"مجله علوم زراعی ایران"
جلد سیزدهم، شماره ۲ تابستان ۱۳۹۰

ارزیابی نیاز گرمایی هیبریدهای گروه‌های رسیدگی ذرت در منطقه معتدل فارس

An evaluation of heat unit requirenment in maize hybrids with different maturity groups in temperate region of Fars

رجب چوکان[1]

چکیده

چوکان، ر. ۱۳۹۰. ارزیابی نیاز گرمایی هیبریدهای گروه های رسیدگی ذرت در منطقه معتدل فارس. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۳(۲): ۲۶۸-۲۵۳.**

در این آزمایش تعداد ۲۰ هیبرید داخلی و خارجی در پنج گروه رسیدگی در طی دو سال (۱۳۸۶ و ۱۳۸۷) در منطقه زرقان شیراز مورد مطالعه قرار گرفتند. بمنظور ایجاد محیط‌های مختلف و امکان برآورد نیاز گرمایی با استفاده از درجه روز- رشد (GDD) و واحدهای گرمایی گیاه (CHU) هر یک از هیبریدها، از سه تاریخ کاشت (۵ خرداد، ۱۵ خرداد و ۲۵ خرداد) استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که هر دو سیستم GDD و CHU برآورد قابل قبولی از واحدهای گرمایی مورد نیاز تا گلدهی هیبریدهای مربوط به گروه های مختلف رسیدگی را برآورد کرده و گروه بندی مشابهی را برای این هیبریدها ارائه نمود. هر دو سیستم تغییراتی را در گروه بندی برخی هیبریدها براساس نیاز گرمایی تا گلدهی ایجاد نمودند که کاملاً مشابه بود، بطوریکه هیبریدهای BC 404، KSC 320، KSC 250، NS 540 و OSSK 552 دیرگل تر از گروه بندی اولیه خود برمبنای گروه بندی FAO بودند، در حالیکه این موضوع برای هیبریدهای KSC 500، KSC 400، BC 504 و OSSK 444 برعکس بوده و این هیبریدها زودگل‌تر از گروه بندی اولیه خود بودند. با در نظر گرفتن اطلاعات موجود از گروه رسیدگی FAO و همچنین زمان بروز مراحل فنولوژی در طی مدت ارزیابی این هیبریدها، گروه بندی انجام شده با استفاده از سیستم GDD منطقی‌تر بنظر می‌رسد، بویژه اینکه این گروه بندی با گروه‌بندی انجام شده با استفاده از هر دو سیستم GDD و CHU بر اساس واحدهای حرارتی مورد نیاز تا گل دهی کاملاً منطبق است.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، ذرت، گروه رسیدگی، واحدهای گرمایی، GDD و CHU.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۸/۱۲

۱- دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: r_choukan@yahoo.com)

مقدمه

یکی از اساسی ترین مشکلات در زراعت ذرت در ایران، اثر درجه حرارت در رشد و نمو و عملکرد ارقام دیررس ذرت در کشت‌های تاخیری و در نتیجه برداشت دانه با رطوبت بالا و به تعویق افتادن کشت پائیزه بعد از آن می باشد. از مشکلات عمده کشت ذرت در مناطق معتدله استان فارس ازیک طرف احتمال آلودگی به بیماری ویروس کوتولگی زبر ذرت در کشت زودهنگام اول فصل و از طرف دیگر کشت‌های تأخیری که با استفاده از ارقام دیررس صورت می گیرد، می‌باشد که زمان رسیدن آنها مصادف با کاهش درجه حرارت در پائیز گردیده و نه تنها موجب برداشت ذرت با رطوبت بالا و کاهش کیفیت آن می‌شود، بلکه باعث تأخیر در کشت بعدی که معمولاً گندم یا کلزا است نیز می‌شود.

درجه حرارت و طول روز از متغیرهای اصلی محیطی می‌باشند که رشد و نمو گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. دسترسی به رطوبت و عناصر غذایی نیز رشد و نمو گیاه را تحت تاثیر قرار می دهد. درجه حرارت تقریباً در تمام فرآیندهای بیولوژیکی گیاهان زراعی نقش کلیدی دارد و یکی از مهم‌ترین وقایع محیطی می‌باشد که رشد، فنولوژی، نمو و عملکرد محصولات را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Adam *et al.*, 1994).

تصمیم گیری در کشت رقم خاص از نظر گروه رسیدگی در ذرت در یک منطقه بویژه زمانی که به هر دلیلی کشت با تاخیر اتفاق می‌افتد (که باعث کاهش طول فصل رشد باقیمانده می گردد)، از مسائل بسیار مهم می‌باشد. تصمیم گیری در خصوص انتخاب هیبرید مناسب از نظر گروه رسیدگی، نیازمند تعیین ویژگی‌های مورد نیاز فصل رشد هیبریدهای ذرت است (Nielsen *et al.*, 1994). روش‌ها و سیستم‌های متعددی جهت پیش‌بینی سرعت رشد و نمو هیبریدهای ذرت ارائه شده‌است. یکی از قدیمی‌ترین سیستم‌ها در سال ۱۹۳۶ در ایالت مینه‌سوتای ایالات متحده آمریکا ارائه شد. اساس این سیستم، بر مبنای تعداد روزهای مورد نیاز جهت رسیدن به مرحله گلدهی و درنهایت رسیدن محصول بود. در این سیستم، رطوبت دانه در زمان برداشت تعیین‌کننده گروه رسیدگی بوده و هر پنج روز تفاوت در رسیدگی هیبریدهای ذرت، به‌عنوان تفاوت معنی‌دار جهت طبقه‌بندی این هیبریدها مورد استفاده قرار می گرفت. روش رسیدگی نسبی مینه‌سوتا بر حسب تعداد روز مورد نیاز یک هیبرید برای رسیدگی در مقایسه با زمان مورد نیاز برای هیبریدهای گروه بندی شده قبلی است. در عمل این روش اغلب بر اساس در صد رطوبت دانه هیبریدها در زمان برداشت نسبت به هیبریدهای گروه بندی شده قبلی است (Troyer, 1993).

بر اساس آزمایشات انجام شده در چندین کشور، فائو(FAO) روش یکنواختی را برای تعیین تاریخ رسیدن (Jugenheimer, 1958) پیشنهاد کرده است. بر اساس این روش که در ایران و بسیاری از کشورهای اروپایی بویژه اروپای شرقی رایج است، اعداد FAO برای هیبریدهای جدید از طریق مقایسه آنها با ارقام استاندارد تعیین می‌شوند. ارقام استاندارد مورد نظر تقریباً دیگر موجود نمی‌باشند و در واقع هر کشور این ارقام را با ارقام و هیبریدهای خودشان جایگزین نموده‌اند. بهمین دلیل، احتمال اینکه اعداد FAO تعیین شده برای هر هیبرید در کشورهای مختلف یکسان و شبیه باشند بسیار ضعیف است.

با توجه به تغییرات مراحل فنولوژیک هیبریدهای ذرت هنگامی که در شرایط متفاوت آب و هوایی کشت می‌شوند، سیستم‌هایی مبتنی بر شاخص‌های حرارتی مورد توجه ویژه قرار گرفتند. شاخص‌های حرارتی در مقایسه با سیستم‌های مبتنی بر تعداد روز قابلیت بالاتری در پیش‌بینی دقیق سرعت رشد و نمو هیبریدهای ذرت دارند (Shaykewich, 1995). از شاخص‌های حرارتی مرسوم می‌توان به سیستم‌های درجه روز-رشد (GDD) (Wang, 1960) و واحدهای گرمایی محصول (CHU)

(Brown and Bootsma, 1993) اشاره کرد.

در کشت‌های دیرهنگام هدف این است که محصول بتواند از باقیمانده فصل رشد طوری استفاده کند که بتواند به‌طور معمول به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی برسد. به همین دلیل میزان زودرسی رقم مورد استفاده نسبت به رقم رایج در تاریخ کاشت متعارف بایستی بر اساس نیاز GDD هیبریدها جهت رسیدگی و برآورد GDD باقیمانده تا آخر فصل انجام گیرد. متأسفانه انتخاب گروه رسیدگی هیبرید براساس GDD در کشت‌های تأخیری بدون مشکل نیست. اول از همه، هیچ سیستم استانداردی در صنعت بذر برای قرار دادن هیبریدها در رتبه‌های رسیدگی GDD وجود ندارد (Nielsen *et al.*, 1994). دوم اینکه رابطه بین تجمع GDD و فنولوژی ذرت ممکن است به‌خودی خود تحت تأثیر تاریخ کاشت باشد. مفهوم GDD تنها دربر گیرندهٔ مجموع دمای دریافتی توسط گیاه بالاتراز دمای پایه بوده و هیچ اشاره‌ای به تأثیر عواملی چون طول روز، شدت نور، بیماری، رطوبت یا غلظت گازکربنیک در محیط ندارد (Colville and Frey, 1986). سیستم واحد دمایی دیگری که در کانادا مورد استفاده قرار می‌گیرد، سیستم واحد گرمایی محصول (CHU) (Brown and Bootsma, 1993) است. سیستم واحدهای گرمایی محصول (CHU) نشان می‌دهد که واکنش رشد گیاه به درجه‌حرارت شبانه و روزانه متفاوت است. با وجود آنکه، هیچ‌گونه اساس فیزیولوژیکی برای این فرض وجود ندارد، اما این سیستم در سطح دنیا به‌عنوان یکی از روش‌های کمّی کردن اثر درجه‌حرارت روی رشد و نمو گیاه شناخته شده است.

دویر و همکاران (Dwyer *et al.*, 2003) در مطالعات خود دریافتند که میزان GDD ازکاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در هیبریدهای دیررس بیشتر از هیبریدهای میان‌رس و زودرس است. میزان GDD از ۵۰ درصد ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک در هیبریدهای دیر رس (۴۹۹-۴۶۷) کمتر از هیبریدهای میان‌رس (۵۱۱-۵۰۴) و هیبریدهای زودرس (۴۸۹-۵۱۸) است ونتیجه گرفتند که هیبریدهای دیررس طی فصل رشد GDD بیشتری برای تکمیل دوره رشد رویشی نیاز دارند، ولی GDD دوره رشد زایشی آنها کمتر است. لذا سرعت پر شدن دانه در هیبریدهای دیررس بیشتر از هیبریدهای میان‌رس و زودرس خواهد بود. میزان GDD موردنیاز برای رسیدگی هیبریدها از کاشت تا ظهور کاکل و یا تشکیل لایه سیاه در دانه متغیر است. هیبریدهای زودرس نسبت به هیبریدهای دیررس نیاز به GDD کمتری تا ظهور کاکل و تشکیل لایه سیاه دارند. رتبه‌بندی گروه رسیدگی هیبریدها براساس GDD مناسب‌تر از رسیدگی نسبی براساس تعداد روز است (Nielsen *et al.*, 1994).

واحد گرمایی بین کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در ذرت هیبرید دندان اسبی B73 × MO17 (هیبرید تجارتی KSC 704) در تأخیر کشت‌های اولیه کاهش ولی با تأخیر بیشتر، افزایش نشان می‌دهد. رسیدگی هیبریدها برای تجمع درجه روز- رشدها (GDDs) از کاشت تا ظهور کاکل یا تشکیل لایه سیاه دانه متغیر می‌باشد(Nielsen *et al.*, 1994). هیبریدهای با رسیدگی نسبی زودتر، در مقایسه با هیبریدهای دیررس‌تر نیازمند درجه روز - رشد کمتری بر اساس رسیدن به مرحله ظهور کاکل یا تشکیل لایه سیاه دانه می‌باشند. متاسفانه استفاده از درجه روز - رشد برای انتخاب گروه رسیدگی هیبریدها در کشت‌های دیرهنگام بدون مشکل نمی‌باشد. رابطه بین تجمع درجه روز- رشد و فنولوژی ذرت ممکن است تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گیرد. دینارد (Daynard, 1972) مشاهده کرد که تاخیر در کاشت در انتاریو، نیاز گرمایی از کاشت تا اواسط ظهور کاکل را افزایش و فاصله گرمایی بین اواسط ظهور کاکل تا تشکیل لایه سیاه دانه را کاهش می‌دهد. ساتون و استاکر (Sutton and Stucker, 1974) گزارش کردند که فواصل گرمایی بین کاشت تا تشکیل لایه سیاه با

تأخیر در کاشت در ایالت مینه‌سوتا کاهش می‌یابد. رات و یاکوم (Roth and Yocum, 1997) گزارش کردند که تاخیر در کاشت مقدار درجه روز- رشد (GDD) مورد نیاز را برای تشکیل لایه سیاه دانه در سه هیبرید مشابه در سال بعد با شرایط تنش کمتر، افزایش داده است. در ایالت نبراسکا نیاز گرمایی بین کاشت تا تشکیل لایه سیاه در هیبرید ذرت دندان اسبی (B_{73} × MO17) با تأخیرهای اولیه کاهش ولی بعد از آن با تأخیر بیشتر افزایش یافت (Stevens *et al.*, 1986). این آزمایش بمنظور تعیین نیاز حرارتی ارقام مختلف ذرت در گروه‌های مختلف رسیدگی FAO و امکان گروه بندی هیبریدها بر اساس نیاز دمایی در کشت های تأخیری منطقه معتدل استان فارس انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۲۰ هیبرید داخلی و خارجی در پنج گروه رسیدگی ۲۰۰ و ۳۰۰ (KSC260، KSC250، KSC320 و DC370)، ۴۰۰ (BC404، OSSK444، OSSK499 و KSC400)، ۵۰۰ (BC504، OSSK552، NS540 و KSC500) ، ۶۰۰((OSSK602، BC678، BC666 و KSC647)و ۷۰۰ (KSC704، KSC700، OSSK713 و KSC720) در منطقه زرقان شیراز استفاده شد. به منظور ایجاد شرایط مختلف جهت برآورد نیاز حرارتی از سه تاریخ کاشت (۵ خرداد، ۱۵ خرداد و ۲۵ خرداد) استفاده شد. تاریخ های کاشت بعنوان عامل اصلی و هیبریدهای ذرت بعنوان عامل فرعی بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در طی دو سال (۱۳۸۶ و ۱۳۸۷) مورد مطالعه قرار گرفتند. هر گروه از هیبریدها نیز در تراکم معمول و توصیه شده خود کاشته شدند، بطوریکه گروه ۷۰۰ و ۶۰۰ در تراکم ۷۰ هزار، گروه ۵۰۰ و ۴۰۰در تراکم ۷۵ هزار، و گروه ۲۰۰ و ۳۰۰ نیز در تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار کاشته شدند. بذرهای هر هیبرید در چهار ردیف با فاصله ۷۵ سانتیمتر کاشته شدند که برداشت و محاسبات آماری بر مبنای دو ردیف وسط به مساحت ۹/۱۲ متر مربع انجام شد. بمنظور دستیابی به تراکم مورد نظر در هر گروه رسیدگی، فاصله کپه‌ها در گروه‌های ۷۰۰ و ۶۰۰ برابر ۳۸ سانتیمتر، در گروه های ۵۰۰ و ۴۰۰ برابر ۳۵/۵ سانتیمتر و در گروه های ۲۰۰ و ۳۰۰ برابر ۳۳ سانتیمتر بودند. در هر یک از تاریخ‌های کاشت برای هر کدام از هیبریدها تاریخ سبز شدن، تاریخ ظهور کاکل و تاریخ رسیدگی فیزیولوژیک ثبت گردیده و در زمان برداشت، درصد چوب بلال و درصد رطوبت دانه اندازه‌گیری شده و در نهایت عملکرد دانه بر مبنای ۱۴ درصد رطوبت تعیین شد.

با در نظر گرفتن هر یک از مراحل فنولوژیکی ثبت شده در هر هیبرید در هر یک از تاریخ‌های کاشت با توجه به داده‌های درجه حرارت حداکثر، حداقل و متوسط روزانه، نیاز حرارتی هر رقم در هر گروه رسیدگی بر اساس سیستم‌های GDD و CHU بطور جداگانه بشرح زیر محاسبه شد:

$$GDD = \sum\left[\left(\frac{T_{MAX} - T_{MIN}}{2}\right) - T_{base}\right] \quad \text{درجه روز - رشد} \quad (۱)$$

که در آن، T_{max}، حداکثر دمای روزانه؛ T_{min}، حداقل دمای روزانه و T_{base}، دمای پایه رشد بود. دمای پایه رشد (T_{base}) برای دوره مشخصی از کاشت تا رسیدن معمولاً ۱۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود. در این آزمایش نیز دمای پایه معادل ۱۰ درجه سانتی‌گراد درنظر گرفته شد. علاوه بر این، درجه‌حرارت پایین‌تر از ۱۰ و بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد غیرمؤثر تلقی شده و درجه‌حرارت‌های بالاتر از ۳۰ برابر با ۳۰ و درجه‌حرارت‌های پائین‌تر از ۱۰ برابر ۱۰ در نظر گرفته شدند (Plett, 1992).

برای محاسبه CHU (Brown and Bootsma, 1993)واحد گرمایی روزانه (CHU_{day}) و شبانه (CHU_{night}) به‌طور جداگانه محاسبه و سپس CHU بشرح زیر محاسبه شد:

(۲) واحد گرمایی روزانه $CHU_{day} = 3.33(T_{max} - 10) - 0.084(T_{max} - 10)^2$

(۳) واحد گرمایی شبانه $CHU_{night} = 1.8(T_{min} - 4.4)$

(۴) واحدهای گرمایی مورد نیاز $CHU = \frac{CHU_{day} + CHU_{night}}{2}$

نیاز حرارتی هر مرحله برای ورود به مرحله بعد تعیین و در نهایت نیاز حرارتی برای رسیدگی محصول محاسبه شد. نیاز حرارتی سیستم‌های مختلف با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفته و مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج

درجه روز- رشد (GDD) از سبز شدن تا گلدهی

تجزیه واریانس مرکب دو ساله درجه روز– رشد(GDD) از سبز شدن تا گلدهی نشان داد که اثر تاریخ کاشت و اثر هیبرید در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

مقایسه میانگین هیبریدهای ذرت از نظر درجه روز–رشد از سبز شدن تا گلدهی نشان داد که بیشترین درجه روز- رشد لازم از سبز شدن تا گلدهی به هیبریدهای دیررس تعلق داشت (جدول ۲). هیبریدهای KSC 700، KSC 720، KSC 704 و OSSK 713 بالاترین درجه روز–رشد را تا گلدهی دارا بودند. هیبرید KSC 700 بالاترین و هیبرید OSSK 713 کمترین GDD را تا گلدهی در این گروه (KSC 700) دارا بودند. بر این اساس، هیبریدهای BC 678، BC 666 و NS 540 در گروه بعدی یعنی گروه FAO 600 قرار گرفتند. بدین ترتیب به نظر می‌رسد که گروه بندی اولیه هیبرید NS 540 تغییر یافته است. در گروه بعدی یعنی FAO 500 نیز هیبریدهای OSSK 602، KSC 647 و OSSK 552 و BC 404 قرار گرفتند. دو هیبرید اخیر نیز از نظر درجه روز- رشد لازم تا گلدهی متفاوت بوده و در گروه جدید یعنی گروه دیررس‌تر نسبت به گروه بندی اولیه خود قرار گرفتند. در گروه FAO 400 بعنوان گروه چهارم، هیبریدهای OSSK 499، KSC 320 ، KSC 250 و KSC 500 قرار گرفتند. به نظر می‌رسد که هیبریدهای KSC 320 و KSC 250 دیرگل‌تر از گروه بندی اولیه خود باشند، در حالیکه هیبرید KSC 500 زودگل‌تر از گروه اصلی خود می‌باشد. در گروه بعدی یعنی FAO 300 نیز هیبریدهای BC 504، OSSK 444 و KSC 400 قرار گرفتند که حاکی از زود گل بودن این ارقام نسبت به گروه FAO تعریف شده اولیه آنها می‌باشد. در گروه آخر، یعنی FAO 200 نیز دو هیبرید KSC 260 و KDC 370 قرار گرفتند. بطور کلی گروه دیررس حدود ۸۸۰ درجه- روز رشد، گروه دیررس – متوسط رس حدود ۸۵۰ درجه روز- رشد، گروه متوسط رس حدود ۸۲۰ درجه روز- رشد، گروه متوسط - زودرس حدود ۸۰۰ درجه روز- رشد، گروه زودرس- متوسط رس ۷۸۵ درجه روز رشد و گروه زودرس حدود ۷۶۳ درجه رشد در این مرحله لازم دارند. به این اعداد بایستی حدود ۱۰۰ درجه روز- رشد برای دوره کاشت تا سبز شدن اضافه شود.

بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید نشان داد که کلیه هیبریدهای گروه‌های مختلف رسیدگی در تاریخ‌های کاشت اول و دوم نیاز حرارتی مشابه داشته ولی در تاریخ کاشت سوم کاهش معنی‌داری داشتند (جدول ۴). بطور کلی با تأخیر در کاشت ابتدا GDD مورد نیاز افزایش و سپس با تأخیر بیشتر کاهش نشان می دهد. این موضوع با مقایسه میانگین GDD مورد نیاز تا گلدهی کل هیبریدها در تاریخ‌های مختلف بیشتر مشخص می‌شود (جدول ۷). GDD مورد نیاز در تاریخ کاشت اول و دوم مشابه بوده و در تاریخ کاشت سوم کاهش معنی‌داری داشت. این موضوع می‌تواند ناشی از پایین بودن درجه حرارت هوا در زمان کاشت در تاریخ‌های کاشت اول و دوم و افزایش آن در تاریخ کاشت سوم و درنتیجه افزایش سرعت رشد و نمو در تاریخ کاشت سوم باشد (جدول ۸).

جدول ۱ - تجزیه واریانس مرکب دو ساله GDD و CHU در هیبریدهای ذرت در منطقه زرقان شیراز (۸۷- ۱۳۸۶)

Table 2. Combined analysis for GDD and CHU in maize hybrids in Zarghan, Shiraz (2007-2008)

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f.	درجه روز رشد تا گلدهی GDD to flowering	درجه روز رشد تا رسیدگی فیزیولوژیک GDD to physiological maturity	واحد های گرمایی تا گلدهی CHU to flowering	واحدهای گرمایی تا رسیدگی فیزیولوژیک CHU to physiological maturity
Year(Y)	سال	1	463.759 ns	121221.802*	42869.266*	452901.144**
Rep./Y	تکرار(سال)	4	953.502	6791.482	2979.129	13983.187
Planting Date(D)	تاریخ کاشت	2	179700.278**	90940.016*	900145.814**	1004784.072**
D × Y	تاریخ کاشت × سال	2	163.632 ns	17730.942 ns	458824.818**	544655.586**
Error(a)	خطا(a)	8	1652.081	12184.838	5707.259	13082.165
Hybrid(H)	هیبرید	19	28335.822**	80571.067**	106488.642**	353642.909**
H × Y	هیبرید × سال	19	826.116 ns	3504.427**	2850.227**	13027.706**
H × D	هیبرید × تاریخ کاشت	38	809.762*	4743.027**	2177.650**	18032.595**
H × D × Y	هیبرید × تاریخ کاشت × سال	38	691.981ns	2433.358**	2119.784**	10165.106**
Error(b)	خطا(b)	228	506.884	861.103	1186.082	2806.545

ns: Non-significant

ns: غیر معنی دار

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

* و ** : به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

درجه روز- رشد (GDD) از سبز شدن تا رسیدگی فیزیولوژیک

تجزیه واریانس دوساله برای GDD مورد نیاز از سبز شدن تا رسیدگی فیزیولوژیک نشان داد که اثر تاریخ کاشت در سطح احتمال پنج درصد، اثر هیبرید و اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که گروه هیبریدهای دیررس بالاترین مقدار GDD مورد نیاز را برای این مرحله دارا بودند (جدول ۲). این گروه با میانگین حدود ۱۵۶۰ درجه روز- رشد شامل هیبریدهای KSC 700، OSSK 713، KSC 720 و BC 666 بودند (جدول ۲). سه هیبرید اول بر اساس گروه بندی FAO در گروه FAO 700 و هیبرید BC 666 در گروه FAO 600 قرار می‌گیرند. گروه بعدی هیبریدهای دیررس – متوسط رس بودند که شامل هیبریدهای OSSK 602، OSSK 552 و BC 678 می‌باشد. بر اساس گروه بندی FAO، هیبرید OSSK 552 در گروه FAO 500 و دو هیبرید دیگر در گروه FAO 600 قرار داده شدند. گروه هیبریدهای متوسط – دیررس نیز شامل هیبریدهای KSC 704، NS 540، BC 504 و OSSK 499 می باشند. هیبرید KSC 704 از نظر نیاز حرارتی تا گلدهی جزء هیبریدهای دیررس بود. به نظر می‌رسد که دوره پر شدن دانه در این هیبرید سریع‌تر انجام می‌شود. این موضوع در مورد هیبرید BC 504 بر عکس می باشد. در گروه متوسط رس نیز هیبریدهای KSC 647 و KSC 500 قرار گرفتند. بنظر می‌رسد که هیبرید KSC 500 نیاز حرارتی بیشتری در دوره پرشدن دانه نسبت به دوره تا گلدهی لازم دارد. دویر و همکاران (Dwyer *et al*., 1999, a, b) گزارش کردند که در اکثر موارد در سیستم GDD

جدول ۲ - مقایسه میانگین دو ساله واحدهای گرمایی در هیبریدهای ذرت در منطقه زرقان شیراز (۸۷- ۱۳۸۶)

Table 2. Mean comparision of maize hybrids for heat units in Zarghan, Shiraz (2007-2008)

هیبریدهای ذرت Maize hybrid	درجه روز رشد تا گلدهی GDD to flowering	درجه روز رشد تا رسیدگی فیزیولوژیک GDD to physiological maturity	واحد های گرمایی تا گلدهی CHU to flowering	واحدهای گرمایی تا رسیدگی فیزیولوژیک CHU to physiological maturity
KSC 260	768.3 jk	1351 i	1400 jk	2562 j
KSC 250	798.9 gh	1364 hi	1468 h	2589 ij
KSC 320	805.7 fgh	1394 ghi	1480 gh	2652 hij
KDC 370	758.0 k	1417 fgh	1383 k	2699 ghi
BC 404	815.9 e-h	1433 efg	1498 e-h	2705 f-i
OSSK 444	791.0 hij	1447 d-g	1452 hij	2762 e-h
OSSK 499	809.0 fgh	1488 b-e	1486 fgh	2824 def
KSC 400	769.7 ijk	1397 ghi	1410 ijk	2658 gij
BC 504	795.8 hij	1495 b-e	1465 h	2862 cde
OSSK 552	827.5 d-g	1519 abc	1524 d-g	2913 bcd
NS 540	853.2 bcd	1506 bcd	1581 bc	2884 cd
KSC 500	799.1 ghi	1471 c-f	1455 hi	2811 d-g
OSSK 602	831.8 def	1522 abc	1538 c-f	2908 bcd
BC 678	854.2 bcd	1516 abc	1578 bcd	2905 cd
BC 666	842.6 cde	1547 ab	1547 cde	2971 abc
KSC 647	815.3 e-h	1472 c-f	1496 e-h	2813 d-g
KSC 704	878.3 ab	1506 bcd	1627 ab	2885 cd
KSC 700	895.5 a	1578 a	1639 a	3036 a
OSSK 713	870.1 abc	1573 a	1588 abc	3027 ab
KSC 720	881.5 ab	1546 ab	1627 ab	2968 abc

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different using Duncan's Multiple Range Test

واحدهای حرارتی مورد نیاز برای دوره پر شدن دانه بیش از حد واقع برآورد می‌شود در حالیکه روت و یاکوم (Roth and Yacum, 1997) اعلام کردند که این موضوع فقط در سال‌هایی که دمای هوا بطور مشهود کمتر از حد عادی باشد، اتفاق می افتد.

در گروه متوسط رس–زودرس هیبریدهای OSSK 444 و BC 404 و در گروه زودرس–متوسط رس هیبریدهای KDC 370، KSC 400 و KSC 320 و در گروه زودرس هیبریدهای KSC 260 و KSC 250 قرار گرفتند. میانگین در جه روز- رشد لازم از سبز شدن تا رسیدگی فیزیولوژیک بطور تقریبی در گروه دیررس حدود ۱۵۶۰، در گروه دیررس- متوسط رس حدود ۱۵۲۰، در گروه متوسط – دیررس حدود ۱۴۵۰، در گروه متوسط رس حدود ۱۴۷۰، در گروه متوسط رس – زود رس حدود ۱۴۴۰، در گروه زودرس-متوسط رس حدود ۱۴۰۰ و در گروه زودرس حدود ۱۳۵۷ درجه روز- رشد بود. بطور کلی با در نظر گرفتن حدود ۱۰۰ درجه روز رشد برای سبز شدن کلیه هیبریدها، گروه بندی رسیدگی هیبریدهای مورد بررسی و GDD مورد نیاز بشرح جدول ۳ خلاصه شده است.

در بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید در گروه دیررس، دیررس – متوسط رس، متوسط – دیررس و متوسط رس درجه روز- رشد تقریباً یکسانی در کلیه تاریخ‌های کاشت مشاهده شد، در حالیکه در گروه زودرس و زودرس – متوسط رس با تأخیر در کاشت روند کاهش درجه روز رشد کاملاً مشهود بود (جدول ۵). در مقایسه میانگین کلیه هیبریدها در تاریخ‌های مختلف کاشت درجه روز- رشد مورد نیاز در تاریخ های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۷).

واحد های گرمایی تجمعی (CHU) از سبز شدن تا گلدهی

تجزیه واریانس مرکب دو ساله CHU از سبز شدن تا گلدهی نشان داد که اثر تاریخ کاشت، اثر هیبرید و اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین

جدول ۳ - گروه بندی رسیدگی هیبریدهای ذرت براساس GDD مورد نیاز برای رسیدگی در منطقه زرقان شیراز

Table 3. Maturity grouping of maize hybrids based on GDD to maturity in Zarghan, Shiraz

Maturity group	گروه رسیدگی	درجه روز- رشد GDD	هیبریدهای گروه Hybrids in group
Early maturity	زودرس	(1400-1450)	KSC 260
Early – Medium maturity	زودرس – متوسط رس	(1451-1500)	KSC 320, KSC 400, KSC 250
Medium maturity	متوسط رس	(1501-1550)	KDC 370, OSSK 444, BC 404
Medium-Late maturity	متوسط – دیررس	(1551-1600)	KSC 500, BC 504, KSC 647, OSSK 499
Late-medium maturity	دیررس – متوسط رس	(1601-1650)	NS 540, KSC 704, BC 678, OSSK 552, OSSK 602, BC 666, KSC 720, KSC 700
Late maturity	دیررس	(1651-1700)	OSSK 713

هیبریدهای ذرت از نظر واحدهای گرمایی تجمعی از سبز شدن تا گلدهی نشان داد که بر اساس CHU مورد نیاز از سبز شدن تا گلدهی، هیبریدهای دیررس بیشترین مقدار CHU را دارا بودند (جدول ۲). هیبریدهای KSC 720 ، KSC 700، OSSK 713 و KSC 704 بیشترین مقدار CHU را تا گلدهی نیاز داشتند که در داخل این گروه هیبرید KSC 704 و OSSK 713 حداقل CHU را دارا بود. در گروه دیررس – متوسط رس هیبریدهای BC 666، NS 540، OSSK 602 و KSC 647 قرار گرفتند. بدین‌ترتیب به نظر می‌رسد که گروه بندی اولیه هیبرید

NS 540 تغییر یافته است. در گروه بعدی یعنی متوسط – دیررس نیز هیبریدهای KSC 647، BC 404 و OSSK 552 قرار گرفتند. سه هیبرید اخیر در منشاء اولیه به ترتیب در گروه FAO 600 ، FAO 400 و FAO 500 گروه بندی شده‌اند. در گروه متوسط رس نیز هیبریدهای KSC 320 و OSSK 499 قرار گرفتند. در این گروه بندی نیز گروه اولیه هیبرید KSC 320 تغییر یافت. در گروه زودرس – متوسط رس ، هیبریدهای BC 504، KSC 500، OSSK 444و KSC 250 قرار گرفتند. در گروه زودرس نیز هیبریدهای KSC 260، KDC 370 و KSC 400 قرار گرفتند. بطور کلی بر مبنای CHU مورد نیاز تا گل‌دهی، گروه بندی اولیه در بسیاری از موارد با نتایج بدست آمده در این آزمایش همخوانی ندارد. به نظر می‌رسد که برخی از هیبریدها طول دوره رشد رویشی طولانی‌تری نسبت به گروه رسیدگی اولیه خود نشان می‌دهند. بر اساس CHU در این آزمایش، گروه دیررس بیش از ۱۶۰۰ واحد گرمایی، گروه دیررس –متوسط رس بیش از ۱۵۰۰ واحد گرمایی، گروه متوسط –دیررس بیش از ۱۴۹۰ واحد گرمایی، گروه متوسط رس بیش از ۱۴۸۰ واحد گرمایی، گروه زودرس –متوسط رس بیش از ۱۴۵۰ واحد گرمایی و گروه زودرس بیش از ۱۳۸۰ واحد گرمایی لازم دارند که با احتساب حدود ۲۰۰ واحد برای دوره کاشت تا سبز شدن، این اعداد به ترتیب ۱۸۰۰– ۱۷۰۰ – ۱۶۹۰ – ۱۶۸۰، ۱۶۵۰و ۱۵۸۰ خواهند بود.

جدول ۴- مقایسه میانگین دو ساله هیبریدهای ذرت در تاریخ‌های مختلف کاشت برای صفت GDD تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک در منطقه زرقان شیراز (۸۷- ۱۳۸۶)

Table 4. Mean comparision of GDD to flowering and physiological maturity in maize hybrids in different planting dates in Zarghan, Shiraz (2007-2008)

	Planting date تاریخ کاشت					
	To flowering تا گلدهی			To physiological maturity تا رسیدگی فیزیولوژیک		
هیبریدهای ذرت Maize hybrids	۵ خرداد (may, 26)	۱۵ خرداد (June, 5)	۲۵ خرداد (June, 15)	۵ خرداد (may, 26)	۱۵ خرداد (June, 5)	۲۵ خرداد (June, 15)
KSC260	783.3 o-w	801.1 k-t	720.4 yz	1382 t-x	1359 v-y	1310 z
KSC250	823.4 h-o	819.4 i-o	753.9 v-y	1427 p-t	1348 w-z	1317 yz
KSC320	820.6 i-o	836.3 f-l	760.3 u-x	1459 l-q	1388 t-w	1336 x-z
KDC370	773.3 Q-w	796.3 l-u	704.4 z	1466 j-q	1422 q-u	1364 v-y
BC404	842.0 e-k	840.6 f-k	765.0 t-x	1498 f-n	1426 p-t	1374 u-x
OSSK444	802.9 k-t	814.5 j-p	755.7 v-y	1483 g-o	1452 m-r	1406 r-v
OSSK499	830.7 f-m	827.0 g-m	769.4 r-x	1534 c-g	1487 f-o	1443 o-s
KSC400	785.7 n-w	792.0 m-v	731.3 x-z	1450 n-r	1397 s-v	1345 w-z
BC504	806.0 k-s	814.0 j-p	767.4 s-x	1494 f-o	1512 d-l	1479 h-o
OSSK552	854.4 d-j	836.3 f-l	791.8 m-v	1525 c-i	1536 c-g	1497 f-n
NS540	880.2 c-e	868.8 d-f	810.6 k-q	1513 d-k	1529 c-h	1474 i-p
KSC500	808.2 k-r	842.5 e-k	746.6 w-y	1502 e-n	1487 f-o	1423 p-u
OSSK602	839.9 f-k	857.7 d-i	797.8 l-u	1496 f-n	1573 a-c	1498 f-n
BC678	887.3 b-d	867.0 d-g	808.2 k-r	1519 d-i	1527 c-i	1501 e-n
BC666	861.2 d-h	862.3 d-h	804.3 k-t	1535 c-g	1572 a-c	1534 c-g
KSC647	840.3 f-k	829.3 f-m	776.4 p-w	1492 f-o	1463 k-q	1460 l-q
KSC704	918.8 ab	891.0 b-d	825.0 h-n	1517 d-j	1503 e-m	1498 f-n
KSC700	929.0 a	920.3 ab	837.3 f-l	1561 b-d	1608 ab	1564 b-d
OSSK713	911.5 a-c	888.2 b-d	810.5 k-q	1553 c-e	1615 a	1552 c-e
KSC720	921.2 ab	891.9 a-d	831.4 f-m	1525 c-i	1573 a-c	1538 c-f

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different using Duncan's Multiple Range Test

بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید نشان داد که در گروه‌های مختلف رسیدگی واحدهای گرمایی مورد نیاز برای رشد و نمو از تاریخ کاشت اول تا سوم ابتدا افزایش و سپس با تأخیر بیشتر کاهش نشان داد (جدول ۵).

واحد های گرمایی تجمعی (CHU) از سبز شدن تا رسیدگی فیزیولوژیک

تجزیه واریانس دوساله برای CHU مورد نیاز از سبز شدن تا رسیدگی فیزیولوژیک نشان داد که اثر تاریخ کاشت، اثر هیبرید و اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که گروه هیبریدهای دیررس بالاترین مقدار CHU مورد نیاز را برای این مرحله بخود اختصاص داده و براحتی در دو گروه فرعی قابل تقسیم هستند (جدول ۲). هیبریدهای KSC 700 و OSSK 713 با میانگین حدود ۳۰۳۰ واحد گرمایی در یک گروه فرعی و هیبریدهای KSC 720 و BC 666 با میانگین حدود ۲۹۷۰ واحد گرمایی در گروه فرعی دوم قرار گرفتند. گروه بعدی با میانگین حدود ۲۹۰۸ شامل هیبریدهای OSSK 552، OSSK 602 و BC 678 بودند. هیبریدهای KSC 704 و NS 540 نیز با میانگین نیاز حرارتی حدود ۲۸۸۵ واحد در یک گروه قرار گرفتند. گروه بعدی با میانگین نیاز حرارتی حدود ۲۸۲۷ واحد شامل چهار هیبرید BC 504، OSSK 499، KSC 647 و KSC 500 بودند. سایر هیبریدها با نیاز حرارتی کمتر در گروه‌های بعدی قرار گرفتند. حداقل نیاز حرارتی با میانگین حدود ۲۵۷۵ به هیبریدهای KSC 260 و KSC 250 تعلق گرفت.

بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید نشان داد که علیرغم اینکه در کلیه هیبریدهای گروه‌های مختلف رسیدگی از تاریخ کاشت اول به تاریخ کاشت سوم ابتدا نیاز حرارتی افزایش و سپس با تأخیر کشت مجدداً کاهش نشان می‌دهد، ولی هیچگونه روند مشخص معنی‌داری بین این تغییرات در گروه‌های مختلف رسیدگی مشاهده نشد (جدول ۵). براون و بوتسما (Brown and Bootsma, 1993) شاخص CHU را بعنوان روشی مناسب که زمان بلوغ را با اطمینان برآورد می‌کند، اعلام نمودند، در حالیکه میجر و همکاران (Major *et al*., 1983) و پلت (Plett, 1992) اعلام کرده بودند که زمان گرمایی لازم برای پر شدن دانه بسته به زمان و مکان وسال تغییر می‌کند. بطور کلی با در نظر گرفتن حدود ۲۰۰ واحد گرمایی تجمعی برای سبز شدن کلیه هیبریدها، گروه بندی رسیدگی هیبریدهای مورد بررسی و CHU مورد نیاز بشرح جدول ۶ خلاصه می‌شود.

بحث

بررسی نتایج حاصل از هر دو سیستم برآورد واحدهای گرمایی مورد نیاز یعنی GDD و CHU نشان داد که هر دو سیستم نتایج کم و بیش مشابهی را برای نیاز گرمایی تا گل‌دهی ارائه می‌نمایند. در هر دو سیستم هیبریدهای گروه‌های مختلف رسیدگی از تاریخ کاشت اول تا سوم ابتدا افزایش و سپس با تأخیر بیشتر کاهش نیاز گرمایی را نشان دادند. هر دو سیستم تغییراتی را در گروه بندی برخی هیبریدها براساس نیاز گرمایی تا گلدهی ایجاد نمودند که کاملاً مشابه بود، بطوریکه هیبریدهای BC 404، KSC 320، KSC 250، NS 540 و OSSK 552 دیر گل‌تر از گروه بندی اولیه خود بر مبنای گروه بندیFAO بودند، در حالیکه این موضوع برای هیبریدهای KSC 500، KSC 400، BC 504 و OSSK 444 برعکس بوده و این هیبریدها زودگل‌تر از گروه‌بندی اولیه خود بر مبنای گروه بندیFAO بودند. در سیستم CHU برای نیاز حرارتی تا رسیدگی فیزیولوژیک تناقض جدی در نیاز حرارتی گروه‌های مختلف رسیدگی و تفسیر نتایج آنها مشاهده گردید، در حالیکه در سیستم GDD روند منطقی‌تری وجود داشت. گوپتا (Gupta, 1985) در ارزیابی اثر تاریخ کاشت بر ذرت اعلام کرد که در کاشت‌های

جدول ۵- مقایسه میانگین دو ساله هیبریدهای ذرت در تاریخ‌های مختلف کاشت برای صفت CHU تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک در منطقه زرقان شیراز (۸۷- ۱۳۸۶)

Table 5. Mean comparision of CHU to flowering and physiological maturity in maize hybrids in different planting dates in Zarghan, Shiraz (2007-2008)

	Planting Date تاریخ کاشت					
	To flowering تا گلدهی			To physiological maturity تا رسیدگی فیزیولوژیک		
هیبریدهای ذرت Maize hybrid	۵ خرداد (may, 26)	۱۵ خرداد (June, 5)	۲۵ خرداد (June, 15)	۵ خرداد (may, 26)	۱۵ خرداد (June, 5)	۲۵ خرداد (June, 15)
KSC260	1380 x-[	1494 m-r	1325 [\	2533 [\	2661 u-x	2493 \
KSC250	1451 q-v	1564 h-l	1389 w-z	2624 w-z	2637 v-y	2506 \
KSC320	1446 r-w	1594 f-j	1400 v-z	2690 s-x	2719 q-v	2547 z[\
KDC370	1366 y-[	1489 n-s	1295 \	2703 r-w	2790 n-r	2604 x-[
BC404	1486 o-s	1598 e-i	1409 u-y	2691 s-x	2798 m-q	2627 w-z
OSSK444	1414 t-y	1550 i-m	1392 v-z	2739 p-u	2852 j-o	2694 s-x
OSSK499	1466 p-u	1573 g-k	1419 t-y	2775 o-s	2924 f-j	2774 o-s
KSC400	1389 w-z	1494 m-r	1346 z[\	2671 t-x	2739 p-u	2565 y-\
BC504	1423 t-y	1558 h-l	1414 t-y	2762 o-t	2977 e-g	2848 j-o
OSSK552	1510 l-q	1603 e-i	1460 q-u	2826 k-p	3026 c-e	2886 g-m
NS540	1557 h-l	1691 a-c	1496 m-r	2802 l-q	3012 d-f	2837 j-o
KSC500	1423 t-y	1567 h-l	1374 x-[	2778 o-s	2926 f-j	2729 q-u
OSSK602	1486 o-s	1656 b-e	1473 p-t	2766 o-s	3069 cd	2889 g-m
BC678	1570 g-k	1673 a-d	1492 m-s	2814 k-q	3007 d-f	2895 g-l
BC666	1522 k-p	1633 c-f	1484 o-s	2847 j-o	3100 bc	2966 e-i
KSC647	1483 o-s	1572 g-k	1431 s-x	2758 o-t	2874 i-n	2808 k-q
KSC704	1629 d-g	1727 a	1525 k-p	2809 k-q	2957 e-i	2888 g-m
KSC700	1647 c-f	1721 a	1548 i-n	2899 g-k	3176 ab	3033 c-e
OSSK713	1615 d-h	1652 c-f	1496 m-r	2883 h-n	3190 a	3006 d-f
KSC720	1633 c-f	1711 ab	1537 j-o	2826 k-p	3103 bc	2974.e-h

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly differen using Duncan's Multiple Range Test

دیر هنگام، دمای تجمعی دریافتی در دوره ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک کاهش می‌یابد. آمهولت و کارتر (Amholte and Carter, 1987) گزارش کردند که تاریخ‌های کاشت دیر به علت کاهش شاخص حرارتی درجه‌روز- رشد موردنیاز بین مرحله کاکل‌دهی و رسیدگی، ناشی از شروع کاهش دمای هوا و در نتیجه کامل نشدن طول دوره‌رشد، مورد توصیه نمی‌باشد.

با نگاهی به جدول ۳ و ۶ در خصوص گروه بندی هیبریدهای مختلف، با در نظر گرفتن سوابق موجود از گروه رسیدگی FAO و همچنین تاریخ بروز مراحل فنولوژیکی در طی مدت ارزیابی این هیبریدها،

جدول ۶- گروه بندی رسیدگی هیبریدهای ذرت براساس CHU مورد نیاز برای رسیدگی در منطقه زرقان شیراز

Table 6. Maturity grouping of maize hybrids based on CHU to maturity in Zarghan, Shiraz

Maturity group	گروه رسیدگی	درجه روز- رشد GDD	هیبریدهای گروه Hybrids in group
Early maturity	زودرس	(2500-2600)	KSC 260 , KSC 250
Early – Medium maturity	زودرس – متوسط رس	(2601-2700)	KDC 370, KSC 400, KSC 320
Medium maturity	متوسط رس	(2701-2800)	BC 404, OSSK 444
Medium-Late maturity	متوسط – دیررس	(2801-2900)	OSSK 499, BC 504, KSC 500, KSC 647, KSC 704, NS 540
Late-medium maturity	دیررس – متوسط رس	(2901-3000)	OSSK 713, KSC 720, BC 666, BC 678, OSSK 602, OSSK 552
Late maturity	دیررس	(3001-3100)	KSC 700

گروه بندی انجام شده با استفاده از سیستم GDD منطقی‌تر به نظر می‌رسد، بویژه اینکه این گروه بندی با گروه بندی انجام شده با استفاده از هر دو سیستم بر اساس واحدهای حرارتی مورد نیاز تا گلدهی کاملاً منطبق است. گوپتا (Gupta, 1985) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر ذرت اعلام کرد که در کشت دیر هنگام، دمای تجمعی دریافتی در دوره ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک کاهش می‌یابد. استوارت و همکاران (Stewart *et al*., 1998) با ارائه معادلات توابع واکنش دمایی اعلام کردند که داده های حاصل از سیسم GDD و CHU بویژه زمانی که دمای هوا کمتر از ۱۵ درجه سانتی گراد باشد، متفاوت خواهد بود. در هر حال گزارشات گذشته (Coligado and Brown, 1975 ; Allison and Daynard, 1979) حاکی از این است که رشد و نمو ذرت تحت تأثیر طول روز نیز قرار می‌گیرد. براون و بوتسما (Brown and Bootsma, 1993) شاخص CHU را براساس تفاوت واکنش رشد گیاه به درجه حرارت شبانه و روزانه ارائه نمودند که هیچگونه اساس فیزیولوژیکی برای آن ارائه نشده است. در مطالعات محققان کانادایی (Srewart *et al*., 1998; Dwyer *et al*., 1999a, 1999b) اعلام شده است که سیستم GDD برآورد قابل اطمینانی را از واحدهای گرمایی مورد نیاز در طی دوره رویشی ارائه می‌کند، ولی برآورد دوره زایشی بیش از حد واقع بوده و متغیر است. به‌نظر می‌رسد که تفاوت مطالعات انجام شده محققان قبلی با این آزمایش، نوع داده‌های مورد استفاده باشد بطوریکه تقریباً تمامی محققان از داده‌های چند ساله مناطق مختلف استفاده کرده‌اند، در حالیکه در این آزمایش از داده‌های چند ساله حاصل از تاریخ‌های مختلف کاشت در یک منطقه استفاده شده است. دویر و همکاران (Dwyer *et al*., 1999a) در مقایسه روش‌های مختلف گروه بندی رسیدگی ذرت از داده‌های چهار سال ۲۸ هیبرید در ۱۹ مکان که در فاصله عرض جغرافیایی ۴۸-۳۹ درجه شمالی پراکنده بودند، استفاده کردند. بدیهی است که روند تغییرات درجه حرارت در یک منطقه در طی تاریخ‌های مختلف کاشت که توأم با تغییرات طول روز نیز خواهد بود، متفاوت از روند تغییرات درجه حرارت در یک تاریخ کاشت در مناطق مختلف اقلیمی خواهد بود، زیرا در داخل یک منطقه تغییرات طول روز وجود ندارد. کارتر و پونلیت (Carter and Poneleit, 1973) و دوریوکس (Derieux, 1982a,b) رابطه نزدیکی را بین واحدهای حرارتی تجمعی از کاشت تا گلدهی و کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی گزارش کرده بودند. مشخص گردیده است که زمان گرمایی مورد نیاز برای ژنوتیپ خاص به‌منظور رسیدن به سن بلوغ با دمای محیط تغییر می‌کند. سال‌ها یا مکان‌هایی با متوسط دمای هوای بالاتر موجب تجمع واحدهای دمایی بیشتری تا زمان رسیدگی برای همان ژنوتیپ می‌شود (Major *et al*., 1983 ; Plett, 1992).

گزارش‌های محققان مختلف (Coligado and Brown, 1975; Allison and Daynard, 1979) نشان داده است که رشد و نمو ذرت تحت تأثیر طول روز نیز قرار می‌گیرد. کاهش طول روز باعث تسریع گلدهی می‌شود. افزایش درجه حرارت نیز باعث تسریع گلدهی می‌گردد، ولی تعداد برگ در بوته را افزایش می‌دهد. در بیشتر مناطق جهان، انتخاب و ارزیابی گروه‌های رسیدگی براساس طول و عرض جغرافیائی صورت می‌گیرد و تأخیر در کاشت چندان قابل توجه نمی‌باشد. متأسفانه در شرایط اقلیمی کشور، دامنه تاریخ کاشت در یک منطقه بسیار وسیع بوده و گروه رسیدگی بایستی بر اساس میزان تأخیر در کشت تعیین شود که موضوع را تا حد زیادی پیچیده می‌نماید. در منطقه زرقان فارس این مسئله پیچیدگی خاص خود را دارد. از یک طرف کشت زودهنگام امکان آلودگی به ویروس کوتولگی زبر ذرت را افزایش می‌دهد و از طرف دیگر کشت تأخیری موجب محدودیت زمانی برای آماده سازی مناسب زمین برای کشت بعدی و جلوگیری از تأخیر در

جدول ۷ – مقایسه میانگین دو ساله سه تاریخ کاشت برای نیاز حرارتی هیبریدهای ذرت در منطقه زرقان شیراز (۸۷– ۱۳۸۶)

Table 7. Mean comparision of heat units in different planting dates of maize hybrids in Zarghan, Shiraz (2007-2008)

تاریخ کاشت Planting date		درجه روز– رشد تا گلدهی GDD to flowering	درجه روز رشد تا رسیدگی فیزیولوژیک GDD to physiological maturity	واحد های گرمایی تا گلدهی CHU to flowering	واحدهای گرمایی تا رسیدگی فیزیولوژیک CHU to physiological maturity
(26 May)	۵ خرداد	846.0 a	1497 a	1495 b	2760 b
(5 June)	۱۵ خرداد	844.8 a	1489 a	1606 a	2927 a
(15 June)	۲۵ خرداد	778.4 b	1446 b	1435 c	2779 b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly differen using duncan's Multiple Range Test

جدول ۸ – درجه حرارت حداقل و حداکثر در دهه‌های مختلف ماه‌های رشد و نمو هیبریدهای ذرت در منطقه زرقان شیراز (۱۳۸۶ و ۱۳۸۷)

Table 8. Mean minimum and maximum temperature during growing season of maize hybrids in Zarghan, Shiraz (2007-2008)

		First decade دهه اول ماه		Second decade دهه دوم ماه		Third decade دهه سوم ماه	
ماه Months	سال Year	دمای حداکثر Max. Temp.(ºC)	دمای حداقل Min.Temp.(ºC)	دمای حداکثر Max. Temp.(ºC)	دمای حداقل Min.Temp.(ºC)	دمای حداکثر Max. Temp.(ºC)	دمای حداقل Min.Temp.(ºC)
خرداد	(2007)۱۳۸۶	31.6	13.3	34.1	13.6	38.6	17.1
22 May- 21 June	(2008)۱۳۸۷	34.1	13.9	36.4	14.2	37.6	15.7
تیر	(2007)۱۳۸۶	37.6	18.2	39.6	18.5	38.9	20.9
22 June- 22 July	(2008)۱۳۸۷	38.1	17.3	36.8	18.7	39	19.8
مرداد	(2007)۱۳۸۶	37.1	19.5	36.9	17.6	35.8	16.2
23 July-22 Aug.	(2008)۱۳۸۷	38.1	19.4	38.3	18.1	36.7	15.6
شهریور	(2007)۱۳۸۶	37	16.5	33.8	13.5	33.2	12.9
23 Aug.-22 Sep.	(2008)۱۳۸۷	35.6	15.2	34.8	15.1	33.7	14.1
مهر	(2007)۱۳۸۶	30.3	8.8	28.5	8.7	28	7.5
23 Sep -22 Oct.	(2008)۱۳۸۷	32.9	11.7	30.7	9.4	29	8.8
آبان	(2007)۱۳۸۶	24.9	5.5	25	1.2	23.6	4.1
23 Oct -21 Nov.	(2008)۱۳۸۷	23.8	7.1	19.6	7.8	16.9	2.7

کشت بعدی است. این مسئله باعث می‌شود تا کشت‌های تأخیری با استفاده از ارقام دیررس نه تنها کشت بعدی را با تأخیر روبرو سازد، بلکه باعث برداشت ذرت با رطوبت بالا و کاهش کمیت و کیفیت آن می‌شود. ضرورت استفاده از ارقام متوسط و زودرس در کشت‌های تأخیری اجتناب ناپذیر است.

منابع مورد استفاده

References

Adam, H. S., O. A. A. Ageeb, D. A. Saunders and G. P. Hettel. 1994. Temperature analysis and wheat yields in the Gezira scheme. Wheat in heat-stressed environments: Irrigated, dry area and rice-wheat farming systems. In: Proceedings of the International Conferences. Saunders, D. A. (Ed.), Held at Wad Medani, Sudan, 1-4 Feb. 1993 and Dinajpur, Bangladesh, 13-15 Feb. 1993, pp. 143-145.

Allison, J. C. S. and T. B. Daynard. 1979. Effect of change in time of flowering, induced by altering photoperiod or temperature on attributes related to yield in maize. Crop. Sci. 19: 1-4.

Amholte, A. A. and P. R. Carter. 1987. Planting date and tillage effects on corn following corn. Agron. J. 79: 746-751.

Brown, D. M. and A. Bootsma. 1993. Crop heat units for corn and other warm season crops in Ontario. Ont Minist. Agric. Food Factcheet, Agdex 111/31. ISSN no. 0225-7882. Ontario Ministry of Agriculture and Food , Queens Park , ONT. USA.

Carter, M. W. and C. G. Poneleit. 1973. Black layer maturity and filling period variation among inbred lines of corn (*Zea mays* L.). Crop Sci. 13(4): 436-439.

Coligado, M. C. and D. M. Brown. 1975. Response of corn in the pretassel initiation period to temperature and photoperiod. Agric. Meteor. 14: 357-367.

Colville, D. C. and K. J. Frey. 1986. Development rate and growth duration of oats in response to delayed sowing. Agron. J. 78(3): 417-421.

Daynard, T. B. 1972. Relationships among black layer formation, grain moisture percentage, and heat unit accumulation in corn. Agron. J. 64: 716-719.

Derieux, M. and R. Bonhomme. 1982a. Heat unit requirements for maize hybrids in Europe . Results from the European FAO sub-network: I. Sowing to silking period Matautu. 27: 59-77 .

Derieux, M. and R. Bonhomme. 1982b. Heat unit requirements for maize hybrids in Europe. Results from the European FAO sub-network: II. Period from silking to maturity. Matautu, 24: 79-96.

Dwyer L. M, L. Evanson and R. I. Hamilton. 2003. Maize physiological traits related to grain yield and harvest moisture in mid-to short season environments. Crop. Sci. 34: 985-992.

Dwyer, L. M., D. W. Stewart, L. Carrigan, B. L. Ma, P. Neave and D. Balchin. 1999a. A general thermal index for maize. Agron. J. 91: 940-946.

Dwyer, L. M., D. W. Stewart, L. Carrigan, B. L. Ma, P. Neave, and D. Balchin. 1999b. Guidelines for comparisons among different maize maturity rating systems. Agron. J. 91: 946-949.

Gupta, S. C. 1985. Predicting corn planting dates for maboord and no-tillage in the corn belt. Agron. J. 77: 446-455.

Jugenheimer, R. W. 1958. Hybrid maize breeding and seed production. FAO Agric. Dev. Pop. No 62. 99-103.

Major, D. J., D. M. Brown, A. Bootsma, G. Dupuis, N. A. Fairey , E. A. Grant, D. G. Green, R. I. Hamilton, J. Langille, L. G. Sonmor, G. C. Smeltzer and R. P. White. 1983. An evaluation of the corn heat unit system for the short –seson growing regions across Canada. Can. J. Plant Sci. 63: 121-130.

Nielsen, R. L., P. R. Thomison, G. A. Brown, A. L. Halter, J. Wells and K. L. Wuethrich. 2002. Delayed planting effects on flowering and grain maturation of dent corn. Agron. J. 94: 549-558.

Nielsen, R. L., P. R. Thomison, G. A. Brown, and A. L. Halter. 1994. Hybrid maturity selection for delayed planting: Do GDD maturity ratings help? P. 191-205. *In* Rep. Annu. Corn and Sorghum Industry Res. Conf., 49th, Chicago. 7-8 Dec. 1994. Am. Seed Trade Assoc., Washigton DC, USA.

Plett, S. 1992. Comparison of seasonal thermal indices for measurement of corn maturity in a prairie environment. Can. J. Plant Sci. 72: 1157-1162.

Roth, G. W. and J. O. Yocum. 1997. Use of hybrid growing degree day ratings for corn in the northeastern USA. J. Prod. Agric. 10: 283-288

Shaykewich C. F. 1995. An appraisal of cereal crop phenology modelling. Can. J. Plant Sci. 75: 329-341.

Stevens, E. J., S. J. Stevens, A. D. Flowerday, C. O. Gardner and K. M. Eskridge. 1986. Phenology of dent corn and popcorn: III. Improved crop development models. Agron. J. 78: 885-891.

Stewart, D. W., L. M. Dwyer and L. Carrigan. 1998. Phenologicl temperature response of maize. Agron. J. 90: 73-76.

Sutton, L. M. and R. E. Stucker. 1974. Growing degree days to black layer compared to Minnesota relative maturity rating of corn hybrids. Crop Sci. 14: 408-412.

Troyer, A. F. 1993. Breeding early corn. pp. 341-395. In. A. R. Hallauer (Ed.). Specialty corns. CRC Press. Inc.

Wang, J. Y. 1960. A critique of the heat unit approach to plant response studies. Ecology, 4: 758-790

An evaluation of heat unit requirenment in maize hybrids with different maturity groups in temperate region of Fars

Choukan, R.[1]

ABSTARCT

Choukan, R. 2011. An evaluation of heat unit requirenment in maize hybrids with different maturity groups in temperate region of Fars. **Iranian Journal of Crop Sciences. 13(2): 253-268. (In Persian).**

Twenty Iranian and introduction maize hybrids in five different maturity groups were evaluated in Zarghan, Shiraz, for two cropping seasons (2007-2008). Variation in temperature were created by three planting dates (27 May, 5 June and 15 June). Duration to flowering was estimated by heat units using both thermal indices, GDD and CHU, were reliable for different maturing groups and led to similar grouping for maize hybrids. Both indices, based on heat units to flowering, grouped hybrids KSC 320, KSC 250, NS 540, and OSSK 552 as late floweiring and hybrids KSC 500, KSC 400, BC 504, and OSSK 444 as early flowering as compared to former FAO maturing groups. Based on duration to maturity, grouping based on GDD was more reliable and conformed with grouping based on estimation of duration from planting to flowering.

Key words: CHU, GDD, Heat units, Maize, Maturity group and Planting date.

Received: April, 2010 Accepted: November, 2010

1- Associate Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran (Corresponding author)
(Email: r_choukan@yahoo.com)