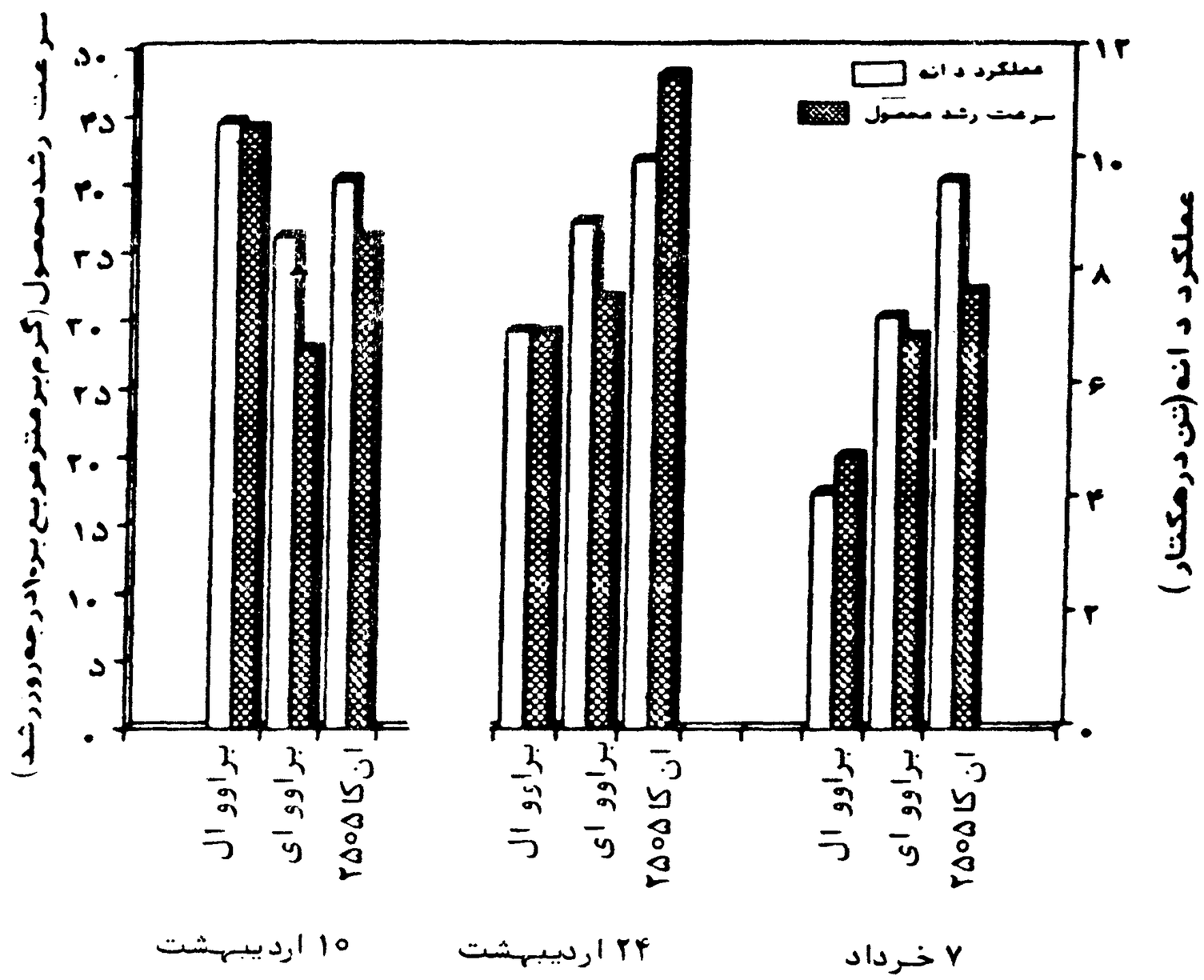
شکل ۴ـ نمودار تغییرات فصلی سرعت رشد محصول ارقام سورگم در تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت. تاریخ ۵۰ درصد گلدهی با علامت ↑ مشخص شده است.



شکل ۵ ـ نمودار تغییرات فصلی سرعت رشد محصول ارقام سورگم در تاریخ کاشت ۲۴ اردیبهشت۰
مرحله ۵۰ درصد گلدهی با علامت ↑ مشخص شده است۰



شکل ۶ ـ نمودار تغییرات فصلی سرعت رشد محصول ارقام سورگم در تاریخ کاشت ۷ خرداد
تاریخ ۵۰ درصد گلدهی با علامت ↑ مشخص شده است۰



شکل ۷ ـ میانگین عملکرد و سرعت رشد محصول در ۵۰٪ گلدهی برای سه رقم سورگم در تاریخهای مختلف کاشت.

مقادیر متوسط سرعت رشد حقیقی و تخمینی درجدول ۱ آورده شده است. سرعت رشد حقیقی معادل میانگین سرعتهای رشد محاسبه شده در هر ۱۰ درجه روز رشد (تقریبا" معادل یك روز در منطقه مورد بررسی) پس از کاشت منظور شد.

همبستگی بین متوسط سرعت رشد حقیقی با سرعتهای رشد تخمینی طبق فرمولهای فوق الذکر (تخمینهای ۱، ۲ و ۳) بترتیب ۰/۶، ۰/۷ و ۰/۵ می‌باشد. سرعت رشد حقیقی بیشترین همبستگی را با سرعت رشد تخمینی طبق فرمول ۲ داشت.

پائین تر بودن همبستگی مقادیر تخمینی سرعت رشد طبق فرمول ۳ با متوسط سرعت رشد حقیقی و یا بالاتر بودن اکثر مقادیر بدست آمده توسط این تخمین نسبت به متوسط سرعت رشد حقیقی را می‌توان بدین علت دانست که در این فرمول تجمع کندتر ماده خشك در مراحل اولیه رشد (۲۱ روز پس از کاشت در فرمول ۳) اصلاح می‌گردد. همچنین تعداد روز ازکاشت تا این مرحله درمحاسبه سرعت رشد وارد نمی‌گردد. در صورتی که مقدار تجمع ماده خشك در چهارهفته اول که تا حدودی نیز قابل ملاحظه می‌باشد. از ماده خشك نهائی کسر می‌شود. در تخمین سرعت رشد برمبنای فرمول ۱ فرض بر این است که تمامی رشد خالص بعد از ۱۰ روز پس از گلدهی برای پرکردن دانه انتقال داده می‌شود. در این روش وزن خشك نهائی علوفه که احتمالا" بعد از ۱۰ روز پس ازگلدهی نیز به مقدار آن افزوده می‌شود به تعدادروز تا این مرحله تقسیم می‌گردد و این امر باعث همبستگی پائین تر آن با متوسط سرعت رشد حقیقی گردیده است. البته طبق

جدول ۱- سرعت های رشدتخمینی* ومتوسط سرعت رشدحقیقی ارقام سورگم (گرم برمترمربع بر ۱۰ درجه روزرشد).

تاریخ کاشت و رقم	سرعت رشدتخمینی ۱	۲	۳	۴	متوسط سرعت رشد حقیقی	سرعت رشددرمرحله ۵۰ درصدگلدهی
۱۰ اردیبهشت						
براووال	۱۶/۹۱	۱۴/۲۱	۲۲/۶۶	۲۱/۸۷	۲۲/۹۰	۴۴/۰
براووای	۱۵/۵۸	۱۴/۸۳	۲۲/۱۶	۱۵/۰۱	۱۴/۲۷	۲۷/۸
ان کا ۲۵۰۵	۱۷/۰۰	۱۴/۷۴	۲۴/۶۳	۲۱/۵۲	۱۹/۶۹	۳۶/۰
۲۴ اردیبهشت						
براووال	۱۷/۲۹	۱۳/۵۸	۲۳/۷۷	۶۷/۰۲	۱۵/۸۹	۲۹/۰
براووای	۲۰/۱۳	۱۳/۶۸	۳۰/۶۷	۱۵/۵۴	۱۶/۴۴	۳۱/۶
ان کا ۲۵۰۵	۲۰/۷۷	۲۲/۱۱	۳۱/۵۶	۲۰/۷۸	۲۷/۶۹	۴۸/۰
۷ خرداد						
براووال	۱۶/۱۷	۱۳/۳۸	۲۲/۷۰	۱۲/۸۶	۱۲/۶۸	۱۹/۹
براووای	۱۵/۶۲	۱۲/۲۸	۲۳/۶۴	۱۳/۹۴	۱۶/۶۱	۲۸/۷
ان کا ۲۵۰۵	۱۶/۱۸	۱۸/۰۵	۲۴/۳۹	۱۶/۸۹	۱۶/۴۹	۳۲/۰
میانگین تفاوت با متوسط سرعت رشد حقیقی	۰/۷۳	۳/۰۷ *	-۷/۰۸ **	۰/۹۹		

* * تخمین های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ بترتیب برمبنای فرمولهای شماره ۱، ۲، ۳کاکس وهمکاران (۲) وفرمول شماره ۴ ارائه شده دراین مقاله بدست آمده اند.

* و * * : بترتیب معنی داردرسطوح احتمال ۵ و ۱ درصدبرمبنای آزمون t

نتایج حاصل از آزمون t برای مقایسه بین مقادیر واقعی و تخمینی (جدول۱) چنین استنباط می‌گردد که این فرمول نیز تخمین دقیقی از سرعت رشد محصول را دراختیار قرار می‌دهد۰ همانگونه که ذکر شد کاکس و همکاران (۲) نیز مناسب بودن تخمینهای ۱و۲ را برای ارزن گزارش کرده‌اند۰

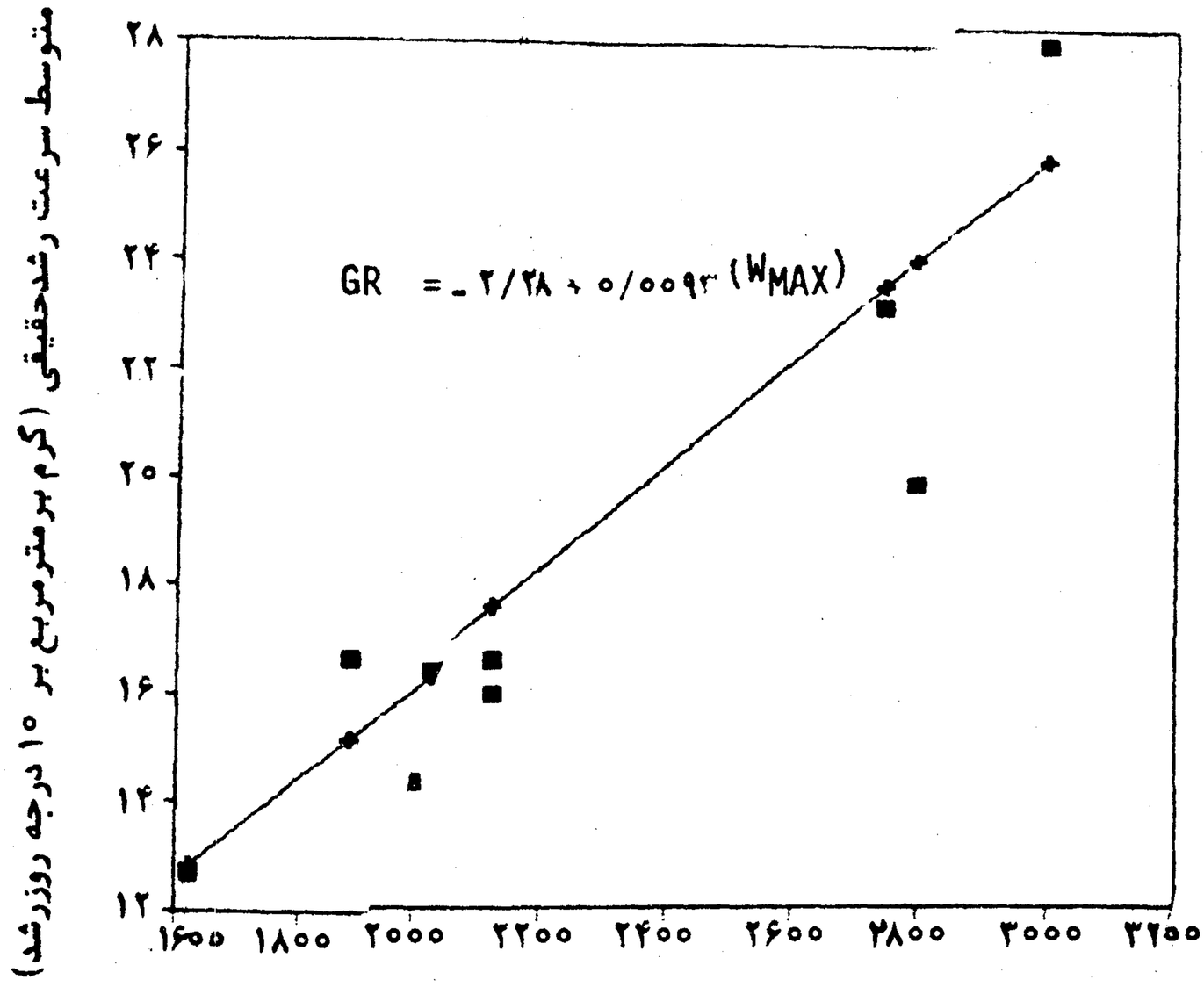
سرعت رشد تخمینی طبق فرمول ۲ در تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت برای ارقام براووال، ان‌کا ۲۵۰۵وبراووای بترتیب برابر با ۱۴/۲۱، ۱۴/۷۴ و۱۴/۸۳ گرم بر متر مربع‌در روز بود۰ طبق برآوردهای حاصل ارقام زودرس دارای سرعت رشد رویشی بیشتری می‌باشند۰ درتاریخهای کاشت دوم و سوم نیز بیشترین سرعت رشد رویشی برمبنای تخمین ۲ مربوط به رقم زودرس ان‌کا ۲۵۰۵ بود۰

سرعت رشد رویشی رقم براووال طبق تخمین ۲ با تاخیر در کاشت کاهش یافت (جدول ۱)، و این روند کاهشی در عملکرد آن‌نیز مشاهده گردید۰ این نتیجه گیری باآنچه بر مبنای سرعت رشد محاسبه شده(حقیقی) استنباط گردید، مطابقت دارد۰ رقم ان‌کا ۲۵۰۵ در تاریخ کاشت ۲۴ اردیبهشت و طبق تخمین ۲ بیشترین سرعت رشد رویشی را داشت۰ همچنین این رقم بیشترین عملکرد دانه را نیز دارا می‌باشد۰ لازم به ذکر است‌که سرعت رشد رویشی این رقم در تاریخهای کاشت اول و آخر بترتیب ۱۴/۷۴ و ۱۸/۰۵ گرم بر متر مربع‌بر روز بود، ولی اختلاف عملکرد آن در این دو تاریخ کاشت معنی‌دار نگردید۰

همبستگی بین سرعتهای رشد تخمینی برمبنای فرمولهای ۱و۲ با عملکرد دانه (بترتیب۰/۴ و۰/۵) از نظر آماری معنی‌دار نبود۰ از این رو جهت بدست آوردن روش مناسبتری جهت تخمین سرعت رشد، ابتدا ضرایب همبستگی متوسط سرعت رشد حقیقی با ماده خشک تولیدی در مرحله ۵۰درصد گلدهی، حداکثرماده خشک و تجمع‌ماده خشک در مرحله رسیدگی‌فیزیولوژیکی محاسبه شد۰ این ضرایب به ترتیب برابر با ۰/۲، ۰/۹ و ۰/۸ بودند۰ ضریب همبستگی متوسط سرعت رشد محصول (حقیقی) با حداکثر ماده خشک بسیار بالا و از نظر آماری معنی‌دار بود۰ لذا رابطه‌خطی بین سرعت رشد حقیقی به عنوان متغیر تابع‌و حداکثر ماده خشک تولیدی به عنوان متغیر ثابت از روش رگرسیون طبق فرمول زیر و با ضریب تشخیص ۰/۸۴ تعیین شد۰

(۴) متوسط سرعت رشد حقیقی = ۲/۲۸ - ۰/۰۰۹۳ + (ماده خشک تولیدی پس از ۱۵۰۰ درجه روزرشد)

خط رگرسیون (تخمین ۴) و پراکنش سرعت رشد حقیقی بر حسب تغییرات حداکثر ماده خشک در شکل۸ آورده شده است۰ درجه روز رشد لازم جهت تولید حداکثر ماده خشک برای ارقام ان‌کا ۲۵۰۵، براووای و براووال بترتیب در حدود ۱۴۷۵، ۱۵۰۰ و ۱۵۲۵می‌باشد۰ همچنین درجه‌روزرشد لازم جهت تولیدحداکثرماده خشک در تاریخهای کاشت ۱۰ و ۲۴ اردیبهشت و ۷ خرداد بترتیب برابر با ۱۵۴۰، ۱۵۲۰ و ۱۴۴۰ است۰ لذا ظر به اینکه میانگین حداکثر ماده خشک تولیدی در حدود ۱۵۰۰ درجه روز رشد پس از کاشت حاصل می‌شود، معادله سرعت رشد محصول با توجه به مقادیر حداکثر ماده خشک و درجه روز رشد لازم برای حصول آن محاسبه گردید۰ میانگین تفاوتهای متوسط سرعت رشد حقیقی با سرعتهای رشد تخمینی طبق فرمولهای ۱، ۲، ۳ و۴در جدول ۱ آورده شده است۰ با توجه به معنی دار نبودن تفاوت بین سرعتهای رشد حقیقی و برآورده شده‌ازطریق تخیمن ۴ (آزمون t) و همچنین به این دلیل که



شکل ۸ ـ رابطه حداکثر ماده خشک (W_{MAX}) با متوسط سرعت رشد حقیقی (GR) در ارقام سورگم.
حداکثر ماده خشک پس از ۱۵۰۰ درجه روز رشد حاصل می‌گردد.

همبستگی بین سرعت رشد برآورد شده با معادله اخیر (تخمین ۴)، و عملکرد دانه بسیار بالا ۰/۸ و درسطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است، می‌توان نتیجه‌گرفت که این روش برای برآورد سرعت رشد دقیقترمی‌باشد.

در تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت بیشترین سرعت رشد تخمینی طبق فرمول ۴ مربوط به رقم ان‌کا ۲۵۰۵ بود که دارای بیشترین سرعت رشد حقیقی (جدول ۱) و عملکرد دانه نیز می‌باشد. همچنین در این تاریخ کاشت کمترین سرعت رشد تخمینی (۱۵/۰۱) مربوط به رقم براووای می‌باشد که کمترین عملکرد دانه را نیز داشته است. در تاریخ کاشت دوم (۲۴ اردیبهشت) نیز کمترین سرعت رشد تخمینی بر مبنای فرمول ۴ مربوط به همین رقم (براووای) بود، با این حال مقدار آن نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر بیشتر می‌باشد.

این امر عملکرد بالاتر رقم براووای در تاریخ کاشت ۲۴ اردیبهشت را نیز به دنبال داشته است. ارزیابی تخمین‌های سرعت رشد محصول ارقام بر مبنای روش اخیر و توجه به عملکرد دانه آنها نیز نتیجه گیری قبلی برمبنای سرعت رشد حقیقی، دال بر مناسب بودن تاریخ کاشت ۲۴ اردیبهشت برای ارقام زودرس را تائید نمود. در تاریخ کاشت ۷ خرداد نیز نتایج مشابهی بدست آمد، به طوریکه ارقام دارای سرعت رشد تخمینی بالاتردارای عملکرد دانه بیشتر نیز بودند.

با توجه به همبستگی بالای سرعت رشد تخمینی براساس معادله ۴ با متوسط سرعت رشد حقیقی نتیجه گیری می‌شود که در برنامه‌های بهنژادی ومقایسه ارقام، امکان ارزیابی تعداد زیادی لاین برمبنای تخمین سرعت رشد آنها بوجود می‌آید. تاکدا وفرای(۱۳)

بیش از ۹۰ درصد تغییرات عملکرد دانه یولاف را مربوط به تغییرات سرعت رشد و شاخص برداشت دانستند. این محققین سهم نسبی سرعت رشد در عملکرد دانه را ۱/۲۷ برابر بزرگتر از شاخص برداشت گزارش کرده‌اند (۱۴).

سپاسگزاری

بدین وسیله از حوزه معاونت تحقیقاتی وزارت کشاورزی بخاطر تامین هزینه‌های اجرائی این طرح تشکر می‌شد.

REFERENCES:

1 - Buttery, B.R. 1969. Analysis of the growth of soybean as affected by plant population and fertilizer. Can. J. Plant Sci. 49: 675-684.

2 - Cox, P.J., D.J. Anderews, F.R. Bidinger & K.J. Frey. 1984. A rapid method of evaluating growth rate in pearl millet and its weedy and wild relatives. Crop Sci. 24: 1187-1191.

3 - Gibson. P.T., & K.F. Scherts. 1977. Growth analysis of a sorghum hybrid and its parents. Crop Sci. 17: 387-391.

4 - Gilmorejr, E.C., & J.S. Rogers. 1958. Heat units as a method of measuring maturing in corn. Agron. J. 50: 611-615.

5 - Howell, T.A. 1990. Grain dry matter yield relationships for winter wheat and grain sorghum - Southern High plains. Agron. J. 82: 914-918.

6 - Huda, A.K.S., M.V.K. Sivakumar, S.M. Virmani, N. Seetharma, Sardar Singh, & J.G. Sekaran. 1984. Modeling the effect of environmental factors on sorghum growth and development. PP. 277-287. In : Virmani, S.M., & M.V.K. Sivakumar (eds.). Agrometerology of sorghum and millet in the Semi. Arid Tropics. ICRISAT Center. Patancheru, India.

7 - Hughes, A.I.S., & P.R. Freeman. 1976. Growth analysis using frequent small harvest. J. APPL. Ecol. 4: 553-560.

8 - Karimi, M.M., & K.H. Siddique. 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Aust. J. Agric. Res. 42: 13-20.

9 - Lorens, G.F., J.M. Bennett, & L.B. Loggale. 1987. Differences in drought resistance between two corn hybrids. II. Component analysis and growth rates. Agron. J. 79: 808-813.

10- Miller, F., R. Thomas, & M.J. McFarland. 1980. Genetic and environmental response characteristics of a global grain sorghum. Symposium 72 ed Annual Meeting, American Society of Agronomy, Detroit, Mich., USA.

11- Russell, M.P., W.W. Wilhelm, R.A. Olson, & J.F. Power. 1984. Growth analysis based on degree days. Crop Sci. 24: 28-32.

12- Saeed, M., C.A. Francis, & M.D. Clegg. 1986. Yield component analysis in grain sorghum. Crop Sci. 26: 346-351.

13- Takeda, K., & K.J. Frey. 1977. Associations among grain yield and other traits in Avena sativa and A. sterilis backcross populations. Euphytica. 26: 309-313.

14- Takeda, K., K.J. Frey, & T.B. Bailey. 1979. Correlations among grain yield, protein yield and related traits in oat (Avena sativa) cultivars. Egypt. J. Genet. Cytol. 8. 283-294.

15- Takeda, K., K.J. Frey, & T.B. Bailey. 1980. Contribution of growth rate and harvest index to grain yield in F_9-derived lined of oats (Avena sativa). Can. J. Plant Sci. 60: 379-384.

16- Watson, D.J. 1952. The physiological basis of variation in yield. Adv. Agron. 4: 101-145.

A Rapid Method of Evaluating Crop Growth Rate in Sorghum (Sorghum Bicolor L. Moench)

A. REZAI, H. FARAHBAKHSH, and M. KARIMI
Associate Professor, Graduate Student, and Associate Professor, respectively, Department of Agronomy, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
Received for Publication 28, July, 1992.

SUMMARY

The rapid method for predicting crop growth rate in sorghum was derived based on the evaluation of 3 cultivars, namely Bravo L (late maturing), and Bravo E, and NK 2505 (early maturing), in 3 planting dates (30 April; 14 and 28 May, 1990) in Research Station, College of Agriculture, Isfahan University of Technology. According to the results obtained, variation in grain yield and crop growth rate were at the same direction, and cultivars with a higher crop growth rate at 50% flowering stage had higher yields. The highest dry matter for the cultivars in all the planting dates was accumulated after 1500 growing degree days. Therefore, according to the high correlation coefficient between the average actual crop growth rates and the highest values of dry matter accumulation, the following equation was revealed to be the best predictor for crop growth rate in sorghum.

Average crop growth rate= -2.28+ o.0093 (Dry matter accumulation after 1500 growing degree days).