مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد هفدهم، شماره دوم، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journal

تعیین پارامترهای مدل‌سازی عملکرد براساس شاخص برداشت در گیاه گندم

*راحله عرب‌عامری[۱]، افشین سلطانی[۲]، بهنام کامکار[۳]، ابراهیم زینلی[۴] و فرهاد خاوری[۵]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۵]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۲۵

چکیده

شاخص برداشت یکی از پارامترهای مهم در مدل‌های شبیه‌سازی جهت پیش‌بینی عملکرد دانه است. از آنجایی‌که این پارامتر تحت شرایط مختلف محیطی تغییر می‌یابد از این‌رو در این پژوهش سعی شده است تا روابطی برای برآورد آن، تهیه گردد. به این منظور آزمایشی به‌صورت تجزیه مرکب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار در گرگان در سال زراعی ۸۵-۱۳۸٤ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل ٤ رقم منطقه (کوهدشت، شیرودی، تجن و زاگرس) بود که در ٦ تاریخ کاشت (۲۳ آذر، ۳۰ دی، ۲ اسفند، ۲۹ اسفند، ۲۷ فروردین و ۲۸ فروردین) کشت گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که از نظر شیب خط شاخص برداشت در بین تاریخ‌های کاشت اختلاف معنی‌داری وجود دارد. این تغییرات در شیب خط شاخص برداشت به میانگین دما، بیوماس تجمع‌یافته قبل از شروع پر شدن دانه و کسر ماده خشک تولیده شده در بعد به قبل از گرده‌افشانی نسبت داده شد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده و ارزیابی مدل‌های برآورد شده مشخص گردید که شبیه‌سازی dHI/dt و شاخص برداشت توسط f_G بهترین برآورد را دارد به‌طوری‌که RMSE به‌دست آمده از مجموع ارقام در مدل برآورد dHI/dt توسط f_G برابر ۰/۲۵ درصد در روز شد که نسبت به مدل‌های دیگر دارای مقدار کم‌تری بود. بنابراین از این رابطه‌ها می‌توان برای تخمین شیب خط شاخص برداشت استفاده کرد و یا آن‌ها را در مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی برای مدل‌سازی عملکرد به‌کار برد.

واژه‌های کلیدی: گندم، شاخص برداشت، شیب خط شاخص برداشت، مدل‌سازی، عملکرد دانه

* مسئول مکاتبه: r_arabameri@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

هدف اصلی مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی، پیش‌بینی عملکرد است. در بیش‌تر مدل‌های شبیه‌سازی جهت پیش‌بینی عملکرد دانه از دو روش شبیه‌سازی اجزاء عملکرد (ویلالبوس و همکاران، ۱۹۹٦) و شبیه‌سازی شاخص برداشت (ویلیامز و همکاران، ۱۹۸۹؛ استوکلی و همکاران، ۱۹۹٤) استفاده می‌شود. به‌طور عموم در روش پیش‌بینی عملکرد دانه توسط اجزای عملکرد، از سرعت رشد دانه (SGR) استفاده می‌شود (گالاگر و همکاران، ۱۹۷٦؛ سوفید و همکاران، ۱۹۷۷). در این روش با استفاده از SGR تک‌دانه و تعداد دانه در گیاه، SGR کل بوته به‌دست می‌آید. اما استفاده از این روش مشکلاتی به همراه دارد. اول این‌که برآورد سرعت رشد تک‌دانه که نمایانگر کل گیاه باشد، مشکل است زیرا سرعت رشد در بین دانه‌های قرار گرفته در موقعیت‌های مختلف گیاه، مختلف می‌باشد (اسپیت و سینکلر، ۱۹۸٤) دوم این‌که، تخمین تعداد دانه نیز مشکل است (جیمسون و همکاران، ۱۹۹۱). اسپیت و سینکلر (۱۹۸۵) پی بردند که با استفاده از تغییرات شاخص برداشت در طول دوره پر شدن دانه می‌توان SGR را بهتر برآورد نمود و از طرفی دیگر می‌توان با برآورد دقیق شاخص برداشت پیش‌بینی مناسبی از عملکرد دانه داشت، به‌طوری‌که همر و ماچو (۱۹۹٤) و همر و بورد (۲۰۰۳) در گیاه سورگوم و سلطانی و همکاران (۲۰۰٤) در گندم بیان داشتند تغییرات کوچک در شاخص برداشت اثر مهمی بر روی پیش‌بینی عملکرد دانه دارد و از آنجایی‌که حداکثر شاخص برداشت در دو سوم زمان بین گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی رخ می‌دهد از این‌رو برآورد دقیق مقدار سرعت افزایش شاخص برداشت و زمان رسیدن به حداکثر شاخص برداشت مشکل است.

مقدار ثابت افزایش خطی شاخص برداشت این قابلیت را ایجاد می‌کند که با داشتن بیوماس گیاه در هر یک از مراحل رشد دانه، عملکرد دانه را برآورد نمود (موت و همکاران، ۱۹۹۵). اما در مطالعات وسیع توسط موت و همکاران (۱۹۹٦) در گندم، بینیدی و همکاران (۱۹۹۹) در گندم، آفتاب‌گردان وسویا، لکوئور و سینکلر (۲۰۰۱) در نخود بیان داشتند مقدار شیب خط شاخص برداشت در دامنه‌ای از شرایط مختلف محیطی مانند تنوع تاریخ کاشت، تیمارهای آبیاری و سطوح نیتروژن تغییر می‌کند. سلطانی و همکاران (۲۰۰۵) نیز در گیاه نخود بیان داشتند که شیب خط شاخص برداشت در دامنه ۱/۱۲ تا ۲/۱۹ درصد در روز در تراکم و تاریخ کاشت‌های مختلف تغییر می‌کند و علت این امر را به تغییرات بیوماس و میانگین دما قبل از شروع پر شدن دانه مربوط دانستند. همر و همکاران (۱۹۹۵) در گیاه بادام‌زمینی نیز علت تغییرات شیب خط شاخص برداشت را به اختلاف میانگین دما از کاشت تا

Archive of SID

www.SID.ir

پایان رشد برگ بیان نمودند. بنگ و همکاران (۱۹۹۸) در آفتاب‌گردان و همر و بورد (۲۰۰۳) در سورگوم نیز پی بردند که با کاهش دما، شیب خط شاخص برداشت کاهش می‌یابد.

هدف از این پژوهش برآورد پارامترهای مدل‌سازی عملکرد براساس شاخص برداشت برای ارقام گندم منطقه است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت تجزیه مرکب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۸۵-۱۳۸٤ اجرا گردید. شهرستان گرگان با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ٤٥ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٥٤ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی، در ارتفاع ۱۳ متر از سطح دریا قرار دارد. متوسط بارندگی سالیانه ٦۰۷ میلی‌متر و دامنه نوسان دمای سالیانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای سالیانه ۱۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. تیمار مورد آزمایش شامل ٤ رقم گندم بهاره (کوهدشت، شیرودی، تجن، زاگرس) که در ٦ تاریخ کاشت (۲۳ آذر، ۳۰ دی، ۲ اسفند، ۲۹ اسفند، ۲۷ فروردین و ۳۱ اردیبهشت) کشت گردید. مقدار بذر براساس تراکم مطلوب ۳۳۳ بوته در مترمربع محاسبه و کاشت در خطوطی با فاصله ۱٥ سانتی‌متر انجام گرفت. متوسط فاصله بذرها در هر خط کاشت ۲ سانتی‌متر و بین ارقام در هر کرت ٤۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. میزان کود توصیه شده قبل از کاشت ۱٦۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل، ۱٦۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ٥۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار بود و همچنین، کود اوره به‌میزان ٥۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله پنجه‌زنی و در مرحله گرده‌افشانی به‌صورت سرک به خاک اضافه شد. نمونه‌گیری از مرحله گرده‌افشانی به بعد به‌مدت هر ۷ روز یک‌بار تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی صورت گرفت (۱۰ بوته به‌طور تصادفی از میانگین کرت‌ها انتخاب شد) و سپس دانه از بوته جدا شده و بقیه اندام‌ها رویشی به همراه بقایای خوشه در آون ۷۰ درجه تا زمانی که وزن آن ثابت شود، قرار گرفتند. شاخص برداشت از تقسیم وزن خشک دانه به وزن خشک کل اندام رویشی و زایشی محاسبه گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه آماری و برنامه EXCEL به اندازه‌گیری پارامترهای زیر پرداخته شد:

برای توصیف تغییرات شاخص برداشت در مقابل زمان از معادله سلطانی و همکاران (۲۰۰٥) استفاده شد:

Archive of SID

www.SID.ir

$$\begin{aligned} y &= a + bx \qquad if \qquad x < x_0 \\ y &= a + bx_0 \qquad if \qquad x \geq x_0 \end{aligned} \qquad (۱)$$

که در آن Y: شاخص برداشت، x: روز بعد از گلدهی، b: سرعت افزایش شاخص برداشت در مقابل زمان، a: عرض از مبداء، x_0: زمان پایان افزایش خطی در شاخص برداشت می‌باشد.

برای توصیف اثر تغییرات کسر ماده خشک تولید شده در بعد به قبل از گرده‌افشانی بر روی شاخص برداشت از معادله کمانیان و همکاران (۲۰۰۷) استفاده شد:

$$HI = HI_X - (HI_X - HI_0).\exp(-k.f_G) \qquad (۲)$$

HI_x: حداکثر شاخص برداشت قابل حصول، HI_0: حداقل شاخص برداشت در شرایطی که بعد از گرده‌افشانی هیچ ماده خشکی تولید نشود، K: ضریب ثابت، f_G : کسر ماده خشک تولید شده در بعد به قبل از گرده‌افشانی که از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$f_G = \frac{(TDM_{ph} - TDM_{ant})}{TDM_{ph}} \qquad (۳)$$

TDM_{ph}: وزن خشک کل در رسیدگی فیزیولوژیکی (گرم بر مترمربع)، TDM_{ant}: وزن خشک کل در گرده‌افشانی (گرم بر مترمربع). با وجود این‌که از نظر فیزیولوژیکی محاسبه شاخص برداشت با معادله بالا معنی‌دار می‌شود ولی می‌بایست شاخص برداشت از حد پتانسیل واقعی آن کم‌تر باشد از این‌رو با جایگزینی مقدار ثابت k تصحیح گردید (کمانیان و همکاران، ۲۰۰۷)؛

$$k \leq \frac{1 - HI_0}{HI_x - HI_0} \qquad (٤)$$

برای پی بردن به عوامل مؤثر بر روی شیب خط شاخص برداشت به بررسی آن در مقابل عوامل زیر پرداخته شد: شیب خط شاخص برداشت در مقابل ماده خشک در گرده‌افشانی و کسر ماده خشک تولید شده در بعد به قبل از گرده‌افشانی از رابطه درجه دو استفاده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین پارامترهای به‌دست آمده از ارقام مختلف گندم در تاریخ‌های کاشت. dHI/dt (شیب خط شاخص برداشت) درصد در روز؛ x_0 (زمان خاتمه فاز خطی شاخص برداشت)، روز؛ HI_{ph} (شاخص برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی)، درصد.

تاریخ کاشت	کل ماده خشک در گرده‌افشانی (گرم بر مترمربع)	کسر ماده خشک تولید شده در بعد به قبل از گرده‌افشانی (گرم بر گرم)	میانگین دما از کاشت تا شروع پر شدن دانه (سانتی‌متر)	میانگین دما از شروع پر شدن دانه تا رسیدگی برداشت (سانتی‌متر)	dhi/dt	x_0	HI_{ph}
۲۳ آذر	۱۱۶۸/۹	۰/۱۳۱	۱۰/۶	۲۰/۸۲	۱/۲۰	۳۹	٤۳/٤
۳۰ دی	۷۸۹/۹	۰/۳۰۲	۱٤/۸	۲٤/٤٤	۱/۲٤	۳٦	٤۱/۹
۲ اسفند	۷۹۹/۵	۰/۳۱۲	۱٤/۸	۲٦/۱۷	۱/۵۳	۲۸	٤۱/۸
۲۹ اسفند	٦۵۰/۳	۰/۳۱۲	۱۷/۳	۲۷/۸۱	۱/۷۵	۲۲	۳٦/۵
۲۷ فروردین	۳۷۲/۹	۰/۰٤۰	۲۰/۹	۲۸/۲٦	۰/۸۵	۱۸	۱۵/٤
۲۷اردیبهشت	۱۹۷/۷	۰/۱٤۵	۲٦/٦	۲۹/۲۱	۰/٦٦	۱٤	۹/٤

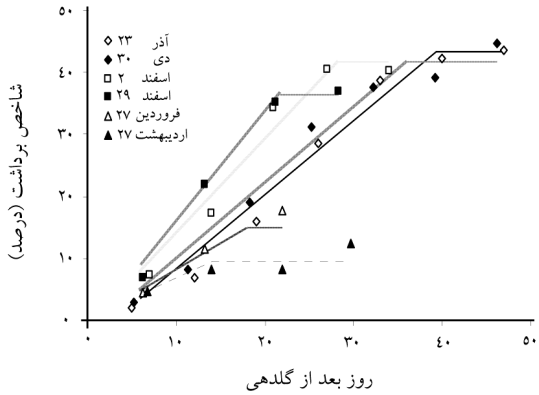
نتایج و بحث

الف) تغییرات صفات اندازه‌گیری شده: در شکل ۱ رابطه شاخص برداشت در مقابل روز بعد از گلدهی که از یک مدل دوتکه‌ای تبعیت کرد، ارایه شده است. در این رابطه برای زمان پایان افزایش خطی شاخص برداشت (x_0) در بین ارقام اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد اما مابین تاریخ‌های کاشت از نظر این پارامترها اختلاف قابل‌ملاحظه‌ای وجود داشت (جدول ۲). در تاریخ کاشت‌های تاخیری به‌دلیل گرم‌تر شدن هوا، زمان شروع و خاتمه فاز خطی زودتر اتفاق افتاد زیرا میانگین دما از شروع تا پایان دوره پر شدن دانه از ۲۰/۸ درجه سانتی‌گراد به ۲۹/۲ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت که این افزایش دما سبب کاهش در طول دوره فاز خطی از تقریباً ۳۹ به ۱۵ روز شد (جدول ۱).

از نظر شیب خط شاخص برداشت (dHI/dt) نیز در بین تاریخ‌های کاشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت و دامنه تغییرات آن بین ۱/۷۵-۰/٦٦ درصد در روز بود. همر و همکاران (۱۹۹۵) و سلطانی و همکاران (۲۰۰۵) نیز بیان داشتند میانگین دما قبل از شروع پر شدن دانه بیش‌ترین تأثیر را بر روی تغییرات dHI/dt دارد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- تغییرات شاخص برداشت در برابر زمان بعد از گرده‌افشانی در تاریخ‌های کاشت مختلف. نقاط و خط به‌ترتیب داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده با مدل خطی در ارقام مختلف گندم می‌باشد.

ب) رابطه dHI/dt و شاخص برداشت با میانگین دما قبل از گرده‌افشانی: رابطه بین dHI/dt در مقابل میانگین دما از کاشت تا شروع پر شدن دانه از یک مدل درجه دوم تبعیت کرد. نتایج به‌دست آمده از برآورد مدل نشان داد رقم کوهدشت دارای R^2 بالاتر (۰/۸۳) و CV کم‌تری (۱۲) نسبت به دیگر ارقام را دارد و کمترین R^2 (۰/۰۹) و بیش‌ترین CV (۲۸) مربوط به رقم شیرودی بود (جدول ۳). با بررسی ضرایب به‌دست آمده در این مدل مشخص گردید که بین ارقام اختلاف معنی‌داری وجود ندارد از این‌رو یک معادله از مجموع ارقام استخراج گردید (شکل ۲- الف). با توجه به معادله به‌دست آمده از مجموع ارقام مشخص شد که تقریباً در میانگین دمای ۱۵/۸ درجه سانتی‌گراد مقدار dHI/dt (۰/۰۱٤ در روز) به حداکثر خود می‌رسد و سپس با افزایش میانگین دما، مقدار dHI/dt کاهش می‌یابد (شکل ۲- الف). همر و همکاران (۱۹۹۵) در گیاه نخود به این نتیجه رسیدند که افزایش دما بعد از ۲۷ درجه سانتی‌گراد، مقدار dHI/dt به‌شدت کاهش می‌یابد. در حالی‌که، سلطانی و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه نخود دریافتند که افزایش دما تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش در dHI/dt می‌شود و با افزایش دما بعد از این مقدار dHI/dt ثابت می‌ماند.

رابطه بین شاخص برداشت با میانگین دما قبل از شروع پر شدن دانه از یک مدل دوتکه‌ای تبعیت کرد. نتایج به‌دست آمده از برآورد مدل در همگی ارقام R^2 بالا و CV کم را نشان داد (جدول ٤). با بررسی ضرایب به‌دست آمده در این مدل مشخص گردید بین ارقام اختلاف معنی‌داری وجود ندارد از این‌رو یک معادله از مجموع ارقام استخراج گردید (شکل ۲- ب). با توجه به معادله به‌دست آمده از مجموع ارقام مشخص شد که افزایش دما تا ۱۳/٤٤ درجه سانتی‌گراد تغییری در درصد شاخص برداشت به‌دست نمی‌آید ولی با افزایش دما بعد از این مقدار شاخص برداشت با افزایش یک درجه سانتی‌گراد با سرعت ۲/۸ درصد کاهش می‌یابد (جدول ٤).

Archive of SID

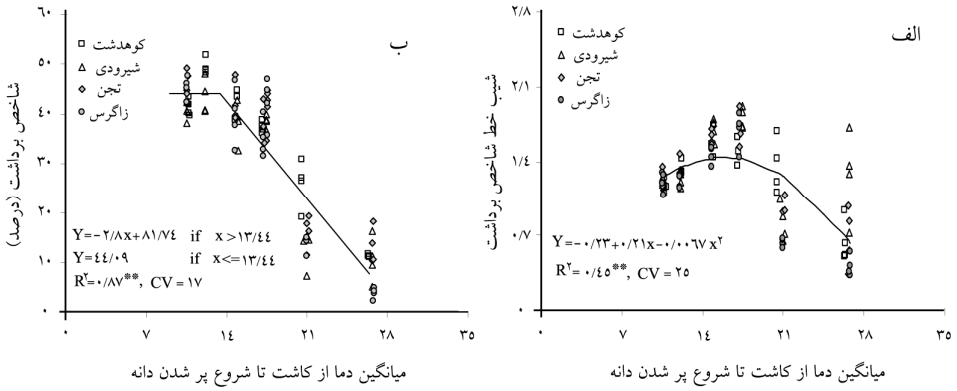
www.SID.ir

جدول ۲- ضریب b و مقدر a و x_0 در مدل رگرسیون تکه‌ای بین شاخص برداشت در مقابل روز پس از گلدهی در ارقام مختلف گندم و تاریخ کاشت‌های مختلف. n تعداد نمونه، CV ضریب تغییرات، RMSE جذر میانگین مربعات خطا و R^2 ضریب تبیین هستند.

تاریخ کاشت	رقم	a±se	b±se	x_0	HI_{max}	CV	RMSE	R^2
۱۳۸٤/۹/۲۳	کوهدشت	-۲/۸ ± ۱/۸۳	۱/۱۳ ± ۰/۰۹	۳۸/۸ ± ۱/۸۳	٤۱/۳	۱۵	۲/۹۷	۰/۹۷
	شیرودی	-۳/۳٤ ± ۱/۱۹	۱/۱۹ ± ۰/۰۹	۳۷/٦ ± ۲/٤۵	٤۱/٤	۱۲	۲/٦٦	۰/۹۸
	تجن	-٤/۵٤ ± ۲/۵۸	۱/۲۷ ± ۰/۱۳	۳۹/۱ ± ۳/۲۳	٤۵/۲	۱۵	۳/٦٤	۰/۹۷
	زاگرس	-٤/۷۲ ± ۲/۵۷	۱/۲۲ ± ۰/۱۳	٤۰/٤ ± ۳/٤۲	٤٤/۸	۱٦	۳/٦۱	۰/۹۷
۱۳۸٤/۱۰/۳۰	کوهدشت	-۲/٦۹ ± ۲/٦۱	۱/۲۸ ± ۰/۱۵	۳٦/٤ ± ۳/٦۹	٤٤/۲	۱۸	۳/۹۷	۰/۹۷
	شیرودی	-۲/۳۱ ± ۱/۷۷	۱/۲۳ ± ۰/۰۹	۳٤/٦ ± ۲/۲٦	٤۰/۵	۱۱	۲/۵۷	۰/۹۸
	تجن	-۲/۳۱ ± ۱/۹۸	۱/۳۱ ± ۰/۱۱	۳۳/٤ ± ۲/۳۱	٤۱/٤	۱۲	۲/۸۸	۰/۹۸
	زاگرس	-۳/۵۸ ± ۲/۰۹	۱/۱۷ ± ۰/۰۹	۳۸/۳ ± ۲/٦۲	٤۱/۵	۱۲	۲/۸۸	۰/۹۸
۱۳۸٤/۱۲/۲	کوهدشت	-۳/۱٦ ± ۲/٤۸	۱/۵۵ ±۰/۱۵	۲۸/۷± ۲/٦۵	٤۱/٤	۱٤	۳/۱۷	۰/۹۸
	شیرودی	۱/۰۵ ± ۱/۷۹	۱/٦۸ ± ۰/۱۸	۲۳/۰ ± ۲/۰۵	۳۹/۸	۱۰	۲/۳٦	۰/۹۹
	تجن	-۳/۷۳ ±۳/۳۵	۱/۵۹ ±۰/۱۸	۲۹/۰ ±۳/۲۳	٤۲/٦	۱۷	٤/۱۳	۰/۹۷
	زاگرس	-۲/٤۲ ± ۲/۷۵	۱/٤۷ ±۰/۱۹	۲۹/۰ ±۲/۸۸	٤۰/۱	۱۳	۳/۱۸	۰/۹۸
۱۳۸٤/۱۲/۲۹	کوهدشت	-۱/۰۷ ± ۱/۳۵	۱/۵۵ ± ۰/۰۹	۲٤/٦ ± ۱/٤۱	۳۷/۳	۸	۱/٦۱	۰/۹۹
	شیرودی	-۱/۱۳ ± ۱/۰۷	۱/۸۳ ± ۰/۰۹	۲۱/٦ ± ۱/۰۲	۳۸/۵	۷	۱/۳٦	۰/۹۸
	تجن	-۰/۸۸ ± ۱/۱۵	۱/۷٦ ± ۰/۰۹	۲۱/۷ ± ۱/۱۵	۳۷/۳	۷	۱/٤٦	۰/۹۹
	زاگرس	-۲/۲۹ ± ۲/۸۷	۱/٦۹ ± ۰/۲۱	۲۲ ±۲/٦۹	۳٤/۹	۱۸	۳/٤۷	۰/۹۸
۱۳۸۵/۱/۲۷	کوهدشت	-۰/۰۰۲± ۲/۲٦	۱/۳۰ ± ۰/۳۳	۱۷/۸ ±۳/۷۵	۲۳/۲	۲٦	۲/٦۳	۰/۹۷
	شیرودی	-۰/۰۱ ± ۲/۳۳	۰/۸٤ ±۰/۲٦	۱۸/٤ ± ٤/٤۹	۱۲/۸	۲٦	۲/۵۵	۰/۹۳
	تجن	-۱/۰۱ ± ۲/۲۵	۰/۸۹ ± ۰/۲۵	۱۹/٤ ± ٤/۷۳	۱٦/٤	۳۱	۲/٤۷	۰/۹۷
	زاگرس	-۰/۳۸ ± ۰/٤۰	۰/۵۹ ± ۰/۰۳	۲۲ ± ۱/۰۸	۱۳/۷	۷	۰/٤۹	۰/۹۹
۱۳۸۵/۲/۲۷	کوهدشت	-۰/۰۹ ±۰/۱۸	۰/٦۹ ±۰/۰۲	۱٦/۹ ±۰/٤٤	۱۱/٦	۳	۰/۱۹	۰/۹۹
	شیرودی	۰/۸۱ ± ۱/۹۲	۰/۷۲ ± ۰/۲۸	۱۲/۱ ± ۳/۷۹	۹/۵	۳۲	۲/۲٤	۰/۸۲
	تجن	۰/۲٦ ± ۰/٤٦	۰/٦۲ ± ۰/۰۵	۲۰/۵ ± ۱/۲۱	۱۳/۱	٦	۰/٤۹	۰/۹۹
	زاگرس	۰ ± ۱/۲۸	۰/۳۹ ± ۰/۲	۱۲/۱ ± ۵/۰۵	٤/۸	۳۹	۱/۲۹	۰/۹۰
۱۳۸٤/۹/۲۳		-۳/۷ ± ۰/۹۹	۱/۲ ± ۰/۰۵	۳۹/۳ ± ۱/۳۸	٤۳/٤	۱۱	۲/۹۲	۰/۹۷
۱۳۸٤/۱۰/۳۰		-۲/۵۵ ± ۱/۰۳	۱/۲٤ ± ۰/۰۵	۳۵/۹ ± ۱/۳۳	٤۱/۹	۱۱	۲/۹۷	۰/۹۷
۱۳۸٤/۱۲/۲		-۱/٤۷ ± ۱/۵۲	۱/۵۳ ± ۰/۱۰	۲۸/۲ ± ۱/۵۸	٤۱/۸	۱٤	۳/۸۲	۰/۹۵
۱۳۸٤/۱۲/۲۹		۱/٤۷ ± ۰/۸۷	۱/۷۵ ± ۰/۰۹	۲۱/۷ ± ۰/۸٤	۳٦/۵	۸	۲/۰۷	۰/۹۸
۱۳۸۵/۱/۲۷		۰/۰۰۱ ± ۱/۲٤	۰/۸۵ ± ۰/۱۵	۱۸/۰ ± ۲/۵۳	۱۵/٤	۲۲	۲/۷۷	۰/۸۵
۱۳۸۵/۲/۲۷		-۰/۲۱ ± ۱/۱۵	۰/٦٦ ± ۰/۱٦	۱٤/۱ ± ۲/۸۰	۹/٤	۳۰	۲/۵۱	۰/۹۱

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- رابطه بین میانگین دما از زمان کاشت تا شروع پر شدن دانه با شیب خط شاخص برداشت (الف) و شاخص برداشت (ب) در ارقام مختلف گندم.

سلطانی و همکاران (۲۰۰۵) بیان داشتند تغییرات در dHI/dt و شاخص برداشت به تغییرات کل بیوماس و طول دوره قبل از شروع رشد دانه وابسته است.

ج) رابطه dHI/dt و شاخص برداشت با تجمع بیوماس قبل از گرده‌افشانی: رابطه dHI/dt در مقابل کل ماده خشک در زمان پر شدن دانه از یک مدل درجه دوم تبعیت کرد. نتایج به‌دست آمده از برآورد مدل نشان داد رقم زاگرس دارای R^2 بالاتر (۰/۷۹) نسبت به دیگر ارقام را دارد و کم‌ترین R^2 (۰/۰۹) مربوط به رقم شیرودی بود (جدول ۳). با بررسی ضرایب به‌دست آمده در این مدل مشخص گردید که بین ارقام اختلاف معنی‌داری وجود ندارد از این‌رو یک معادله از مجموع ارقام استخراج گردید. با توجه به معادله به‌دست آمده از مجموع ارقام مشخص شد که با افزایش تجمع ماده خشک تا ۸۷۸ گرم بر مترمربع مقدار dHI/dt به حداکثر خود رسید و سپس کاهش یافت (شکل ۳- الف).

رابطه بین شاخص برداشت در مقابل کل ماده خشک در زمان پرشدن دانه از یک مدل درجه دوم تبعیت کرد. نتایج به‌دست آمده از برآورد مدل R^2 بالا را در همگی ارقام نشان داد (جدول ٤). با بررسی ضرایب به‌دست آمده در این مدل مشخص گردید بین ارقام اختلاف معنی‌داری وجود ندارد از این‌رو یک معادله از مجموع ارقام استخراج گردید (شکل ۳- ب). با توجه به معادله به‌دست آمده از مجموع ارقام مشخص شد که با افزایش تجمع ماده خشک تا ۱۱۲۱ گرم بر مترمربع در شروع پر شدن دانه شاخص برداشت به حداکثر خود رسید و سپس کاهش یافت (جدول ٤). این ارتباط نشان داد که

Archive of SID

www.SID.ir

برای تنظیم شیب خط شاخص برداشت دانستن شرایط رشد قبل از شروع رشد دانه ضروری است زیرا طول این دوره و بیوماس در این دوره متغیر بوده و به شرایط رشد وابسته است.

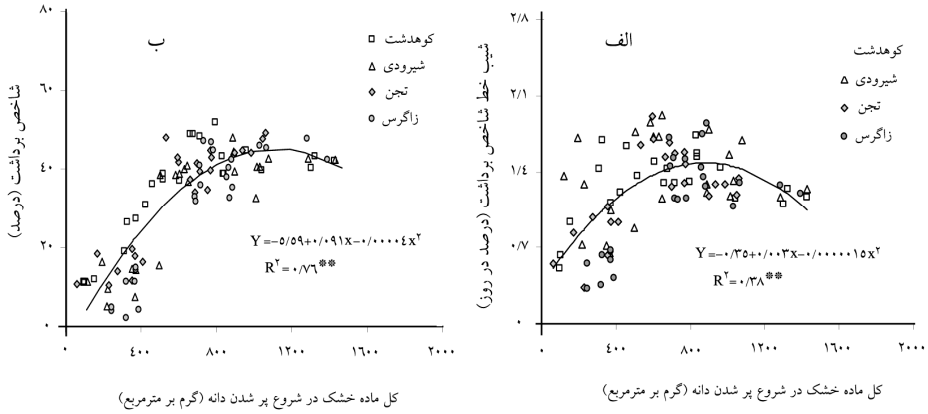
د) رابطه dHI/dt و شاخص برداشت با کسر ماده خشک تولیده شده در بعد به قبل از گرده‌افشانی: علاوه‌بر اهمیت شرایط رشد قبل از شروع پرشدن دانه که در بالا به آن اشاره شد اما نمی‌توان از نقش شرایط رشد بعد از پر شدن دانه چشم‌پوشی کرد، چرا که این نظریه وجود دارد که اغلب مواد فتوسنتزی قبل از پر شدن دانه در رشد رویشی یا گلدهی مورد استفاده قرار می‌گیرد در حالی‌که در طول پر شدن دانه اغلب مواد فتوسنتزی به فرآیند پر شدن دانه اختصاص می‌یابد، از این‌رو احتمالاً کسر ماده خشک تولید شده در بعد به قبل از گرده‌افشانی (f_G) نیز در پیش‌بینی شاخص برداشت تأثیرگذار است. با مطالعه f_G در بین تاریخ‌های کاشت مشاهده گردید که مقدار آن در دامنه ۰/۰٤ تا ۰/۳۱ (گرم بر گرم) متغیر بود به‌طوری‌که وقتی گیاه در شرایط گلدهی زود هنگام قرار گرفت f_G افزایش یافت (جدول ۱). لوپز- کاستاندا و ریچاردز (۱۹۹٤) نیز بیان داشتند که گلدهی زودهنگام به گیاه این اجازه را می‌دهد تا قبل از این‌که دما افزایش یابد، پر شدن دانه اتفاق افتد که در این صورت افزایش f_G امکان‌پذیر است. همچنین نتایج ضرایب همبستگی نیز نشان داد که ارتباط بین dHI/dt با f_G مثبت و بیش‌تر از ماده خشک تولید شده قبل از شروع پر شدن دانه است (به‌ترتیب ۰/٤۹ و ۰/٤۳-).

رابطه بین dHI/dt با f_G نیز از یک مدل درجه دوم تبعیت کرد (جدول ٤). نتایج به‌دست آمده نشان داد که رقم شیرودی R^2 (٦۳ درصد) بالاتری نسبت به دیگر ارقام دارد و از طرفی دیگر رقم کوهدشت دارای R^2 (۲٤ درصد) کم‌تری نسبت به دیگر ارقام را به خود اختصاص داد. با بررسی ضرایب به‌دست آمده از مدل در ارقام مختلف مشخص شد که بین ارقام اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بنابراین یک معادله از مجموع ارقام استخراج گردید.

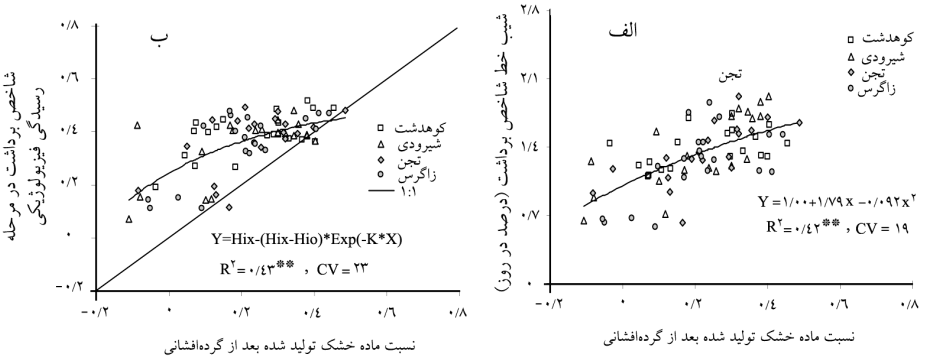
نتایج رابطه به‌دست آمده از مجموع ارقام مشخص کرد که f_G ٤۵ درصد از تغییرات dHI/dt را حادث می‌شود. به‌طوری‌که در این رابطه با افزایش f_G تا ۹۷ درصد در طول دوره پر شدن دانه، شیب خط شاخص برداشت به حداکثر خود (۱/۸۹ درصد در روز) رسید (شکل ٤).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- رابطه بین شاخص برداشت و شیب خط شاخص برداشت با روز تا شروع پر شدن دانه و کل بیوماس در گرده‌افشانی.



شکل ٤- تغییرات شاخص برداشت در برابر نسبت ماده خشک تولید شده در طول دوره پر شدن دانه (الف). تغییرات شیب خط شاخص برداشت در برابر نسبت ماده خشک تولید شده در طول دوره پر شدن دانه (ب).

رابطه بین شاخص برداشت در برابر f_G از یک مدل نمایی تبعیت کرد به‌طوری‌که با افزایش در f_G ، شاخص برداشت نیز افزایش یافت. نتایج به‌دست آمده از پارامترهای این مدل نشان داد که بین ارقام اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بنابراین از یک معادله کلی برای توصیف این ارتباط استفاده شد (جدول ٤). در شکل (٤) منحنی شاخص برداشت در مقابل f_G آمده است با توجه به ضرایب به‌دست آمده مشخص گردید زمانی‌که هیچ نوع ماده خشکی بعد از گرده‌افشانی تولید نشد و با توجه به منابع قبل از گرده‌افشانی، مقدار شاخص برداشت به ۲٦ درصد رسید و در جایی‌که f_G (۵۲ درصد) خط ۱:۱، منحنی شاخص برداشت را قطع کرد برای پر شدن دانه نیازی به استفاده از ذخایر قبل از

www.SID.ir

گرده‌افشانی نیست و فتوسنتز جاری سبب پرشدن دانه شد. با افزایش مقدار f_G بعد از این مقدار درصد شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد به‌طوری‌که وقتی به حداکثر درصد شاخص برداشت (۵۳ درصد) رسید با افزایش در f_G تغییری در درصد شاخص برداشت حادث نشد.

جدول ۳- ضرایب و مقادیر a، b و c در مدل خطی $y = ax^2 + bx + c$ بین شیب خط شاخص برداشت در مقابل عوامل مؤثر بر آن ارقام گندم. RMSE جذر میانگین مربعات خطا، CV ضریب تغییرات و R^2 ضریب تبیین هستند.

dHI/dt	رقم	a±se	b±se	c±se	RMSE	CV	R^2
میانگین دما قبل از شروع پر شدن دانه	کوهدشت	−۰/۰۰۹±۰/۰۰۱	۰/۳۲±۰/۰۵	−۱/۱٤±۰/٤۰	۰/۱۵	۱۲	۰/۸۳**
	شیرودی	−۰/۰۰٤±۰/۰۰۳	۰/۱۲±۰/۱۱	۰/۳۸ ±۰/۹٤	۰/۳۸	۲۸	۰/۰۹ns
	تجن	−۰/۰۰۷±۰/۰۰۲	۰/۲۰±۰/۰۸	−۰/۰۹±۰/٦۷	۰/۲٦	۲۲	۰/٦۱**
	زاگرس	−۰/۰۰۷±۰/۰۰۲	۰/۲۱±۰/۰۸	−۰/۱۷±۰/۷۰	۰/۲۸	۲٦	۰/٦٦**
	کل ارقام	−۰/۰۰۷±۰/۰۰۱	۰/۲۱±۰/۰٤	−۰/۲۳±۰/۳۸	۰/۳۰	۲۵	۰/٤۵**
ماده خشک تجمعی قبل از شروع پر شدن دانه	کوهدشت	۰/۰۰۰۰۰۲±۲/۷۹^{۷}	۰/۰۰۰۲±۰/۰۰۰٤	۰/۵۱ ±۰/۱۳	۰/۲۲	۱۷	۰/٦٤**
	شیرودی	−۰/۰۰۰۰۰۰۸±٦/۰٦	۰/۰۰۱±۰/۰۰۰۹	۰/۸۹ ±۰/۲۹	۰/۳۸	۲۸	۰/۱۱ns
	تجن	−۰/۰۰۰۰۰۳±٦/۷۰	۰/۰۰٤±۰/۰۰۰۸	۰/۰۲ ±۰/۲۲	۰/۲۵	۲۱	۰/٦٤**
	زاگرس	−۰/۰۰۰۰۰۲±٤/۱۰	۰/۰۰٤±۰/۰۰۰٦	−۰/٦۲±۰/۲۲	۰/۲۲	۲۱	۰/۷۹**
	کل ارقام	−۰/۰۰۰۰۰۱±۲/۵۲	۰/۰۰۲±۰/۰۰۰٤	۰/۳۷ ±۰/۱۲	۰/۳۲	۲٦	۰/۳۹**
f_G	کوهدشت	−۱/۲۸±۲/٤۸	۱/۱۸ ±۱/۱۲	۱/۲۰±۰/۱۰۳	۰/۱۸	۱۳	۰/۲٤ns
	شیرودی	۳/۹۹±۲/۵۲	۰/۵۷ ±۰/۸٤	۰/۹٦±۰/۰۵۵	۰/۲۵	۱۹	۰/٦۳**
	تجن	−۱/٤۹±۲/۲۰	۱/۰۱ ±۰/۹۵	۱/۱±۰/۱۱۵	۰/۲٤	۱۸	۰/٤۹**
	زاگرس	−٦/٤۹±۲/٤۹	٤/۲۲ ±۱/۰٦	۰/۷٦±۰/۱۱۵	۰/۲٦	۲۱	۰/۵۷**
	کل ارقام	−۰/۹۲±۱/۲۲	۱/۷۹ ±۰/٤۹	۱/۰۰±۰/۰۵۵	۰/۲۵	۱۹	۰/٤۲**

بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده و ارزیابی مدل‌های برآورد شده مشخص گردید که شبیه‌سازی dHI/dt و شاخص برداشت توسط f_G بهترین برآورد را دارد به‌طوری‌که RMSE به‌دست آمده از مجموع اراقام در مدل برآورد dHI/dt توسط f_G برابر ۰/۲۵ درصد در روز شد که نسبت به مدل‌های دیگر دارای مقدار کم‌تری بود (شکل ٤). اگرچه برآورد شاخص برداشت توسط f_G دارای جذر میانگین مربعات خطای کم‌تری نسبت به دیگر مدل‌های برآورد شده بود از این‌رو می‌توان این معادله را به‌عنوان معادله برتر در این شرایط تعریف نمود از طرفی با مقایسه R^2 مدل‌های به‌دست آمده متوجه می‌شویم که بیش‌ترین R^2 (۸۷ درصد) مربوط به معادله بین شاخص برداشت با میانگین دما قبل از شروع پر شدن دانه بود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- مقادیر ضرایب در مدل‌های دوتکه‌ای، درجه دو و نمایی بین شاخص برداشت در مقابل عوامل مؤثر بر آن ارقام گندم. RMSE جذر میانگین مربعات خطا، CV ضریب تغییرات و R^2 ضریب تبیین هستند.

شاخص برداشت	رقم	a±se	b±se	xo±se	RMSE	CV	R^2
میانگین دما قبل از شروع پر شدن دانه	کوهدشت	۸۱/۷۲±٤/۱۹	-۲/٦۸±۰/۲۱	۱۳/۵۸ ±۰/۷۵	۳/٦۱	۱۱	۰/۹۳**
	شیرودی	۷۹/۱۸±۷/۲٦	-۲/۷۱±۰/۳۵	۱۳/٦٦ ±۱/۳۰	٦/۲۵	۲۰	۰/۸۲**
	تجن	۷۹/۲۵±٦/۰۱	-۲/٦۱±۰/۲۹	۱۳/۱۷ ±۱/۱٦	۵/۲۸	۱٦	۰/۸۷**
	زاگرس	۸۵/۸٦±۵/٦۳	-۳/۱٦±۰/۲۸	۱۳/۲۷ ±۰/۸۹	٤/۹۹	۱۷	۰/۹۲**
	کل ارقام	۸۱/۷٤±۳/۰۳	-۲/۸۰±۰/۱۵	۱۳/٤٤±۰/۵۳	۵/۲۹	۱۷	۰/۸۷**
	رقم	a±se	b±se	c±se	RMSE	CV	R^2
ماده خشک تجمعی قبل از شروع پر شدن دانه	کوهدشت	-۰/۰۰۰۰۵±۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۹ ±۰/۰۱	۱/۵۹ ±۲/۷۷	٤/٤۸	۱۳	۰/۸۹**
	شیرودی	-۰/۰۰۰۰۳±۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۹ ±۰/۰۲	-۷/۰۸ ±۵/۵۸	۷/۱۸	۲٤	۰/۷۸**
	تجن	-۰/۰۰۰۰۳±۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۷ ±۰/۰۲	-۰/۵۹ ±۵/٤۵	٦/٤۱	۱۹	۰/۸۱**
	زاگرس	-۰/۰۰۰۰٦±۰/۰۰۰۰۱	۰/۱۳ ±۰/۰۲	-۲٦/۸۸±۵/۱۳	۵/۲۹	۱۸	۰/۹۱**
	کل ارقام	-۰/۰۰۰٤±۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۹ ±۰/۰۱	-۵/۵۹ ±۲/٦۷	۷/۱٤	۲۲	۰/۷٦**
	رقم	Hi_x±se	Hi_o±se	K±se	RMSE	CV	R^2
f_G (نسبت ماده خشک) تولید شده در طول دوره پر شدن دانه)	کوهدشت	۰/۵۲±۰/۰٤	۰/۲۹±۰/۰۳۳	۰/۰۰۰۹±۰/۰۰۰۹	۰/۰۷	۱۸	۰/۳۹**
	شیرودی	۰/۷۷±۱/۷۸	۰/۲۵±۰/۰۳۸	۱/۰۵ ±٤/۱۱	۰/۱۱	۲۸	۰/٤۳**
	تجن	۰/۷٤±۱/۰۲	۰/۲٤±۰/۰۵٤	۱/۳۸ ±۳/۵۹	۰/۰۹	۲۷	۰/۳٦**
	زاگرس	۰/٦۰±۰/۰۵	۰/۱۹ ±۰/۰۳٤	۰/۰۰۲۲±۰/۰۰۲٦	۰/۰۸	۲۲	۰/٦۲**
	کل ارقام	۰/۵۳±۰/۱۱	۰/۲٤ ±۰/۰۱۸	۲/۷٦ ±۱/٦۷	۰/۰۸	۲۳	۰/٤۳**

منابع

1.Bang, M.P., Hammer, G.L. and Rickert, K.G. 1998. Temperature and sowing date affect the linear increase of sunflower harvest index. Agron. J. 90: 324-328.

2.Bindi, M., Sinclair, T.R. and Harrison, J. 1999. Analysis of seed growth by linear increase in harvest index. Crop Sci. 39: 486-493.

3.Gallagher, J.N., Biscoe, P.V. and Scott, R.K. 1976. Barley and pts environment. VI. Growth and development in relation to yield. J. Appl. Ecol. 13: 563-583.

4.Hammer, G.L. and Broad, I.J. 2003. Genotype and environment effects on dynamics of harvest index during grain filling in sorghum. Agron. J. 95: 199-206.

5.Hammer, G.L. and Muchow, R.C. 1994. Assessing climatic risk to sorghum production in water–limited subtropical environments. I. Development and testing of a simulation model. Field Crops Res. 36: 221-234.

Archive of SID

www.SID.ir

6.Hammer, G.L., Sinclair, T.R., Boote, K.J. Wright, G.C. Meinke, H. and Bell, M.J. 1995. A peanut simulation model: I. Model development and testing. Agron. J. 87: 1085-1093.
7.Jamieson, P.D., Porter, J.R. and Wilson, D.R. 1991. A test of the computer simulation model ARCWHEAT1 on wheat crops grown in NewZealand. Field Crops Res. 27: 337-350.
8.Kemanian. A.R., Stockle, C.O., Huggins, D.R. and Viega, L.M. 2007. A simple method to estimate harvest index in grain crops. Field Crops Re. 103: 208-216.
9.Lecoeur, J. and Sinclair, T.R. 2001. Harvest index increase during seed growth of field pea. Eur. J. Agron. 14: 173-180.
10.López-Castañeda, C. and Richards, R.A. 1994. Variation in temperate cereals in rainfed environments. I. Grain yield, biomass and agronomic characteristics. Field Crops Res. 37: 51-62.
11.Moot, D.J., Jamieson, P.D., Henderson, A.L., Ford, M.A. and Porter, J.R. 1996. Rate of change in harvest index during grain filling of wheat. J. Agric. Sci. 126: 387-395.
12.Siddique, K.H.M., Belford, R.K., Perry, M.W. and Tennant, D. 1989. Growth development and light interception of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean-type environment. Aust. J. Agric. Res. 40: 473-487.
13.Sinebo, W. 2002. Yield relationships of barley grown in a tropical highland environment. Crop Sci. 42: 428-437.
14.Spaeth, S.C. and Sinclair, T.R. 1984. Soybean seed growth. II. Individual seed mas and component compensation. Agron. J. 76: 128-133.
15.Spaeth. S.C. and Sinclair, T.R. 1985. Linear increase in soybean harvest index during seed-filling. Agron. J. 77: 207-211.
16.Sofield, I.F., Wardlaw, L., Evans, T. and Zee, S.Y. 1977. Nitrogen phosphorus and water contents during grain development and maturation in water, Aust. J. Plant Ph. 4: 799-810.
17.Soltani, A., Torabi, B. and Zarei, H. 2005. Modeling crop yield using a modified harvest index– based approach: application in chickpea, Field crops research. 91: 273-285.
18.Stöckle, C.O., Martin, S.A. and Campbell, G.S. 1994. CropSyst, a cropping systems simulation model: water/nitrogen budgets and crop yield. Agric. Sys. 46: 335-359.
19.Villalobos, F.J., Hall, A.J., Rithchie, J.T. and Orgaz, F. 1996. OILCROP-SUN: a develop-pment, growth, and yield model of the sunflower crop. Agron. J. 88: 403-415.
20.Williams, J.R., Jones, C.A., Kiniry, J.R. and Spanel, D.A. 1989. The EPIC crop growth model. Trans. ASAE. 32: 497-511.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Plant Production, Vol. 17(2), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Determination parameters simulation yield by harvest index in wheat

***R. Arabameri[1], A. Soltani[2], B. Kamkar[3], E. Zainali[4] and F. Khavari[5]**

[1]M.Sc. Graduated, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Professor, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Associate Prof., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [4]Assistant Prof., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [5]M.Sc. Graduated, Dept. of Agronomy, Islamic Azad University, Bojnord Branch

Received: 17,6,2009 ; Accepted: 15,5,2010

Abstract

Harvest index is one of the important parameters in estimation of modules of seed yield prediction. Since, this parameter undergoes changes under various conditions. Therefore, this research was aimed to prepare relations to estimate it. for this purpuse, a compound analysis experiment with randomized complete block design with four replications was conducted at the Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Univercity Research Farm in 2005. The treatments were four wheat varieties (Koohdasht, Shirudi, Tajan, Zagros) and six different sowing dates (14 December, 20 Jan, 20 Feb, 20 March, 16 Apr, 17 May). The results indicated that a significant difference was obvious in different sawing dates in respect to the slope of Harvest Index line (dHI/dt). These changes were attributed to mean temperature, pre-Grain filling accumulated biomass, and fraction of post-anthesis (f_G) producted dry matter. Therefore, based on obtained results and evaluated models, f_G was the best optian for simulation of dHI/dt and Harvest Index, in this respect, RMSE of dHI/dt for all varities by f_G was 0.25 percentage per day which was the lowest one. Therefore, these relations can be used to evaluate the slope of Harvest Index line, or to model grain yield in crop simulation models.

Keywords: Wheat, Harvest index, Harvest index line, Modeling, Grain yield

* Corresponding Author; Email: r_arabameri@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir