مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۶ ، شماره ۳، سال ۱۳۸۹

برآورد نیاز واحدهای حرارتی برای گروه‌های مختلف رسیدگی هیبریدهای ذرت دانه‌ای در کرمانشاه

Estimation of Heat Units Requirements for Different Maturity Groups of Grain Maize Hybrids in Kermanshah

رجب چوکان[۱] و علی شیرخانی[۲]

۱- دانشیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
۲- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۷/۸

چکیده

چوکان، ر.، و شیرخانی، ع. ۱۳۸۹. برآورد نیاز واحدهای حرارتی برای گروه‌های مختلف رسیدگی هیبریدهای ذرت دانه‌ای در کرمانشاه. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۶** (۳): ۲۸۴ - ۲۵۹.

در این پژوهش ۲۰ هیبرید ذرت دانه‌ای داخلی و خارجی از پنج گروه مختلف رسیدگی در دو فصل زراعی (۱۳۸۶ و ۱۳۸۷) در اسلام‌آباد کرمانشاه از نظر نیاز واحدهای گرمایی مورد مطالعه قرار گرفتند. به منظور ایجاد محیط‌های مختلف و امکان برآورد نیاز حرارتی هر یک از گروه‌ها، چهار تاریخ کاشت (اول اردیبهشت، ۱۰ اردیبهشت، ۲۵ اردیبهشت و ۱۰ خرداد) در نظر گرفته شد. نتایج حاصل نشان داد که بر اساس نیاز حرارتی تا گلدهی، هر دو سیستم درجه روز رشد (GDD) و واحدهای حرارتی گیاه (CHU) برآورد قابل قبولی از واحدهای حرارتی مورد نیاز هیبریدهای مربوط به گروه‌های مختلف رسیدگی ذرت را برآورد و گروه‌بندی مشابهی را برای این هیبریدها ارائه کردند. در هر دو سیستم، هیبریدهای NS 540 و OSSK 552 را از گروه بندی اولیه خود (گروه FAO 500) به گروه دیررس‌تر (گروه FAO 600) جابجا نمودند. همچنین هیبریدهای BC 404 و OSSK 499 از گروه‌بندی اولیه خود (گروه FAO 400) به گروه دیررس‌تر (گروه FAO 500) جابجا شدند. بالاخره هیبرید BC 504 از گروه اولیه خود (FAO 500) به گروه زودرس‌تر (گروه FAO 400) جابجا شد. در بررسی نیاز حرارتی تا رسیدگی فیزیولوژیک، سیستم CHU روند مشخصی را ارائه نکرد ولی بر اساس سیستم GDD کلیه هیبریدها در پنج گروه مختلف رسیدگی قرار گرفتند که با گروه‌بندی نیاز حرارتی تا گلدهی نیز تا حدود زیادی منطبق بود.

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

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: r_choukan@spii.ir و r_choukan@yahoo.com

مقدمه

جایگاه ذرت در نظام تناوب زراعی در کرمانشاه معمولاً محصول قبل از گندم می‌باشد. بنابراین، بمنظور برداشت به موقع ذرت بایستی از هیبریدهای با دوره رشد و نمو کوتاه تر استفاده کرد تا بتوان برداشت دانه را با رطوبت مناسب انجام و از تأخیر در کشت گندم بعد از آن جلوگیری نمود. انتخاب گروه رسیدگی مناسب جهت کاشت در منطقه، از جمله کلیدی‌ترین عوامل موثر در تولید ذرت محسوب می‌شود. یکی از مسائل پیش روی به‌نژادگران و تولیدکنندگان ذرت، گروه‌بندی هیبریدهای ذرت از نظر رسیدگی محصول است. گروه‌بندی بر اساس تعداد روز به علت پائین بودن دقت ناشی از تغییرات محیطی از سالی به سال دیگر و از منطقه‌ای به منطقه دیگر و تاثیر آنها بر تعداد روزهای از کاشت تا رسیدن، کارایی لازم را ندارد. تصمیم‌گیری در کشت رقم خاص از نظر گروه رسیدگی در ذرت در یک منطقه بویژه زمانی که به هر دلیلی کشت با تاخیر انجام می‌شود (که بالطبع باعث کوتاه‌تر شدن فصل رشد باقیمانده می‌گردد) از مسائل بسیار مهم می‌باشد. چنین تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب هیبرید مناسب از نظر گروه رسیدن، نیازمند تعیین ویژگی‌های مورد نیاز فصل رشد هیبریدهای ذرت است (Nielsen *et al.*, 1994).

به‌منظور ارزیابی هیبریدهای ذرت با گروه رسیدگی مشخص و تعیین مناطق جغرافیایی مناسب جهت کشت این هیبریدها و همچنین انجام عملیات زراعی در مراحل خاص فنولوژیک، گروه‌بندی ارقام بایستی صورت گیرد. روش‌ها و سیستم‌های متعددی جهت پیش‌بینی سرعت رشدونمو هیبریدهای ذرت ارایه شده‌است. بر اساس آزمایش‌های انجام شده در چندین کشور، سازمان خوار و بار کشاورزی ملل متحد (FAO) روش یکنواختی را برای تعیین تاریخ رسیدن ارائه کرده است (Jugenheimer, 1958). بر اساس این روش که در ایران و بسیاری از کشورهای اروپائی بویژه اروپای شرقی رایج است، گروه‌های FAO برای هیبریدهای جدید از طریق مقایسه آنها با ارقام استاندارد تعیین می‌شوند. ارقام استاندارد مورد نظر تقریباً از بین رفته و دیگر موجود نمی‌باشند و در واقع هر کشور این ارقام را با ارقام و هیبریدهای خودشان جایگزین نموده‌اند. بهمین دلیل، احتمال اینکه گروه‌های FAO تعیین شده برای هر هیبرید در کشورهای مختلف یکسان و شبیه باشند، بسیار ضعیف است.

با توجه به تغییرات مراحل فنولوژیک هیبریدهای ذرت هنگامی‌که در شرایط متفاوت آب و هوایی کشت می‌شوند، سیستم‌هایی مبتنی بر شاخص‌های حرارتی موردتوجه ویژه قرار گرفته است. 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)[1] (Wang, 1960) و واحدهای حرارتی گیاه (CHU)[2] (Brown and Bootsma, 1993) اشاره کرد. مفاهیم واحدهای حرارتی محصول (CHU) یا درجه- روز رشد (GDD) از آنجایی اهمیت دارد که فنولوژی ذرت به شدت به دما وابسته است. دویر و همکاران (Dwyer *et al.*, 2003) در مطالعات خود دریافتند که میزان GDD ازکاشت تا رسیدن فیزیولوژیک در هیبریدهای دیررس بیشتر از هیبریدهای میان‌رس و زودرس است. میزان GDD از ۵۰ درصد ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک در هیبریدهای دیررس (۴۹۹-۴۶۷) کمتر از هیبریدهای میان‌رس (۵۱۱-۵۰۴) و هیبریدهای زودرس (۴۸۹-۵۱۸) بود ونتیجه گرفت که هیبریدهای دیررس طی فصل رشد GDD بیشتری برای تکمیل دوره رشد رویشی نیاز دارند ولی GDD دوره رشد زایشی آنها کمتر بود. بنابراین سرعت پر شدن دانه در هیبریدهای دیررس بیشتر از هیبریدهای میان‌رس و زودرس بود. میزان GDD موردنیاز برای گروه‌های رسیدگی هیبریدها از کاشت تا ظهور کاکل و یا تشکیل لایه سیاه در دانه متغیر است. هیبریدهای زودرس نسبت به هیبریدهای دیررس ذرت نیاز به GDD کمتری تا ظهور کاکل و تشکیل لایه سیاه دارند. رتبه‌بندی گروه‌های رسیدگی هیبریدها براساس GDD مناسب‌تر از رسیدگی نسبی براساس تعداد روز است (Nielsen *et al.*, 1994). کولویل و فری (Colville and Frey, 1987) با بررسی تأثیر کاشت دیرهنگام بر طول مدت رشد نه ژنوتیپ یولاف نشان دادند که تعداد روزها و درجه روز رشد موردنیاز برای رسیدن به هر کدام از مراحل نموی، در میان ژنوتیپ‌های یولاف اختلاف معنی‌داری وجود داشت. درمورد تمام ژنوتیپ‌ها تعداد GDD موردنیاز برای رسیدن به هر کدام از مراحل نموی در میان تاریخ‌های کاشت عموماً نوسان کمتری نسبت به تعداد روزهای لازم داشت که نشان می‌دهد GDD در مقایسه با تعداد روزها توانایی بیشتری در پیش‌بینی رشد و نمو ارقام یولاف داشت. درنتیجه، نوع کاربرد GDD درمورد یولاف تا حد زیادی شبیه کاربرد واحدهای حرارتی محصول (CHU) در گیاه ذرت است.

سیستم واحد دمایی دیگری که در کانادا مورد استفاده قرار می‌گیرد، سیستم واحدهای حرارتی محصول (CHU) است (Brown and Bootsma, 1993). سیستم واحدهای حرارتی 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 بهترین روش‌ها در کمّی کردن اثر درجه‌حرارت بر روی رشد و نمو محصول شناخته می‌شود. برای محاسبه CHU بایستی

1. Growing degree days (GDD)
2. Crop heat units (CHU)

واحد حرارتی روزانه (CHU_{day}) و شبانه (CHU_{night}) به‌طور جداگانه محاسبه و از میانگین این دو CHU برای دوره مورد نظر محاسبه شود. 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. تصمیم برای اینکه چه زمانی بایستی گروه رسیدگی زودتر از رقم رایج استفاده شود، بایستی براساس رتبه‌بندی هیبرید براساس GDD موردنیاز 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. دینارد (Daynard, 1972) در کشت دیرهنگام مشاهده کرد که واحد حرارتی مورد نیاز از کاشت تا اواسط ظهور کاکل‌ها تا تشکیل لایه سیاه کاهش یافت. واحد حرارتی بین کاشت تا رسیدن فیزیولوژیک در ذرت هیبرید دندان اسبی MO17 × B73 در تأخیر کشت‌های اولیه کاهش ولی با تأخیرهای بیشتر افزایش نشان داد. مطالعات انجام شده در کانادا سیستم GDD برآورد مطمئنی را از زمان حرارتی مورد نیاز برای رشد رویشی فراهم کرد (کاشت تا ظهور کاکل) (Dwyer *et al.*, 1999). برآوردهای زمان گرمایی موردنیاز برای دوره پر شدن دانه (ظهور کاکل تا رسیدن) به‌طور قابل توجهی متغیر بود و معمولاً برآوردها براساس GDD برای این دوره بیش از واقعیت بود. ضرایب تغییرات در رابطه با طول دوره نمو ذرت در CHU و GDD تجمعی در بین سال‌ها و مکان‌های مختلف کمتر از ضریب تغییرات روزهای تقویمی است (Tollenaor *et al.*, 1979).

تجمع درجه روز رشدها (GDDs) از کاشت تا ظهور کامل یا تشکیل لایه سیاه دانه در گروه‌های مختلف رسیدگی ذرت متغیر می‌باشد (Nielsen *et al.*, 1994). هیبریدهای با رسیدگی نسبی زودتر، در مقایسه با هیبریدهای دیررس‌تر نیازمند درجه روز رشد کمتری برای رسیدن به مرحله ظهور کاکل یا تشکیل لایه سیاه دانه می‌باشند. گیلمور و راجرز (Gilmore and Rogers, 1958) در بررسی کشت‌های تاخیری ذرت در تگزاس در ایالات متحده آمریکا تفاوتی تا اواسط ظهور کاکل مشاهده نکردند. دینارد (Daynard, 1972) مشاهده کرد که تاخیر در کاشت در آنتاریو در کانادا نیاز واحدهای گرمایی از کاشت تا اواسط ظهور کاکل را افزایش و نیاز واحدهای گرمایی بین اواسط ظهور کاکل تا تشکیل لایه سیاه دانه را کاهش داد. این تحقیق بمنظور برآورد نیاز گرمایی گروه مختلف رسیدگی هیبریدهای ذرت دانه‌ای بر اساس واحدهای گرمائی در

اسلام‌آباد کرمانشاه اجرا شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از 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 اسلام‌آباد کرمانشاه استفاده شد. بمنظور ایجاد شرایط مختلف جهت برآورد نیاز حرارتی، چهار تاریخ کاشت (اول اردیبهشت، ۱۰ اردیبهشت، ۲۵ اردیبهشت و ۱۰ خرداد) در نظر گرفته شدند (جدول ۱). بطوریکه تاریخ‌های کاشت بعنوان عامل اصلی و هیبریدهای ذرت بعنوان عامل فرعی بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در طی دو فصل زراعی (۱۳۸۶ و ۱۳۸۷) مورد مطالعه قرار گرفتند. هر گروه از هیبریدها در تراکم معمول و توصیه شده آن گروه کشت شدند بطوریکه گروه ۷۰۰ با تراکم ۷۰ هزار، گروه ۶۰۰ با تراکم ۷۰ هزار، گروه ۵۰۰ با تراکم ۷۴ هزار، گروه ۴۰۰ با تراکم ۷۵ هزار و گروه ۲۰۰ و ۳۰۰ نیز با تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار کشت شدند. بمنظور دستیابی به تراکم مورد نظر در هر گروه رسیدگی، فاصله کپه‌ها در گروه‌های ۷۰۰ و ۶۰۰ برابر ۳۸ سانتیمتر، در گروه‌های ۵۰۰ و ۴۰۰ برابر ۳۵/۵ سانتیمتر و در گروه‌های ۲۰۰ و ۳۰۰ برابر ۳۳ سانتیمتر بودند. در هر یک از تاریخ‌های کاشت برای هر کدام از هیبریدها تاریخ‌های سبز شدن، تاریخ ظهور کاکل و تاریخ رسیدگی فیزیولوژیک ثبت گردید.

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 میانگین روزانه، نیاز حرارتی هر رقم در هر گروه رسیدگی بر اساس سیستم‌های GDD و CHU بطور جداگانه بشرح زیر محاسبه شد:

$$GDD = \sum\left[\left(\frac{T_{MAX} - T_{MIN}}{۲}\right) - T_{base}\right]$$

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 مطالعه نیز دمای پایه معادل ۱۰ درجه سانتی‌گراد درنظر گرفته شد. علاوه بر این، درجه‌حرارت پائین‌تر از ۱۰ و بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد غیرمؤثر تلقی شد 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 حرارتی روزانه (CHU_{day}) و شبانه (CHU_{night}) به‌طور جداگانه

جدول ۱- درجه حرارت حداقل و حداکثر در دهه‌های مختلف ماه‌های رشد و نمو ذرت در سال های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ در منطقه کرمانشاه

Table 1. Mean minimum and maximum temperatures (ºC) during growing season months in Kermanshah in 2007 and 2008 growing seasons

ماه Months	سال Year	First 10 days دهه اول ماه		Second 10 Days دهه دوم ماه		Third 10 Days دهه سوم ماه	
		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	دمای حداکثر Max. Temp. ºC
اردیبهشت	۱۳۸۶ 2007	5.4	17.9	6.8	26.0	10.4	25.8
21 April-21 May	۱۳۸۷ 2008	6.9	28.3	6.5	23.5	7.2	26.2
خرداد	۱۳۸۶ 2007	9.8	31.1	10.3	28.5	11.7	34.1
22 May- 21 June	۱۳۸۷ 2008	9.7	30.4	11.6	31.3	12.6	32.9
تیر	۱۳۸۶ 2007	14.0	35.3	15.9	35.7	14.5	34.7
22 June- 22 July	۱۳۸۷ 2008	14.8	35.8	14.9	34.2	17.0	37.9
مرداد	۱۳۸۶ 2007	16.2	36.0	15.3	37.4	15.2	36.1
23 July-22 Aug.	۱۳۸۷ 2008	17.9	37.9	17.2	38.7	15.8	36.9
شهریور	۱۳۸۶ 2007	14.0	35.1	13.1	35.8	9.5	32.7
23 Aug.-22 Sep.	۱۳۸۷ 2008	15.2	36.0	11.9	34.1	16.8	34.7
مهر	۱۳۸۶ 2007	7.7	30.5	7.5	27.2	6.7	27.0
23 Sep -22 Oct.	۱۳۸۷ 2008	9.1	27.5	6.7	27.9	6.4	27.5

محاسبه و سپس CHU بشرح زیر محاسبه شد:

واحد حرارتی روزانه

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

واحد حرارتی شبانه

$$CHU_{night} = 1.8(T_{min} - 4.4)$$

واحدهای حرارتی مورد نیاز

$$CHU = \frac{CHU_{day} + CHU_{night}}{2}$$

سپس نیاز حرارتی هر مرحله برای ورود به مرحله بعد تعیین و در نهایت نیاز حرارتی برای رسیدن محصول تعیین گردید. نیاز حرارتی برآورد شده با سیستم‌های مختلف مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفت و در نهایت پایدارترین سیستم در تعیین نیاز حرارتی گروه‌های مختلف رسیدگی هیبریدهای ذرت دانه‌ای تعیین شد.

نتایج و بحث

- درجه روز رشد(GDD) از سبز شدن تا گل دهی

تجزیه واریانس مرکب داده‌های دو ساله نشان داد که اثر تاریخ کاشت، هیبرید و اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید بر مقدار GDD از سبز شدن تا گلدهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی 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 ۳). هیبرید KSC 720 بیشترین و هیبرید KSC 704 کمترین نیاز GDD را تا گلدهی در این گروه(FAO 700) دارا بودند. بر این اساس، هیبریدهای BC 678، BC 666، NS 540، OSSK 602، KSC 647 و OSSK 552 در گروه بعدی (گروه FAO 600) قرار گرفتند. بدین تریتب بنظر می‌رسد گروه بندی اولیه در باره هیبریدهای NS 540 و OSSK 552 تغییر یافت. در گروه بعدی (FAO 500) نیز هیبریدهای KSC 500، BC 404 و OSSK 499 قرار گرفتند. دو هیبرید اخیر نیز از نظر مقدار درجه روز رشد لازم تا گلدهی متفاوت بودند و در گروه جدید یعنی گروه دیررس تر نسبت به گروه‌بندی اولیه خود قرار گرفتند. در گروه FAO 400 بعنوان گروه چهارم هیبریدهای OSSK 444، KSC 400 و BC 504 قرار دارند. تفاوت بین گروههای بعدی با گروه چهارم چندان قابل توجه نبود ولی در هر حال حداقل نیاز GDD در این دوره به هیبریدهای KSC 260 و KSC 250 تعلق داشت. بطور کلی گروه دیررس حدود ۸۰۰ درجه روز رشد، گروه نیمه دیررس حدود ۷۸۰ درجه روز رشد، گروه متوسطرس حدود ۷۵۰ درجه روز رشد، گروه نیمه متوسط رس حدود ۷۲۰ درجه روز رشد، گروه زودرس ۷۰۰ درجه روز رشد و گروه خیلی زودرس حدود ۶۷۵ درجه رشد در این مرحله لازم داشتند.

جدول ۲ – خلاصه تجزیه واریانس مرکب دو ساله (۸۷ – ۱۳۸۶) برای درجه روز رشد و واحدهای گرمائی مورد نیاز برای هیبریدهای ذرت دانه‌ای در منطقه کرمانشاه

Table 2. Summary of combined analysis of variance for GDD and CHU in grain maize hybrids in Kermanshah in 2007 and 2008 growing seasons

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی d.f.	درجه روز رشد Growing degree days (GDD)		واحدهای گرمائی محصول Crop Heat Units (CHU)	
			تا گلدهی To flowering	تا رسیدگی فیزیولوژیکی To physiological maturity	تا گلدهی To flowering	تا رسیدگی فیزیولوژیکی To physiological maturity
Year (Y)	سال	1	852753.686**	849119.861**	4038682.611**	3485966.427**
Rep./Y	تکرار (سال)	4	229.451	894.900	862.350	4658.237
Planting Date (D)	تاریخ کاشت	3	7656.972**	62238.203**	372656.468**	658588.367**
D × Y	تاریخ کاشت × سال	3	17531.460**	20375.540**	61923.542**	127937.546**
Error (a)	خطا (الف)	12	1008.039	1387.155	4311.518	7047.736
Hybrid (H)	هیبرید	19	44183.523**	118144.700**	190242.154**	561501.888**
H × Y	هیبرید × سال	19	1809.348**	1789.063**	7994.353**	7848.736**
H × D	هیبرید × تاریخ کاشت	57	1520.093**	2626.791**	6562.927**	11020.941**
H × D × Y	هیبرید × تاریخ کاشت × سال	57	1026.004**	835.399**	4451.284**	3965.519**
Error (b)	خطا (ب)	304	537.947	450.879	2340.124	2288.341

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

**: Significant at the 1% level of probability.

جدول ۳ - مقایسه میانگین دو ساله(۸۷ – ۱۳۸۶) برای درجه روز رشد و واحدهای گرمائی برای هیبریدهای ذرت دانه‌ای در منطقه کرمانشاه

Table 3. Mean comparision for heat units in grain maize hybrids in Kermanshah in 2007 and 2008 growing seasons

هیبرید Hybrid	درجه روز رشد Growing degree days (GDD)		واحدهای گرمائی محصول Crop Heat Units (CHU)	
	تا گلدهی To flowering	تا رسیدگی فیزیولوژیکی To physiological maturity	تا گلدهی To flowering	تا رسیدگی فیزیولوژیکی To physiological maturity
KSC 260	676.8k	1296n	1464k	2747n
KSC 250	687.1jk	1318m	1485jk	2794m
KSC 320	690.1ijk	1330m	1491ijk	2819m
KDC 370	689.9ijk	1358l	1491ijk	2881l
BC 404	712.0fg	1372k	1536fg	2912k
OSSK 444	693.1hij	1394j	1498hij	2959j
OSSK 499	705.3gh	1407i	1523gh	2989i
KSC 400	696.2hij	1408i	1504hij	2990i
BC 504	702.7ghi	1425h	1517ghi	3028h
OSSK 552	744.0e	1439g	1604e	3058g
NS 540	748.0e	1446fg	1612e	3073fg
KSC 500	721.5f	1455f	1556f	3093f
OSSK 602	745.6e	1472e	1607e	3131e
BC 678	763.1d	1482de	1644d	3151de
BC 666	752.4de	1490cd	1621de	3168cd
KSC 647	745.6e	1490cd	1607e	3171cd
KSC 704	781.7c	1506b	1681c	3204b
KSC 700	799.3b	1501bc	1718b	3191bc
KSC 713	792.5bc	1522a	1703bc	3238a
KSC 720	825.5a	1532a	1772a	3260a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید نشان داد که هیبریدهای زودرس درجه روز رشد نسبتاً ثابتی را برای گلدهی در تمام تاریخ‌های کاشت لازم داشتند (جدول ۴). این برای هیبریدهای متوسطرس نیز بجز برخی موارد صادق بود. هیبریدهای دیررس نوساناتی را در تاریخ‌های مختلف کاشت برای GDD مورد نیاز تا گلدهی نشان دادند که تقریباً در همه هیبریدهای دیررس مشاهده شد. بطوریکه در تاریخ کاشت دوم و چهارم حداکثر GDD را داشتند. بطور کلی سایر هیبریدهای مورد بررسی نیز افزایش جزئی در GDD مورد نیاز برای رسیدن به مرحله گلدهی در تاریخ کاشت دوم نشان دادند. بالاترین عملکرد دانه نیز در تاریخ کاشت دوم حاصل شد (Choukan and Shirkhani, 2010a) که این نشان‌دهنده مساعد بودن دوره رشد رویشی برای کلیه هیبریدها در تاریخ کاشت دوم بود. این در مورد هیبریدهای دیررس و تا حدودی هیبریدهای متوسطرس بیشتر صدق می‌کند و با مقایسه میانگین GDD مورد نیاز کل هیبریدها در تاریخهای مختلف بیشتر مشخص شد (جدول ۴). بالاترین GDD مورد نیاز در تاریخ کاشت دوم بود در حالیکه در سایر تاریخهای کاشت تفاوت آماری معنی داری بین میانگین GDD مورد نیاز وجود ندارد.

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

تجزیه واریانس داده‌های دوساله نشان داد که اثر تاریخ کاشت، اثر هیبرید و اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید بر مقدار GDD مورد نیاز از سبز شدن تا رسیدن فیزیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که گروه هیبریدهای دیررس(FAO 700) بالاترین مقدار GDD مورد نیاز را برای این مرحله بخود اختصاص دادند (جدول ۳). این گروه با میانگین حدود ۱۵۰۰ تا ۱۵۲۵ درجه روز رشد در دو گروه فرعی قرار گرفتند. هیبریدهای KSC 720 و OSSK 713 با میانگین حدود ۱۵۲۵ درجه روز رشد در گروه FAO 750 و هیبریدهای KSC 704 و KSC 700 در گروه FAO 700 قرار داده شدند. گروه بعدی FAO 600 بود که چهار هیبرید OSSK 602، BC 678، BC 666 و KSC 647 در این گروه قرار گرفتند. این گروه نیز به دو گروه فرعی قابل تقسیم بود. گروه FAO 650 با میانگین درجه روز رشد ۱۴۹۰ شامل هیبریدهای BC 666 و KSC 647 و گروه FAO 600 با میانگین درجه روز رشد حدود ۱۴۷۵ شامل هیبریدهای OSSK 602 و BC 678 بود. در گروه FAO 500 نیز دو گروه فرعی شناسائی شدند. هیبریدهای NS 540 و KSC 500 با میانگین GDD حدود ۱۴۵۰ درجه روز رشد در گروه فرعی FAO 550 و هیبریدهای BC 504 و OSSK 552 با میانگین ۱۴۳۰درجه روز رشد در گروه فرعی FAO 500 قرار گرفتند. گروه بعدی یعنی گروه FAO 400 شامل چهار هیبرید می‌باشد که در

جدول ۴ - مقایسه میانگین دو ساله(۸۷ – ۱۳۸۶) برای درجه روز رشد تا گلدهی هیبریدهای ذرت دانه‌ای در تاریخ های مختلف کاشت در منطقه کرمانشاه

Table 4. Mean comparison for growing degree days (GDD) to flowering in grain maize hybrids in different planting dates in Kermanshah in 2007 and 2008 growing seasons

هیبرید	تاریخ کاشت Planting date			
Hybrids	اول اردیبهشت (20 April)	۱۰ اردیبهشت (30 April)	۲۵ اردیبهشت (14 May)	۱۰ خرداد (01 June)
KSC260	677.0]^_	676.6]^_	684.7z[\]^_	668.7^_
KSC250	702.0uvwxyz[\]	688.0z[\]^_	690.0yz[\]^_	668.3^_
KSC320	697.8wxyz[\]^_	689.9yz[\]^_	690.8yz[\]^_	682.1[\]^_
KDC370	691.5yz[\]^_	690.1yz[\]^_	696.9wxyz[\]^_	681.2[\]^_
BC404	712.4rstuvwxyz[	727.3nopqrstuvw	709.2tuvwxyz[\]	699.0wxyz[\]^_
OSSK444	678.9\]^_	727.2nopqrstuvw	700.3vwxyz[\]^	666.1_
OSSK499	689.0yz[\]^_	732.9mnopqrstuv	706.2tuvwxyz[\]	692.9xyz[\]^_
KSC400	687.5z[\]^_	709.5tuvwxyz[\]	703.8uvwxyz[\]	684.0z[\]^_
BC504	697.5wxyz[\]^_	705.8tuvwxyz[\]	710.8stuvwxyz[\	696.7wxyz[\]^_
OSSK552	744.6jklmnopq	782.7cdefgh	721.4pqrstuvwxy	727.4nopqrstuvw
NS540	745.1jklmnopq	775.6defghij	733.2mnopqrstu	738.1klmnopqrst
KSC500	717.1qrstuvwxyz	727.4nopqrstuvw	724.8opqrstuvwx	716.7qrstuvwxyz
OSSK602	745.8jklmnopq	742.7klmnopqrs	749.0ijklmnopq	745.0jklmnopqr
BC678	769.3efghijk	776.6defghij	755.2hijklmno	751.5hijklmnop
BC666	733.7lmnopqrstu	775.3defghij	748.9ijklmnopq	751.6hijklmnop
KSC647	725.5opqrstuvwx	765.9fghijkl	737.4klmnopqrst	753.4hijklmnop
KSC704	762.8ghijklm	797.2bcdef	776.0defghij	791.0bcdefg
KSC700	804.2bcd	797.0bcdef	780.3cdefghi	815.7b
OSSK713	799.6bcde	803.0bcd	758.5hijklmn	809.1bc
KSC720	808.2bc	819.8b	794.1bcdefg	879.9a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

سه گروه فرعی قرار گرفتند. گروه فرعی FAO 470 شامل هیبریدهای OSSK 499 و KSC 400 با GDD حدود ۱۴۰۷ درجه روز رشد، و گروه فرعی FAO 450 شامل هیبرید OSSK 444 با GDD حدود ۱۳۹۰ و گروه فرعی FAO 400 با GDD حدود ۱۳۷۰ شامل هیبرید BC 404 می‌باشد. در گروه بعدی هیبرید KDC 370 با GDD حدود ۱۳۶۰ در گروه فرعی FAO 350 قرار گرفت. هیبرید KSC 320 با GDD حدود ۱۳۳۰ در گروه فرعی FAO 300 و بالاخره هیبرید KSC 250 با GDD حدود ۱۳۱۸ در گروه فرعی FAO 250 و هیبرید KSC 260 با حدود ۱۲۹۰ درجه روز رشد در گروه فرعی FAO 200 قرار گرفتند. بطور کلی با در نظر گرفتن حدود ۱۰۰ درجه روز رشد برای سبز شدن کلیه هیبریدها، گروه بندی رسیدن هیبریدهای مورد بررسی و GDD مورد نیاز آنها را می‌توان بشرح جدول ۷ خلاصه نمود.

در بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید در گروه دیررس بجز در تاریخ کاشت اول و دوم که درجه روز رشد تقریباً یکسانی داشتند، درجه روز رشد دریافتی با تأخیر در کاشت کاهش نشان داد (جدول ۵). در حالیکه در گروه زودرس این بر عکس بود و بجز موارد خاص، با تأخیر در کاشت، درجه روز رشد دریافتی افزایش نشان داد (جدول ۵). دویر و همکاران (Dwyer *et al.*, 1996) گزارش کردند که در اکثر موارد در سیستم GDD 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 سالهائی که دمای هوا بطور مشهود کمتر از حد طبیعی باشد اتفاق می افتد.

بطور کلی، صرفنظر از معنی‌دار بودن یا نبودن، تفاوت‌ها، مقدار GDD مورد نیازکلیه هیبریدها در گروه‌های مختلف رسیدگی در تاریخ کاشت دوم افزایش نشان داد (جدول ۵). این موضوع در بررسی میانگین کلیه هیبریدها در تاریخ‌های مختلف کاشت بیشتر مشخص می گردد (جدول ۱۰). بالاترین مقدار GDD مربوط تاریخ کاشت دوم بود و سپس بترتیب در تاریخ کاشت اول، چهارم و سوم کاهش معنی‌داری نشان دادند.

- واحدهای گرمائی تجمعی(CHU) از سبز شدن تا گلدهی

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها دو ساله نشان داد که اثر تاریخ کاشت، هیبرید و اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید بر مقدار CHU از سبز شدن تا گلدهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی میانگین هیبریدهای ذرت از نظر واحدهای گرمائی CHU 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 بخود اختصاص دادند (جدول ۳).

جدول ۵- مقایسه میانگین دو ساله(۸۷ – ۱۳۸۶) برای درجه روز رشد تا رسیدگی فیزیولوژیکی هیبریدهای ذرت دانه‌ای در تاریخ‌های مختلف کاشت در منطقه کرمانشاه

Table 5. Mean comparison for growing degree days to maturity in grian maize hybrids in different planting dates in Kermanshah in 2007 and 2008 growing seasons

هیبرید	تاریخ کاشت Planting date			
Hybrids	اول اردیبهشت (20 April)	۱۰ اردیبهشت (30 April)	۲۵ اردیبهشت (14 May)	۱۰ خرداد (01 June)
KSC260	1278f	1297def	1296def	1311bcde
KSC250	1346^_`a	1330_`ab	1293ef	1303cdef
KSC320	1357\]^_	1332_`ab	1305bcdef	1326`abc
KDC370	1383vwxyz[\	1363[\]^	1321abcd	1365[\]^
BC404	1365[\]^	1402uvwxy	1349]^_`	1374yz[\]^
OSSK444	1373z[\]^	1426rstu	1372z[\]^	1405uvwx
OSSK499	1369zZ[\]^	1466ijklmnop	1384vwxyz[\	1409tuv
KSC400	1391vwxyz[	1462klmnopq	1377xyz[\]	1404uvwx
BC504	1407uvw	1468ijklmno	1379wxyz[\	1445nopqrs
OSSK552	1465jklmnop	1480ghijkl	1387vwxyz[	1425stu
NS540	1455lmnopq	1485fghijk	1405uvwx	1438pqrs
KSC500	1471hijklmn	1498defgh	1396vwxyz	1453lmnopqr
OSSK602	1499defgh	1492fghij	1434qrst	1466jklmnop
BC678	1511cdef	1498defgh	1450mnopqrs	1467ijklmno
BC666	1509cdefg	1509cdefg	1465jklmnop	1476hijklm
KSC647	1489fghijk	1510cdefg	1473hijklmn	1489fghijk
KSC704	1508cdefg	1532abc	1488fghijk	1495efghi
KSC700	1530bc	1527bcd	1507cdefg	1440opqrs
OSSK713	1535abc	1549ab	1512cdef	1492fghij
KSC720	1558a	1554ab	1521cde	1495efghi

میانگین‌هایی، در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

هیبریدهای KSC 720 ، KSC 700، OSSK 7013و KSC 704 بیشترین مقدار CHU را تا گلدهی نیاز داشتند که در داخل این گروه هیبرید KSC 704 حداقل CHU را نیاز داشت. هیبرید BC 678 حد واسط این گروه و گروه بعدی(FAO 600) قرار گرفت. در گروه FAO 600 هیبریدهای BC 666، NS 540، OSSK 602، KSC 647 و OSSK 552 قرار دارند. بدین تریتب بنظر می‌رسد گروه‌بندی اولیه هیبریدهای NS 540 و OSSK 552 تغییر یافت. در گروه بعدی یعنی FAO 500 نیز هیبریدهای KSC 500، BC 404 و OSSK 499 قرار گرفتند. دو هیبرید اخیر در منشاء در گروه FAO 400 گروه‌بندی شده‌اند. در گروه FAO 400 نیز هیبریدهای BC 504، KSC 400 و OSSK 444 قرار گرفتند. در این گروه‌بندی نیز گروه اولیه هیبرید BC 504 تغییر یافت. در گروه FAO 300، هیبریدهای KSC 320، KDC 370 و KSC 250 قرار گرفتند. در گروه FAO 200 فقط هیبرید KSC 260 قرار گرفت.

بطور کلی بر مبنای CHU مورد نیاز تا گلدهی، گروه‌بندی اولیه در بسیاری از موارد با نتایج بدست آمده در این آزمایش همخوانی ندارد. بنظر می‌رسد که برخی از هیبریدها طول دوره رشد رویشی طولانی‌تری نسبت به گروه رسیدگی اولیه خود نشان دادند. بر اساس CHU در این تحقیق، گروه دیررس بیش از ۱۷۰۰ واحد حرارتی، گروه متوسط – دیررس بیش از ۱۶۰۰ واحد حرارتی، گروه متوسط رس بیش از ۱۵۰۰ واحد حرارتی و گروه زودرس بیش از ۱۴۰۰ واحد حرارتی لازم دارند که با احتساب حدود ۲۰۰ واحد حرارتی (CHU) برای دوره کاشت تا سبز شدن، این مقادیر بترتیب ۱۹۰۰- ۱۸۰۰ – ۱۷۰۰ و ۱۶۰۰ بود.

بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید نشان داد که در گروه‌های زودرس واحدهای حرارتی مورد نیازها برای رشد رویشی از تاریخ کاشت اول تا چهارم با اندک کاهش غیرمعنی‌دار، تقریباً یکسان بود (جدول ۶). این گروه تقریباً در تیر ماه رشد رویشی خود را کامل کرد که اندک کاهش آن با تأخیر کاشت می‌تواند به کوتاهی طول دوره رویشی در این گروه و سپری شدن بخشی از آن در ماه خنک اردیبهشت نسبت داده شود. این گروه تفاوت معنی‌داری از نظر CHU مورد نیاز در تاریخ‌های مختلف کاشت جهت رسیدن به گلدهی نشان ندادند (جدول ۶). در گروه دیررس، دو تاریخ کاشت اول و دوم حداکثر CHU را نشان دادند که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، ولی تاریخ کاشت سوم و چهارم CHU کمتری لازم داشت و از نظر آماری این دو تاریخ کاشت نیز مشابه بودند. شاید علت اصلی تشابه نسبی CHU مورد نیاز در دو تاریخ کاشت اول و دوم، پائین بودن درجه حرارت در تاریخ کاشت اول و کاهش تفاوت گلدهی دو تاریخ کاشت در دهه سوم تیر باشد (جدول ۱). در این گروه در تاریخ کاشت‌های سوم و چهارم که در زمان کاشت درجه حرارت نسبتاً بالاتر بود، زمان گلدهی

جدول ۶ - مقایسه میانگین دو ساله(۸۷ – ۱۳۸۶) برای واحدهای حرارتی محصول تا گلدهیدر هیبریدهای ذرت دانه‌ای در تاریخ های مختلف کاشت در منطقه کرمانشاه

Table 6. Mean comparison for crop heat units (CHU) to flowering in grain maize hybrids in different planting dates in Kermanshah in 2007 and 2008 growing seasons

هیبرید	Planting date	تاریخ کاشت		
Hybrids	اول اردیبهشت (20 April)	۱۰ اردیبهشت (30 April)	۲۵ اردیبهشت (14 May)	۱۰ خرداد (01 June)
KSC260	1523stuvwxyz	1484yz[\]^_	1453]^_`a	1396`a
KSC250	1575mnopqrst	1507tuvwxyz[\]^	1463[\]^_	1395`a
KSC320	1566nopqrstuv	1511tuvwxyz[\]^	1466[\]^_	1423_`a
KDC370	1553opqrstuvwx	1512tuvwxyz[\]^	1478z[\]^_	1422_`a
BC404	1597lmnopqr	1588lmnopqrs	1504uvwxyz[\]^	1457\]^_`
OSSK444	1527stuvwxyz[	1589lmnopqrs	1486xyz[\]^_	1390a
OSSK499	1548pqrstuvwxy	1600klmnopq	1497vwxyz[\]^	1445^_`a
KSC400	1544pqrstuvwxyz	1552pqrstuvwxy	1493wxyz[\]^	1426_`a
BC504	1566nopqrstuv	1544pqrstuvwxyz	1506tuvwxyz[\]^	1453]^_`a
OSSK552	1665fghijk	1704defg	1530rstuvwxyz[	1516tuvwxyz[\]
NS540	1665fghijk	1690defgh	1555opqrstuvw	1539pqrstuvwxyz
KSC500	1607jklmnop	1589lmnopqrs	1536qrstuvwxyz	1494wxyz[\]^
OSSK602	1666fghijk	1621ijklmno	1587lmnopqrs	1554opqrstuvwx
BC678	1716def	1691defg	1601klmnopq	1567nopqrstu
BC666	1641ghijklm	1688defgh	1587lmnopqrs	1567nopqrstu
KSC647	1624hijklmn	1669efghij	1563nopqrstuv	1571nopqrstu
KSC704	1702defg	1733cde	1643ghijkl	1648ghijkl
KSC700	1788abc	1733cde	1652fghijkl	1699defg
OSSK713	1779abc	1745bcd	1604jklmnopq	1686defghi
KSC720	1796ab	1780abc	1679defghi	1834a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

مصادف با مرداد بود (جدول ۱). در گروه متوسط رس شرایط بینابین گروه دیررس و زودرس حاکم بود. بطورکلی CHU مورد نیاز در دو تاریخ کاشت اول ثابت و در تاریخ‌های کاشت سوم و چهارم روند کاهشی داشت. با بررسی میانگین کل هیبریدها در تاریخ‌های مختلف کاشت بیشتر مشخص می گردد (جدول ۹). بالاترین CHU به تاریخ کاشت‌های اول و دوم تعلق داشت و در تاریخ کاشت‌های سوم و چهارم روند کاهشی معنی‌داری را نشان داد. موارد استثنائی نیز مشاهده شده مثلاً هیبرید KSC 704 بالاترین واحد گرمائی را در تاریخ کاشت چهارم نیاز داشت.

- واحد های گرمائی تجمعی(CHU) از سبز شدن تا رسیدن فیزیولوژیک

تجزیه واریانس داده‌های دوساله نشان داد که اثر تاریخ کاشت، اثر هیبرید و اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید بر CHU مورد نیاز از سبز شدن تا رسیدن فیزیولوژیک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که گروه هیبریدهای دیررس(FAO 700) علاوه بر آنکه بالاترین مقدار CHU مورد نیاز را برای این مرحله بخود اختصاص دادند، بلکه براحتی در دو گروه فرعی قابل تقسیم بودند(جدول ۳). هیبریدهای KSC 720 و OSSK 713 با میانگین حدود ۳۲۵۰ واحد حرارتی در یک گروه فرعی و هیبریدهای KSC 704 و KSC 700 با میانگین حدود ۳۱۹۵ واحد حرارتی در گروه فرعی دوم قرار گرفتند. در گروه متوسط رس(FAO 600) نیز دو زیر گروه مشخص وجود داشت. هیبریدهای BC 678، BC 666 و KSC 647 با میانگین CHU برابر ۳۱۶۳ در گروه فرعی متوسط- دیررس قرار گرفتند و OSSK 602 با CHU مورد نیاز کمتر از این زیر گروه (حدود ۳۱۳۱ واحد گرمائی) بین این زیر گروه و زیر گروه بعدی قرار گرفتند. هیبریدهای این زیر گروه در گروه رسیدگی FAO 600 قرار دارد. زیرگروه بعدی یعنی گروه متوسط رس با میانگین CHU حدود ۳۰۶۳، شامل هیبریدهای BC 504، OSSK 552، NS 540 و KSC 500 بود. این دو زیر گروه در گروه کلی متوسط رس قرار دارند. گروه بعدی شامل گروه زودرس – متوسط رس و خود شامل دو گروه فرعی بود. گروه فرعی اول با میانگین CHU حدود ۲۹۳۵ شامل هیبریدهای BC 404 و OSSK 444 بود. آخرین گروه در این تقسیم بندی گروه زودرس با ۲۸۸۱ واحد حرارتی مورد نیاز شامل هیبریدهای KDC 370، KSC 250 و KSC 320 بود که در یک زیر گروه قرار گرفتند. بالاخره KSC 260 با واحد حرارتی مورد نیاز حدود ۲۸۰۶ ، کمترین نیاز حرارتی را داشت (جدول ۳).

بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید نشان داد که در گروه زودرس در هر چهار تاریخ کاشت نیاز واحدهای حرارتی نسبتاً ثابت بود ولی در هیبریدهای نیمه متوسط‌رس (FAO 400) تاریخ کاشت اول و چهارم نیاز

مشابهی داشتند در حالیکه تاریخ‌های کاشت دوم و سوم هیچگونه همخوانی با دو تاریخ کاشت دیگر دیده نشد (جدول ۷). در گروه متوسطرس(FAO 500) این برعکس بود و دو تاریخ کاشت اول و دوم نیاز گرمائی مشابه داشتند ولی در تاریخ‌های کاشت سوم و چهارم هیچگونه همخوانی دیده نشد. در گروه متوسط – دیررس(FAO 600) دو تاریخ کاشت اول و دوم نیاز مشابه داشتند. در برخی از هیبریدهای این گروه (OSSK 602 و BC 666) هیچگونه هم‌خوانی بین نیاز واحدهای حرارتی در تاریخ‌های مختلف کاشت دیده نشد. بالاخره در گروه دیررس دو تاریخ کاشت اول و دوم و دو تاریخ کاشت سوم و چهارم با یکدیگر همخوانی داشتند ولی در برخی هیبریدهای این گروه نیز (KSC 700) تاریخهای کاشت سوم و چهارم هیچگونه همخوانی با سایر تاریخهای کاشت نشان ندارند. براون و بوتسما (Brown and Bootsma, 1993) شاخص CHU را بعنوان روشی مناسب که زمان بلوغ را با اطمینان برآورد می‌کند اعلام کردند در حالیکه میجر و همکاران (Major *et al.*, 1983) و پلت (Plett, 1992) اعلام کردند که زمان گرمائی لازم برای پر شدن دانه بسته به زمان و مکان و سال تغییر می‌کند. بطور کلی با در نظر گرفتن حدود ۲۰۰ واحد حرارتی تجمعی برای سبز شدن کلیه هیبریدها، گروه‌بندی رسیدن هیبریدهای مورد بررسی و CHU مورد نیاز را بشرح جدول ۱۰ خلاصه نمود.

بررسی نتایج حاصل از هر دو سیستم برآورد واحدهای حرارتی مورد نیاز یعنی GDD و CHU نشان داد که هر دو سیستم نتایج کم و بیش مشابهی را برای نیاز گرمائی تا گلدهی ارائه دادند. در هر دو سیستم هیبریدهای زودرس در تمام تاریخ‌های کاشت از نظر واحدهای حرارتی مورد نیاز، پایداری نسبی نشان دادند که تا حد زیادی در مورد هیبریدهای متوسطرس نیز صادق بود. ارقام دیررس در هر دو سیستم نوساناتی را نشان دادند ولی بطور کلی در سیستم GDD بجز در تاریخ کاشت دوم که افزایش جزئی مشاهده شد، در سایر تاریخ‌های کاشت تفاوت آماری معنی‌داری از نظر واحدهای گرمائی مورد نیاز مشاهده نگردید. در حالیکه در سیستم CHU بجز برای تاریخ کاشت اول و دوم که تقریباً پایدار بودند، تاریخ‌های کاشت سوم و چهارم کاهش معنی‌داری را از نظر واحدهای گرمائی مورد نیاز نشان دادند. 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 رسیدن فیزیولوژیک کاهش می‌یابد. استوارت و همکاران (Stewart *et al.*, 1998) در ارائه معادلات توابع واکنش دمائی اعلام کردند که داده‌های حاصل از سیستم GDD و CHU بویژه زمانی که دما کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد باشد متفاوت خواهد بود. در هر حال گزارشات سایر

جدول ۷ – مقایسه میانگین دو ساله(۸۷ – ۱۳۸۶) برای واحدهای گرمائی محصول تا رسیدگی فیزیولوژیکی برای هیبریدهای ذرت دانه‌ای در تاریخ های مختلف کاشت در منطقه کرمانشاه

Table 7. Mean comparison for crop heat units (CHU) to maturity in grain maize hybrids in different planting dates in Kermanshah in 2007 and 2008 growing seasons

هیبرید	Planting date	تاریخ کاشت		
Hybrids	(20 April) اول اردیبهشت	(30 April) ۱۰ اردیبهشت	(14 May) ۲۵ اردیبهشت	(01 June) ۱۰ خرداد
KSC260	2761gh	2763gh	2714h	2751gh
KSC250	2904_`ab	2831def	2708h	2733gh
KSC320	2925]^_`ab	2835cdef	2734gh	2780fg
KDC370	2981yz[\]	2900`ab	2767gh	2875bcde
BC404	2943\]^_`a	2981yz[\]	2827ef	2896`abc
OSSK444	2959z[\]^_`	3031uvwxy	2875bcde	2971yz[\]^
OSSK499	2950[\]^_`a	3119nopqrs	2905_`ab	2981yz[\]
KSC400	2998xyz[\	3107opqrst	2887abcde	2968yz[\]^_
BC504	3031uvwxy	3122mnopqrs	2890abcd	3070rstuvw
OSSK552	3152ijklmnop	3149jklmnop	2910^_`ab	3021vwxyz
NS540	3130lmnopqr	3160hijklmno	2949[\]^_`a	3052tuvwxtuvwx
KSC500	3164hijklmno	3189efghijkl	2930]^_`ab	3089pqrstu
OSSK602	3221defgh	3174hijklmno	3011wxyz[	3118nopqrs
BC678	3250bcdef	3189efghijkl	3046tuvwx	3121mnopqrs
BC666	3242cdefg	3215defghij	3076qrstuv	3139klmnopq
KSC647	3204defghijk	3216defghi	3094pqrstu	3168hijklmno
KSC704	3242cdefg	3263.bcd	3127lmnopqr	3183ghijklmn
KSC700	3289bc	3252.bcde	3166hijklmno	3057stuvwx
OSSK713	3300abc	3297.abc	3177ghijklmn	3176hijklmn
KSC720	3350a	3308.ab	3198efghijk	3186fghijklm

میانگین‌هایی، در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

محققان (Allison and Daynard, 1979; Coligado and Brown, 1975) حاکی از این است که رشد و نمو ذرت تحت تأثیر طول روز نیز می‌باشد. کاهش طول روز باعث تسریع گلدهی می‌شود. افزایش درجه حرارت نیز باعث تسریع گلدهی می‌شود ولی تعداد برگ در بوته را افزایش می‌دهد. هر دو سیستم تعییراتی را در گروه‌بندی برخی هیبریدها بر اساس نیاز حرارتی تا گلدهی ایجاد نمودند که کاملاً مشابه بود. بطوریکه 540 NS و 552 OSSK از گروه‌بندی اولیه خود یعنی گروه 500 FAO دیررس‌تر بود و در گروه 600 FAO قرار گرفت. همچنین هیبریدهای 404 BC و 499 OSSK از گروه‌بندی اولیه خود در گروه 400 FAO به گروه دیررس‌تر یعنی 500 FAO جابجا شدند. بالاخره هیبرید 504 BC از گروه اولیه خود یعنی 500 FAO به گروه زودرس‌تر یعنی 400 FAO جابجا شد. در سیستم CHU برای نیاز حرارتی تا رسیدن فیزیولوژیک تناقض جدی در نیاز حرارتی گروه‌های مختلف رسیدگی و تفسیر نتایج آنها مشاهده گردید. در حالیکه در سیستم GDD روند منطقی‌تر حاکم بود بطوریکه در گروه زودرس با تأخیر در کاشت GDD مورد نیاز افزایش و در گروه دیررس این مقدار در تاریخ‌های اول و دوم پایدارتر و در تاریخ‌های بعدی کاهش نشان داد. با در نظر گرفتن اینکه در گروه‌های دیررس دوره پر شدن دانه در تاریخ‌های کاشت دیرتر مصادف با کاهش درجه حرارت ولی در گروه‌های زودرس مصادف با درجه حرات‌های بالاتر بود، منطقی بنظر می‌رسد. گوپتا (Gupta, 1985) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر ذرت اعلام کرد که در کشت دیرهنگام دمای تجمعی دریافتی در دوره ظهور کاکل تا رسیدن فیزیولوژیک کاهش می‌یابد. آیمهولت و کارتر (Amholte and Carter, 1987) گزارش کردند که تاریخ‌های کاشت دیر به علت کاهش شاخص حرارتی درجه‌روز رشد بین مرحله کاکل‌دهی و شروع کاهش درجه‌حرارت و در نتیجه، کامل نشدن طول دوره‌رشد مورد توصیه قرار نمی‌گیرد.

با نگاهی به جدول ۸ و ۱۰ در خصوص گروه‌بندی هیبریدهای مختلف، با در نظر گرفتن سوابق موجود از گروه رسیدگی FAO و همچنین تاریخ بروز مراحل فنولوژیکی در طی مدت بررسی این هیبریدها، گروه‌بندی انجام شده با استفاده از سیستم GDD منطقی‌تر بنظر می‌رسد. بویژه اینکه این گروه‌بندی با گروه‌بندی انجام شده با استفاده از هر دو سیستم بر اساس واحدهای حرارتی مورد نیاز تا گلدهی کاملاً منطبق است. براون و بوتسما (Brown and Bootsma, 1993) شاخص CHU را براساس تفاوت واکنش رشد گیاه به درجه حرات شبانه و روزانه ارائه نمود و هیچگونه اساس فیزیولوژیکی برای آن ارائه نداده است. محققان کانادائی (Dwyer *et al.*, 1999a, 1999b;

جدول ۸- گروه‌بندی رسیدگی هیبریدهای ذرت دانه‌ای براساس درجه روز رشد مورد نیاز تا رسیدگی در منطقه کرمانشاه

Table 8. Maturity grouping of grain maize hybrids based on growing degree days (GDD) to maturity in Kermanshah

Maturity Group	گروه رسیدن	درجه روز رشد GDD	هیبرید Hybrids	
Early maturity	زودرس	1390-1440	KSC 260 KSC 250 KSC 320	
Early–Medium maturity	زودرس- متوسط‌رس	1441-1490	KDC 370 BC 404 OSSK 444	
Medium maturity	متوسط‌رس	1491-1540	KSC 400 OSSK 499	BC 504 OSSK 552
Medium-Late maturity	متوسط- دیررس	1541-1590	NS 540 KSC 500 BC 678	OSSK 602 BC 666 KSC 647
Late maturity	دیررس	1591-1640	KSC 700 KSC 720	KSC 704 OSSK 713

جدول ۹ – مقایسه میانگین دو ساله(۸۷ – ۱۳۸۶) نیاز حرارتی برای هیبریدهای ذرت دانه‌ای در تاریخ های مختلف کاشت در منطقه کرمانشاه

Table 9. Mean comparison of heat units for grain maize hybrids in different planting dates in Kermanshah in 2007 and 2008 growing seasons

		درجه روز رشد Growing degree days (GDD)		واحدهای گرمائی محصول Crop heat units (CHU)	
		تا گلدهی	تا رسیدگی فیزیولوژیکی	تا گلدهی	تا رسیدگی فیزیولوژیکی
Planting date	تاریخ کاشت	To flowering	To physiological maturity	To flowering	To physiological maturity
20 April	اول اردیبهشت	729.5b	1440b	1632a	3100a
30 April	۱۰ اردیبهشت	745.5a	1459a	1627a	3105a
14 May	۲۵ اردیبهشت	728.6b	1406d	1544b	2950c
01 June	۱۰ خرداد	730.9b	1424c	1524c	3017b

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different- Using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۱۰: گروه بندی رسیدگی هیبریدهای ذرت دانه‌ای براساس واحدهای گرمائی محصول مورد نیاز تا رسیدگی در منطقه کرمانشاه

Table 10. Maturity grouping of maize hybrids based on crop heat units (CHU) to maturity in Kermanshah

Maturity Group	گروه رسیدگی	CHU واحدهای گرمائی محصول	Hybrids هیبرید
Very Early maturity	خیلی زودرس	2910-3010	KSC 260 KSC 250
Early maturity	زودرس	3011-3110	KDC 370 KSC 320
Medium-Earlymaturity	متوسط–زودرس	3111-3110	KSC 400 BC 404 OSSK 499 OSSK 444
Medium maturity	متوسطرس	3211-3310	NS 540 BC 504 KSC 500 OSSK 552
Medium-Late maturity	متوسط–دیررس	3311-3410	KSC 700 OSSK 602 KSC 704 BC 678 KSC 647 BC 666
Late maturity	دیررس	3411-3510	OSSK 713 KSC 720

Stewart *et al.*, 1998) اعلام کرده‌اند که سیستم GDD برآورد قابل اطمینانی را از واحدهای گرمائی مورد نیاز در طی دوره رویشی ارائه، ولی برآورد دوره زایشی بیش از حد واقع بوده و متغییر می‌باشد. بنظر می‌رسد تفاوت مطالعات انجام شده محققان قبلی با نتایج این تحقیق مربوط به نوع داده‌های مورد استفاده باشد. تقریباً تمامی محققان از داده‌های چند ساله مناطق مختلف استفاده کرده‌اند در حالیکه در این مطالعه از داده‌های چند ساله حاصل از تاریخ‌های مختلف کاشت در یک منطقه استفاده شده است. دوویر و همکاران (Dwyer *et al.*, 1999a) در مقایسه روشهای مختلف گروه‌بندی رسیدگی ذرت از داده‌های چهار سال ۲۸ هیبرید در ۱۹ مکان که در فاصله عرض جغرافیائی 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 می‌باشد، متفاوت از روند تغییرات درجه حرارت در یک تاریخ کاشت در مناطق مختلف اقلیمی خواهد بود که در داخل منطقه تغییر طول روز وجود ندارد. کارتر و پونلیت (Carter and Poneleit, 1973) و دوریوکس (Derieux, 1982) رابطه نزدیکی را بین واحدهای دمائی تجمعی از کاشت تا گلدهی و کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی گزارش کردند. مشخص گردیده است که زمان گرمائی مورد نیاز برای ژنوتیپ خاص بمنظور رسیدن به سن بلوغ با دمای محیط تغییر میکند. سالها یا مکانهائی با میانگین دمای هوای بالاتر موجب تجمع واحدهای دمائی بیشتری تا زمان رسیدگی برای همان ژنوتیپ خاص می‌شود (Major *et al.*, 1983 ; Plett, 1992)

در مناطق مختلف جهان، انتخاب و ارزیابی گروه رسیدگی ذرت براساس طول و عرض جغرافیائی است و تأخیر در کاشت چندان قابل توجه نمی‌باشد. متأسفانه در شرایط اقلیمی کشور، دامنه تاریخ کاشت در یک منطقه بسیار وسیع می‌باشد و گروه رسیدگی بایستی بر اساس میزان تأخیر در کشت تعیین گردد که تا حد زیادی پیچیده می‌نماید. در منطقه کرمانشاه این مسئله چندان پیچیده نمی‌باشد و تنها عامل محدودکننده در محدود تاریخ‌های کاشت مورد بررسی در این مطالعه، محدودیت زمانی برای آماده‌سازی مناسب زمین برای کشت بعدی و جلوگیری از تأخیر در کشت بعدی است. در صورتیکه زمین بعد از ذرت تا بهار سال بعد برای آیش پیش‌بینی شده باشد، استفاده از ارقام دیررس و متوسطرس از نظر فیزیولوژی رشد و نمو و مراحل فنولوژیکی مشکل خاصی ایجاد نمی‌نماید.

این قبیل مطالعات بر روی گروه‌های مختلف رسیدگی ذرت برای اولین بار در ایران انجام شد و برای تکمیل آن نیاز به تحقیقات بیشتر با استفاده از داده‌های چند مکان و چند سال و استفاده ار درجه حرارت‌های ماکزیمم و مینیمم متناسب با رشد ذرت در مناطق معتدل

ذرت کاری در ایران می‌باشد.

References

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

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

Brown, D. M., and Bootsma, A. 1993. Crop heat units for corn and other warm season crops in Ontario. Food Factsheet, Agdex 111/31. ISSN No.0225-7882. Ontario Ministry of Agriculture and Food , Queens Park , ON.

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

Choukan, R. and Shirkhani, A. 2010a. Response of different maturity groups of grain maize hybrids to planting date in Kermanshah. Seed and Plant Production Journal 26-2 (3): 233-258.

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

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

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

Derieux, M., and Bonhomme, R. 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 Bonhomme, R. 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., Evanson, L., and Hamilton, R. I. 2003. Maize physiological traits related to grain yield and harvest moisture in mid-toshortseason environments. Crop. Science 34: 985-992.

Dwyer, L. M., Stewart, D. W., Carrigan, L., Ma, B. L. Neave, P., and Balchin, D.

1999a. A general thermal index for maize. Agronomy Journal 91: 940-946.

Dwyer, L. M., Stewart, D. W., Ma, B. L., and Carrigan. L. 1996. Performance of a revised thermal index. Abstract of Technical Paper. Annual Meeting of the Canadian Society of Agro-meteorology, Lethbridge, Alberta. Canadian Journal of Soil Science 76: 559.

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

Gilmore, E. C., Jr., and Rogers, J. S. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. Agronomy Journal 50: 611-615.

Gupta, S. C. 1985. Predicting corn planting dates for malboard and no-tillage in the corn belt. Agronomy Journal 77: 446-455.

Jugenheimer, R. W. 1958. Hybrid maize breeding and seed production. FAO Agricultural Development and Population No. 62:. 99-103.

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

Mathews, R., Stephens, W., Hess, T., Middleton, T., and Graves, A. 2002. Applications of crop/soil simulation models in tropical agricultural systems. Advances in Agronomy 76: 31–124.

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

Nielsen, R. L., Thomison, P. R., Brown, G. A., and Halter, A. L. 1994. Hybrid maturity selection for delayed planting: Do GDD maturity ratings help? P. 191-205. In: Proceedings of 49th Corn and Sorghum Industry Research Conference, Chicago. 7-8 December. 1994. American Seed Trade Association Washigton, DC., USA.

Plett, S. 1992. Comparison of seasonal thermal indices for measurement of corn maturity in a prairie environment. Canadian Journal of Plant Science 721157-

1162.

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

Shaykewich C. F. 1995. An appraisal of cereal crop phenology modelling. Canadian Journal of Plant Science 75: 329-341.

Stewart, D. W. and Dwyer, L. M. 1987. Analysis of phenological observations on barley (*Hordeum vulgare* L.) using the Feekes scale. Agricultural and Forest Meteorology 39(1): 37-48.

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

Thomison, P. R. 1992. Key steps in corn hybrid selection. Ohio State University Extension Fact Sheet. 125 pp.

Tollenaar, M., Daynard, T. B., and Hunter, R. B. 1979. Effect of temperature on rate of leaf appearance and flowering date in maize.Crop Science 19 :363-366.

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