Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۱۶، شماره ۴، اسفند ۱۳۷۹

برآورد پارامترهای مدل نمائی روند انباشت ماده خشک و نیتروژن در دانهٔ ژنوتیپ‌های گندم بهاره با استفاده از روش وایازی خطی*

Exponential Model Parameters Evaluation of Dry Matter and Nitrogen Accumulation Trends in Grain of Spring Wheat Genotypes Using Linear Regression Method

احمد نادری، ابوالحسن هاشمی دزفولی، عبدالمجید رضائی،
اسلام مجیدی هروان، قربان نورمحمدی و مسعود یارمحمدی

مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان

تاریخ دریافت: ۱۳۷۸/۸/۱۲

چکیده

نادری، ا.، هاشمی دزفولی، ا.، رضائی، ع.، مجیدی هروان، ا.، نورمحمدی، ق. و یارمحمدی، م. ۱۳۷۹. برآورد پارامترهای مدل نمائی روند انباشت ماده خشک و نیتروژن در دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره با استفاده از روش وایازی خطی. نهال و بذر ۱۶: ۴۸۰-۴۷۱.

به منظور برآورد پارامترهای مدل انباشت ماده خشک و نیتروژن در دانهٔ ژنوتیپ‌های گندم بهاره این تحقیق در سال زراعی ۷۸-۱۳۷۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز اجراء گردید. روند انباشت ماده خشک و نیتروژن دانه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، در دو آزمایش جداگانه، هر یک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. در یک آزمایش، آبیاری تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی بر اساس نیاز گیاه انجام شد، در حالی که در آزمایش دیگر برای ایجاد شرایط تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی، آخرین آبیاری در حدود یک هفته قبل از گرده‌افشانی انجام شد. نتایج نشان داد که مدل نمائی $Y=\frac{A}{1+\exp[(\alpha - DAA/\beta]}$، روند سیگموئیدی انباشت ماده خشک و نیتروژن در دانه را به خوبی توجیه می‌کند. با توجّه به همبستگی مثبت و معنی‌دار پارامتر A با حداکثر وزن خشک یا نیتروژن انباشته شده در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی(Y_m)، مدل مذکور به صورت $Y=\frac{Y_m}{1+\exp[(\alpha - DAA/\beta]}$ در نظر گرفته شد. با توجّه به همبستگی بالای پارامتر α با دورهٔ مؤثر پر شدن

* این مقاله بخشی از تحقیق رساله دکترا نگارنده اوّل است، که به واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی اهواز ارائه گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

دانه (EFP)، همچنین روش محاسبه EFP از رابطه $EFP = Y_m / b$ که در آن b شیب خط رگرسیون در مرحله رشد خطی دانه است، پارامتر α و β با تعیین Y_m و b به سادگی قابل برآورد هستند. همبستگی معنی‌دار داده‌های واقعی از این تحقیق با مقادیر برآورد شده از مدل به روش مذکور از یک سو و ضریب تبیین بسیار بالا در رگرسیون خطی بر اساس مقادیر برآورد شده از مدل ($Y_{est.}$) و مقادیر واقعی ($Y_{act.}$) از سوی دیگر، نشان دهنده حداقل خطا در محاسبه پارامترهای مدل و ناریب بودن برآورد آن‌ها به روش پیشنهادی برای تعیین پارامترهای مدل انباشت ماده خشک و نیتروژن در دانه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و هر گونه روند سیگموئیدی است.

واژه‌های کلیدی: گندم، ماده خشک، روند سیگموئیدی، همبستگی، دورهٔ مؤثر پرشدن دانه، رگرسیون.

مقدمه

وزن دانه یکی از اجزاء مهّم عملکرد دانه گندم به شمار می‌رود و تحت تأثیر ساختار ژنتیکی گیاه، شرایط محیطی و اثرات متقابل آن‌ها قرار دارد. درصد نیتروژن دانه نیز از صفات کیفی مهّم دانه گندم محسوب می‌شود و همانند وزن دانه تحت تأثیر اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط قرار دارد(Cox *et al.*, 1985; Bauer *et al.*, 1985).

در حال حاضر اصلاح و معرفی ژنوتیپ‌هائی با عملکرد دانه بالا و درصد نیتروژن مناسب از جمله اهداف اصلی در برنامه‌های به نژادی گندم به شمار می‌رود، اما به دلیل همبستگی منفی و معنی‌دار بین وزن دانه و درصد نیتروژن آن، معرفی ژنوتیپ یا ژنوتیپ‌هائی با خصوصیات مذکور تاکنون قرین موفقیت نبوده است (Beninati and Busch, 1992).

تغییرات مقدار انباشت ماده خشک و نیتروژن در دانه گندم، برآیند اثر متقابل پارامترهای مورفوفیزیولوژیک و شرایط محیطی رشد گیاه است (Wiegand and Cuellar, 1981; Palata *et al.*, 1994). پتانسیل گیاه از نظر تولید تعداد پنجه، تعداد سنبلچه در سنبله، رقابت درون و برون گیاهی (Intra and Inter Plant Competition) و اثر عوامل محیطی در مراحل مختلف رشد و نمو گیاه، از جمله مهّم‌ترین پارامترهای مؤثر در روند تغییرات انباشت ماده خشک و نیتروژن حاصل از متابولیسم جاری گیاه یا فرآیندهای توزیع مجدد (Redistribution) مواد ذخیره شده از مراحل قبل و بعد از گرده‌افشانی به دانه هستند (Gent and Kiyomoto, 1985; Van Sanford and Mackown, 1987; Kobata *et al.*, 1992).

مطالعه پویائی انباشت ماده خشک و نیتروژن در دانه گندم از جمله زمینه‌های تحقیقاتی مورد علاقه متخصصین فیزیولوژی گیاهان زراعی و به نژاد گردان می‌باشد. مطالعه تغییرات وزن دانه و مقدار نیتروژن آن با استفاده از روابط ریاضی و مدل سازی، امکان شناخت روابط علت و معلولی و تعیین سهم پارامترهای مؤثر بر آن‌ها را فراهم می‌سازد. شبیه سازی تغییرات وزن دانه و بررسی اثر

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت و دورهٔ مؤثر رشد دانه بر روند این تغییرات، به خصوص در شرایط تنش، در تدوین برنامه‌های به نژادی و انتخاب صفت یا صفات مؤثر بر وزن دانه اهمّیت زیادی دارد.

در اکثر مطالعات انجام شده آغاز رشد خطی دانه گندم از حدود دو هفته پس از گرده‌افشانی گزارش شده است (McCaig and Clark, 1982; Lingle and Chevalier, 1985). طول دورهٔ رشد خطی دانه به خصوصیات ژنتیکی گیاه، شرایط محیطی و اثر متقابل آن‌هابستگی دارد، اما به طور کلی یک منحنی S شکل (سیگموئیدی) روند انباشت مواد در دانه را توجیه می‌نماید، پس از یک دوره رشد بطئی (Lag Phase)، دورهٔ رشد خطی دانه آغاز می‌گردد. سرعت رشد دانه در مراحل پایانی تا رسیدن به حداکثر وزن دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، کاهش نسبی یافته و سپس به صورت مجانب در می‌آید (Gebeyhoue *et al.*, 1982).

ترکیبات نیتروژنه به صورت اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها از جمله اولین ترکیباتی هستند که در نتیجه درخواست دانه از منابع تأمین این مواد به خصوص متابولیسم جاری گیاه در دانه ذخیره می‌شوند، بنابراین اگر چه روند تغییرات نیتروژن تا حدود زیادی با روند تغییرات وزن دانه از نظر شکل تغییرات و نه مقدار آن تشابه دارد، اما به نظر می‌رسد که رشد خطی انباشت نیتروژن دانه پس از یک دوره نسبتاً کوتاهتر رشد بطئی نسبت به انباشت ماده خشک، تا حدودی زودتر از رشد خطی ماده خشک کل دانه صورت می‌گیرد (Van Sanford and Mackown, 1987).

برازش منحنی تغییرات وزن دانه و مقدار نیتروژن آن در ژنوتیپ‌های گندم، یک روش کارآمد در توجیه تغییرات مذکور در طول زمان است. هوسلی و همکاران (Housley *et al.*, 1982) برای تشریح تغییرات وزن دانه گندم یک رابطه خطی ارائه نمودند، در حالی که براکنر و فرهبرگ (Bruckner and Frohberg, 1987) و ون سن فورد (Van Sanford,1985) یک رابطه درجه دوّم و جبی‌هیو و همکاران (Gebyhoue *et al.*, 1982) و بائر و همکاران (Bauer *et al.*, 1985) روابط درجه سوّم را به عنوان مناسب‌ترین روابط ریاضی برای توجیه تغییرات وزن دانه گزارش کردند.

روابط خطی، روند تغییرات وزن دانه را به خوبی توجیه نمی‌نمایند، زیرا بر اساس این روابط سه فاز رشد بطئی، رشد سریع و ثابت شدن نسبی وزن دانه نشان داده نمی‌شود. از سوی دیگر توابع درجه دوّم و سوّم نیز دارای نقاط حداکثر و حداقل بوده و در صورت استفاده از این روابط در تشریح تغییرات وزن دانه یا نیتروژن آن، پس از رسیدن به حداکثر، وزن دانه یا مقدار نیتروژن برآورد شده از این توابع، روند کاهشی نشان می‌دهند. منحنی‌های مجانب دار، تغییرات بیولوژیکی وزن دانه و نیتروژن آن را به شکل مطلوبی توصیف می‌نمایند. در مدل سازی و شبیه سازی، سهولت دسترسی به اطلاعات، دقت در تشریح عکس‌العمل‌های فیزیولوژیک به خصوص در شرایط محیطی دشوار و سادگی کاربرد مدل‌ها در پیش‌بینی و برآورد مقدار کمّی صفت مورد مطالعه از جمله وزن دانه یا

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار نیتروژن آن در طول زمان از اهمّیت ویژه‌ای برخوردار هستند، اما در عین حال میزان ضریب تبیین بالای مدل با داده‌های واقعی نیز باید مورد توجّه قرار گیرد. هدف از این تحقیق مطالعه روند انباشت ماده خشک و نیتروژن در دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره در دو شرایط محیطی مطلوب و تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی برای برآورد پارامترهای مدل انباشت با استفاده از روش وایازی خطی است.

مواد و روش‌ها

شانزده ژنوتیپ گندم بهاره (۴ ژنوتیپ گندم دوروم و ۱۲ ژنوتیپ گندم نان) در دو آزمایش جداگانه هر یک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۷۸-۱۳۷۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز مورد بررسی قرار گرفتند. در یک آزمایش آبیاری کرت‌ها بر اساس نیاز گیاه تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی انجام شد. در آزمایش دیگر آبیاری‌ها تا یک هفته قبل از گرده‌افشانی انجام و با عدم آبیاری کرت‌ها در طول دورهٔ رشد دانه، ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۴ متر و فاصلهٔ ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. مقدار آب در هر نوبت آبیاری بر اساس حدود هزار مترمکعب در هکتار و با توجّه به سطح کرت‌های آزمایشی تعیین و مصرف شد. تراکم بذر برای ژنوتیپ‌های دوروم و نان به ترتیب ۵۰۰ و ۴۰۰ بذر در مترمربع و تاریخ کاشت هر دو آزمایش ۱۳۷۷/۸/۲۱ بود. پس از آزمون خاک، ازت خاک از مقدار توصیه یعنی ۱۳۵ کیلوگرم ازت خالص در هکتار کسر و بر اساس ۵۰، ۵۰ و ۳۵ کیلوگرم ازت خالص به ترتیب به صورت پایه، سرک در مرحله ساقه رفتن و سرک در مرحله ظهور سنبله مصرف شد. مراقبت‌های زراعی به صورت یکنواخت برای همهٔ کرت‌های آزمایشی انجام گردید.

برای بررسی روند انباشت ماده خشک و نیتروژن دانه ژنوتیپ‌ها، نمونه برداری از یک هفته پس از گرده‌افشانی و به فاصله یک هفته تا رسیدگی فیزیولوژیکی، زمانی که وزن دانه ثابت یا تغییرات آن بسیار اندک بود ادامه یافت. در هر نوبت نمونه‌برداری ۵ ساقه اصلی برداشت شد و پس از حذف کوتاه‌ترین و بلندترین آن‌ها، سه سنبله باقیمانده در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدّت ۴۸ ساعت خشک گردیدند. درصد نیتروژن دانه در هر نوبت نمونه‌برداری به روش اتوکلدال اندازه‌گیری و مقدار نیتروژن دانه از حاصل‌ضرب درصد نیتروژن دانه در وزن خشک آن‌ها محاسبه شد.

با توجّه به داده‌های به دست آمده، شیب خط رگرسیون در مرحله رشد خطی دانه (Log Phase) به عنوان سرعت رشد دانه (Growth Rate :GGR Grain) و دورهٔ مؤثر پرشدن دانه (EFP: Effective Filling Period) از تقسیم حداکثر وزن دانه (MGW: Maximum Grain Weight) بر سرعت رشد دانه برای هر ژنوتیپ در هر یک از آزمایش‌ها محاسبه شد.

با توجّه به مطالعه شانزده ژنوتیپ در دو شرایط

www.SID.ir

Archive of SID

محیطی مطلوب و تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی، برای روند انباشت ماده خشک ژنوتیپ‌ها، مجموعاً ۳۲ سری داده به دست آمد. شانزده سری از داده‌های مذکور به صورت تصادفی انتخاب و با استفاده از نرم‌افزار (Tablecurve)، کلیهٔ روابط ریاضی برای هر یک از این شانزده سری داده بر اساس روز پس از گرده‌افشانی (DAA: Days After Anthesis) به صورت جداگانه برازش گردید. با توجّه به روند سیگموئیدی روند انباشت ماده خشک دانه و از آنجائی که تابع $Y = \frac{A}{1 + \exp [(\alpha - DAA) / \beta]}$ برای همهٔ شانزده سری مورد مطالعه از ضریب تبیین بالائی برخوردار بود و سه مرحله رشد بطئی، رشد خطی و ثابت شدن وزن خشک دانه را به خوبی نشان داد، این تابع به عنوان مدل انتخاب شده و پارامترهای A، α و β برای هر یک از سری‌ها به وسیله نرم‌افزار مذکور برآورد گردید. همبستگی چندگانه کانونیک ضرایب با سرعت رشد دانه، دورهٔ مؤثر پر شدن دانه و حداکثر وزن خشک دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی محاسبه و به وسیله روش‌های چند متغیرهٔ آماری، حدود اعتماد ضرایب با استفاده از نرم‌افزار SAS برآورد گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که پارامتر A با GGR و MGW و پارامتر α با EFP همبستگی معنی دار وجود دارد (جدول ۱).

در تجزیه همبستگی کانونیک مقدار ویژهٔ اوّل، ۸۶٪ همبستگی چندگانه بین صفات اندازه‌گیری شده و پارامترهای مدل را به خود اختصاص داد، بنابراین فرض H_0 مبنی بر عدم وجود همبستگی کانونیک رد شد ($Pr = 0.003$). بالاترین همبستگی کانونیک نیز به پارامتر اوّل مدل (A) با MGW و GGR تعلق داشت (نتایج نشان داده نشده است). تجزیه‌های آماری (جدول ۲) نشان داد که پارامتر A که به وسیله MGW تخمین زده می‌شود، عمده‌ترین عامل در توجیه روند انباشت ماده خشک در دانه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است.

با توجّه به همبستگی معنی دار A و MGW و همچنین بالاتر بودن مقدار ویژه این پارامتر در تجزیه همبستگی کانونیک و ضریب تشخیص بالای مدل خطی چندگانه A با صفات اندازه‌گیری شده و نیز کمتر بودن ضریب تغییرات آن، پارامتر A به عنوان عنصر کلیدی در مدل شناخته شد. دو پارامتر A و α در مدل با توجّه به نتایج به دست آمده به ترتیب به وسیله MGW و EFP به صورت نااریب قابل برآورد هستند و پارامتر α در حقیقت اثر EFP را در مدل توجیه می‌کند. با توجّه به نتایج مدل خطی چند متغیره برای تخمین A از صفات MGW، EFP و GGR استفاده شد (جدول ۳).

با توجّه به قبول فرض H_0 در مورد صفر بودن b_0، b_2 و b_3 در مدل برآورد A و همچنین میزان انحراف استاندارد آن، رابطه $A = MGW$ در نظر گرفته شد. حداکثر انباشت ماده خشک در دانه (MGW) به صورت نمایه Y_{max} پیشنهاد و مدل به صورت $Y = \frac{Y_m}{1 + \exp [(\alpha - DAA) / \beta]}$ ارائه می‌شود. در مدل مذکور DAA روز پس از

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ - ماتریس ضرایب همبستگی ساده بین پارامترهای مدل و صفات مربوط به روند انباشت ماده خشک در دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره (n = ۱۶)

Table 1 . Simple correlation coefficients matrix among model parameters and related dry matter accumulation trend in grain of spring wheat genotypes (n = 16)

	MGW	GGR	EFP
A	0.76**	0.72**	-0.30ns
α	0.01ns	-0.36ns	0.63**
β	0.24ns	0.24ns	0.08ns

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

ns: معنی دار نیست.

* and **: Significant at 5 and 1% probability levels respectively.

ns: Not significant.

جدول ۲ - خلاصه نتایج تجزیه چند متغیره آماری برای برآورد پارامترهای مدل از صفات مربوط به روند انباشت ماده خشک در دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره (n = ۱۶)

Table 2 . Summury of multivariate statistical analysis results for model parameters from related dry matter accumulation trend in grain of spring wheat genotypes (n= 16)

پارامتر	صفت تخمین زننده پارامتر	میانگین مربعات مدل	ضریب تبیین	ضریب تغییرات
Parameters	Trait estimating parameter	Model MS	R^2	C.V.(%)
A	MGW	3.95	0.71	11.20
α	EFP	1.81	0.57	16.17
β	GGR	0.07	0.18	35.23

گرده‌افشانی (Days After Anthesis) است.

همبستگی معنی دار A با GGR از یک سو و α و EFP از سوی دیگر (جدول ۱) نشان دهنده اهمّیت شیب خط رگرسیون در مرحله رشد خطی دانه می‌باشد زیرا رابطه $EFP = \frac{A}{GGR}$ ارتباط نشان‌دهنده تنگاتنگ EFP با GGR از یک سو و A و α از سوی دیگر است. با فرض معلوم بودن $A = Y_{max}$ برای برآورد α و β انتخاب دو نقطه از منحنی انباشت ماده خشک دانه اهمّیت می‌یابد. با توجّه به نتایج، برای برآورد نااریب این دو پارامتر دو نقطه با مختصات (DAA_1 , Y_1) و (DAA_2 , Y_2) باید الزاماً در دورهٔ رشد خطی دانه در نظر گرفته شوند. در غیر این صورت همبستگی نقاط واقعی و مقادیر برآورد شده کاهش یافته و

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ ـ نتایج تجزیه چند متغیره آماری برای تخمین پارامتر A از صفات مربوط به روند انباشت ماده خشک در دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره (n = ۱۶)

Table 3 . Results of multivariate statistical analysis for estimation of A parameter from related dry matter accumulation trend in grain of spring wheat genotypes (n = 16)

Model :	$A = b_0 + b_1 MGW + b_2 GGR + b_3 EFP$		مدل :
ضرایب مدل	برآورد ضرایب	مقدار T برای قبول فرض H_0	انحراف استاندارد برآورد
Model coefficients	Coefficient estimation	T (H_0 : coefficient = 0)	SE of estimation
b_0	-1.26	0.48^{ns}	2.60
b_1	1.02	2.31^{*}	0.44
b_2	1.55	1.91^{ns}	1.32
b_3	-0.06	0.22^{ns}	0.26

خطای برآورد افزایش می‌یابد. با فرض وجود مختصات دو نقطه، پارامترهای α و β با بسط رابطهٔ $Y = \frac{Y_m}{1 + exp\frac{\alpha - DAP}{\beta}}$ از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$(Y_m - Y_1) / Y_1 = L_n [(\alpha - DAA_1) / \beta]$$

$$(Y_m - Y_2) / Y_2 = L_n [(\alpha - DAA_2) / \beta]$$

برای تعیین کارائی و اعتبار برآورد پارامترهای مدل، با توجّه به اطلاعات مربوط به انباشت ماده خشک در دانه شانزده سری باقیمانده، ابتدا ضرایب مدل برای هر یک از این سری‌ها محاسبه و تابع انباشت ماده خشک آن‌ها به روش پیشنهادی تعیین گردید. برای هر یک از سری‌ها مقادیر انباشت ماده خشک بر اساس تابع تعیین شده برآورد شد و همبستگی بین مقادیر واقعی و مقادیر برآورد شده محاسبه گردید. وجود همبستگی بالا و بسیار معنی‌دار ($r = 0.99^{***}$) نشان دهنده کارائی مطلوب برآورد پارامترهای مدل است. علاوه بر آن با توجّه به مقادیر واقعی انباشت نیتروژن در دانه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در دو آزمایش، آزمون همبستگی بین مقادیر واقعی و مقادیر برآورد شده انباشت نیتروژن به روش مذکور تعیین گردید. همبستگی مذکور مثبت و در سطح احتمال ۰/۰۰۱ معنی دار شد. رگرسیون خطی بین داده‌های واقعی به عنوان متغیر وابسته

جدول ۴ ـ نتایج رگرسیون خطی بین مقادیر واقعی و مقادیر برآورد شده مربوط به انباشت ماده خشک و نیتروژن در دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره

Table 4. Results of linear regression between actual and esitmated amounts of dry matter and nitrogen accumulation in grain of spring wheat genotypes

$Y_{act} = b_0 + b_1 Y_{est}$		
ضرایب رگرسیونی	ماده خشک	نیتروژن
Regression coefficients	DM	N
b_0	-0.154	0.00
b_1	1.10	1.11
Adj . R^2	0.98	0.95
Reg . MS	935.10^{***}	317.70^{***}

*** : Significant at 0.001 probability level. ***: معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۰۱

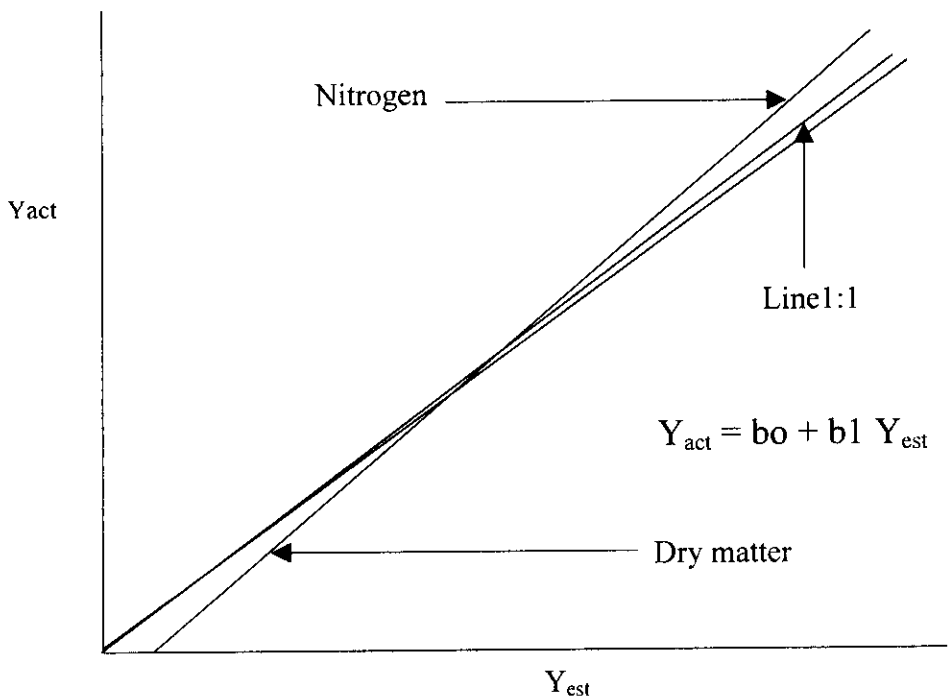
www.SID.ir

Archive of SID

(Y_{act}) و مقادیر برآورد شده به عنوان متغیر مستقل (Y_{est}) برازش گردید (جدول ۴).

مقدار t برای آزمون فرض برابری شیب خط رگرسیون بین Y_{act} و Y_{est} و خط ۱ : ۱ معنی‌دار نبود، بنابراین برای هر دو صفت روند انباشت ماده خشک و نیتروژن دانه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه رابطهٔ $Y_{act} = Y_{est}$ برقرار بوده و این آزمون نشان دهنده دقت در برآورد داده‌ها به وسیله مدل است (شکل ۱).

ضریب همبستگی بسیار معنی دار و رابطهٔ خطی بین Y_{act} و Y_{est} و همچنین بالا بودن ضریب تبیین روابط خطی مقادیر برآورد شده و مقادیر واقعی و موازی بودن خطوط رگرسیون بین مقادیر مذکور برای ماده خشک و نیتروژن با خط ۱ : ۱، همگی نشان دهنده کارائی روش برآورد پارامترهای مدل ($Y = \frac{Y_m}{1 + \exp[(\alpha - DAA/\beta]}$) در تخمین مقدار ماده خشک و نیتروژن در دانه یا هرگونه روند سیگموئیدی است. در مدل مذکور با تعیین مقدار درجه روز رشد تجمعی (GDD: Growing - Degree Days) امکان بررسی روند تغییرات بر اساس GDD به جای تقویم زمانی نیز وجود دارد. عدم همبستگی مقادیر برآورد شده با شرایط محیطی بر قوت روش



شکل ۱ - روند تغییرات Y_{act} ماده خشک و نیتروژن به عنوان تابعی از تغییرات Y_{est} در دانهٔ شانزده ژنوتیپ گندم بهاره

Fig .1. Trend of grain dry matter and nitrogen Y_{act} on based of Y_{est} in sixteen spring wheat genotypes

www.SID.ir

Archive of SID

تخمین پارامترها به روش پیشنهادی دلالت داشته و اصل استقلال از شرایط آزمایشی به عنوان یک معیار آماری برای دامنهٔ وسیعی ازکاربرد این روش را نشان می‌دهد.

روند انباشت ماده خشک و نیتروژن به روش برآورد پارامترهای مدل نمائی با استفاده از روش وایازی خطی با یافته‌های جبی‌هیو و همکاران (Gebyhoue *et al.*, 1982) مبنی بر این‌که پس از رسیدن به یک حداکثر، تغییرات وزن خشک و نیتروژن کاهش جزئی یافته و سپس به صورت مجانب در می‌آید مطابقت داشت. روند تغییرات مقادیر برآورد شده از روش پیشنهادی تغییرات سیگموئیدی را به خوبی نشان داده و نقایص برآورد انباشت ماده خشک و نیتروژن در دانه گندم که قبلاً توسط هوسلی و همکاران (Housley *et al.*, 1982)، براکنر و فرهبرگ (Bruchner and Frohberg, 1987)، ون سن فورد (Van Sanford, 1985)، جبی‌هیو و همکاران (Gebyhoue *et al.*, 1982) و بائر و همکاران (Bauer *et al.*, 1985) گزارش شده بود را مرتفع می‌نماید.

روش‌های سادهٔ برآورد داده‌ها، امکان بررسی تعداد بیشتری از ژنوتیپ‌ها را فراهم می‌سازد. با تقلیل تعداد نمونه برداری‌ها و مطالعه تعداد بیشتر ژنوتیپ‌ها و مطالعه سایر صفات از جمله دوام انباشت ماده خشک که از طریق انتگرال‌گیری از مدل مذکور و محاسبه سطح زیر منحنی در دو زمان $t_1 = 0$ یعنی زمان گرده‌افشانی و t_2 زمان رسیدگی فیزیولوژیکی به دست می‌آید را امکان‌پذیر می‌سازد. روش پیشنهادی نه فقط برای انباشت مواد در دانه بلکه برای مطالعه سایر روندهای سیگموئیدی از جمله تجمع ماده خشک در کل گیاه و تغییراتی از این دست در سایر علوم قابل استفاده است.

References

Bauer, A., Frank, A.B., and Black, A.L. 1985. Estimation of spring wheat dry matter assimilation from air temperature. Agronomy Journal 77: 743-752.

Beninati, N. F., and Busch, R.H. 1992. Grain protein inheritance and nitrogen uptake and redistribution in spring wheat crosses. Crop Science 32: 1471-1475.

Bruckner, P.L., and Frohberg, R.C. 1987. Rate and duration of grain fill in spring wheat. Crop Science 27: 451-455.

Cox, M.C., Qualest, C.O., and Rains, D.W. 1985. Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. Nitrogen assimilation in relation to grain yield and protein. Crop Science 25: 435-440.

Gebeyhoue, G.D., Knott, R., and Backer, R.J. 1982. Rate and duration of grain filling in duram wheat cultivars. Crop Science 22: 334-340.

www.SID.ir

Archive of SID

Gent, M.P.N., and Kiyomoto, P.K. 1985. Comparison of canopy and flag leaf net carbon droxide exchange of 1920 and 1977 New York winter wheat. Crop Science 25: 81-86.

Housley, T.L., Kirleis, A.W., Ohm, H.W., and Patterson, F.L. 1982. Dry matter accumulation in soft red winter wheat seeds. Crop Science 22: 290-294.

Kobata, T., Palata, J.A., and Turner, N.C. 1992. Rate of development of post-anthesis water deficits and grain filling of spring wheat. Crop Science 32: 1238-1249.

Lingle, S.E., and Chevalier, P. 1985. Development of vascular tissue of the wheat and barley caryopsis as related to the rate and duration of grain filling. Crop Science 25: 123-128.

McCiag, T.N., and Clark, J.M. 1982. Seasonal changes in nonstructural carbohydrate levels of wheat and oat grown in semiarid environment. Crop Science 22: 963-970.

Palata, J.A., Kobata, T., Turner, N.C., and Fillery, I.R. 1994. Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by postanthesis water deficits. Crop Science 34: 118-124.

Van Sanford, D.A. 1985. Variation in kernel growth characters among soft red winter wheats. Crop Science 26: 626-630.

Van Sanford, D.A., and Mackown, C.T. 1987. cultivar differences in nitrogen remobilization during grain filling in soft red winter wheat. Crop Science 27: 295-300.

Wiegand, C.L., and Cuellar, J.A. 1981. Duration of grain filling and kernel weight as affected by temperature. Crop Science 21: 95-101.

آدرس نگارندگان:
احمد نادری - بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان، اهواز.
ابوالحسن هاشمی دزفولی و مسعود بارمحمدی - دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران، اهواز.
عبدالمجید رضائی - دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.
اسلام مجیدی هروان - مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ۴۱۱۹، کرج ۳۱۵۸۵.
قربان نورمحمدی - دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، صندوق پستی ۷۷۵، تهران ۱۴۵۱۵.

www.SID.ir