تأثیر تاریخ کشت بر عملکرد دانه و فنولوژی هیبریدهای ذرت با استفاده از شاخص‌های حرارتی

محسن عدالت[۱*] و روح‌اله نادری[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۴/۱۲)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تاریخ کشت و رقم بر تجمع واحدهای حرارتی، فنولوژی و عملکرد ذرت، مطالعه‌ای دو ساله در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۵ هیبرید ذرت (SC704، Hido، BC677، BC666 و NS540) در پنج تاریخ کشت (۱۵ اردیبهشت، اول خرداد، ۱۵ خرداد، اول تیر، ۱۵ تیر) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از هیبرید هیدو در تاریخ کشت اول خرداد و کمترین آن از هیبرید ۵۰۴ در تاریخ کشت تأخیری ۱۵ تیر به‌دست آمد. هم‌چنین از بین شاخص‌های مورد بررسی، واحدهای حرارتی محصول (CHU)، کارایی مصرف حرارت (HUE) و اختلاف نسبی دما (RTD) نیاز حرارتی ارقام ذرت را در تاریخ‌های کشت مختلف و در مراحل متفاوت نموی به‌خوبی برآورد کرده و بنابراین به‌دلیل دارا بودن روند ثابت و منطقی در برآورد نیاز حرارتی ارقام ذرت در تاریخ کشت‌های عادی و تأخیری، برتری نسبی بر سایر شاخص‌ها مانند درجه روزهای رسیدگی (GDD)، واحد هلیوترمال (HTU) و شاخص فنوترمال (PTI) داشتند. از نظر مقدار ضریب تغییرات نیز شاخص RTD و پس از آن CHU دارای کمترین ضریب تغییرات بودند که خود نشان‌دهنده دقت کافی این شاخص‌ها در تخمین و تعیین نیاز گرمایی هیبریدهای ذرت در تاریخ‌های کشت متفاوت بود.

واژه‌های کلیدی: اختلاف نسبی دما، تاریخ کشت، کارایی مصرف حرارت، واحدهای حرارتی محصول

۱. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲. استادیار، گروه آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی داراب، دانشگاه شیراز

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: edalat@shirazu.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) سومین منبع تأمین کالری مورد نیاز انسان پس از برنج و گندم است و به احتمال زیاد تا سال ۲۰۲۰ به مهم‌ترین گیاه زراعی جهان تبدیل خواهد شد (۳۰). تاریخ کشت و انتخاب رقم در کنار حاصلخیزی خاک و آبیاری، از عوامل اصلی و تأثیرگذار تولید ذرت می‌باشند (۲۷). برای حداکثر کردن عملکرد ذرت، کشت این گیاه در زمان مناسب، یکی از بحرانی‌ترین نکات مدیریتی است که باید مورد توجه قرار گیرد (۴). تاریخ کاشت با تأثیر بر رژیم دمایی، بارندگی و میزان نور دریافتی توسط گیاه می‌تواند بر مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه مؤثر بوده و موجب تغییر در کیفیت و کمیت عملکرد تولیدی شود. معمولاً به‌دلیل این‌که گیاه ذرت زمان بیشتری برای استفاده بردن از منابع محیطی مانند نور و دما را در اختیار داشته باشد، کشت‌های زودتر نسبت به تاریخ کشت‌های دیر برتری دارند زیرا در این وضعیت گیاه پیش از وقوع سرما به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک وارد شده و زمان کافی برای خشک شدن دانه را دارد و به این ترتیب هزینه خشک کردن دانه نیز کاهش می‌یابد (۱۵)، این در حالی است که تأخیر در کشت موجب کاهش وزن دانه‌ها و عملکرد نهایی خواهد شد (۱۰).

پژوهشگران زیادی به بررسی تاریخ کشت‌های زود و دیر هنگام و تأثیر آنها بر عملکرد و رشدونمو گیاه ذرت پرداخته‌اند. باوئر و کارتر (۵) نتیجه گرفتند که کاشت تأخیری موجب کاهش رطوبت دانه‌ها و افزایش خطر شکستن آنها در حین برداشت می‌شود، به‌علاوه کاهش ۴ تا ۶ درصدی عملکرد نیز در کرت‌های دیر کشت شده مشاهده شد. از سوی دیگر برگمن و تورکین (۶) ابعاد منفی کاشت زودهنگام را مورد بررسی قرار دادند. آنان گزارش کردند که کاشت در اردیبهشت موجب افزایش معنی‌دار تعدا لاروهای آفت *Diabrotica* spp. شده و برای جلوگیری از حمله این حشره لازم است تاریخ کشت را به تأخیر انداخت. در نواحی معتدله استان فارس که پس از خوزستان دومین تولید کننده ذرت دانه‌ای در کشور با سطح زیر کشت ۳۶۴۳۴ هکتار و متوسط عملکرد ۸۳۸۰ کیلوگرم در هکتار است (۲۳)، نیز مشکل مشابهی وجود دارد. در این نقاط کشت زودهنگام در اکثر سال‌هایی که شرایط مساعد باشد منجر به طغیان ویروس کوتولگی زبر ذرت در اثر حمله حشرات ناقل ویروس مانند زنجره شده و همین موضوع سبب کوتاه شدن دوره رشدی گیاه ذرت و افت مقدار ماده تولید شده در فرایند فتوسنتز شده و باعث کاهش عملکرد می‌شود (۲). در مطالعه‌ای گزارش شد که تأخیر در کشت به‌دلیل افزایش دما در طی شب می‌تواند باعث افزایش سرعت تنفس گیاه در خلال شب شده و تعادل بین فتوسنتز و تنفس را برهم زده و مقداری از مواد را در فرایند تنفس به مصرف برساند که همین امر باعث کاهش تجمع مواد پرورده و عملکرد گیاه خواهد شد (۳۴).

گیاهان پیش از وارد شدن به مرحله مشخصی از مراحل فنولوژیک خود لازم است که مقدار دمای معینی را دریافت کنند و از این مقدار دمای تجمعی به‌منظور پیش‌بینی فنولوژی و هم‌چنین ویژگی‌های عملکردی گیاهان در قالب مدل‌سازی استفاده می‌شود (۱۴). بدین منظور شاخص واحد گرمایی (Heat-unit system) برای تعیین تاریخ رسیدگی و برآورد عملکرد مورد استفاده قرار می‌گیرد (۷). نیلسون و همکاران (۱۸) گزارش کردند استفاده از واحدهای حرارتی برای تخمین رسیدگی گیاه ذرت بهتر و دقیق‌تر از تعداد روز تا رسیدگی می‌باشد. با وجود اینکه ذرت را در گروه گیاهان روز خنثی تقسیم‌بندی می‌کنند اما گل‌دهی و بلوغ این گیاه تا اندازه‌ی زیادی به دما و ساعات خورشیدی و ویژگی‌های مکانی وابسته است (۲۸). بنابراین دانستن شاخص‌های حرارتی مانند واحد تجمعی حرارتی (Heat summation unit) که در بیشتر منابع از آن به‌عنوان درجه روزهای رسیدگی (Growing degree days; GDD) یاد می‌شود و هم‌چنین سایر مشتقات ریاضی آن مانند واحد هلیوترمال (Helio-thermal unit; HTU)، شاخص فنوترمال (Pheno-thermal index; PTI)، واحدهای حرارتی محصول (Crop heat unit; CHU)، کارایی مصرف حرارت (Heat use efficiency; HUE) و اختلاف نسبی دما

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

(Relative Temperature Disparity; RTD) می‌تواند اصول پایه‌ای را برای تعیین مراحل فنولوژی و تاریخ کشت مناسب فراهم آورد (۳۳). پارتاساراتی و همکاران (۲۰) نیز دو شاخص واحدهای حرارتی محصول و درجه روزهای رسیدگی را به‌عنوان شاخص‌های مناسبی برای به‌کارگیری در مدل‌سازی گیاهی گزارش کردند. چوکان و مقدم‌زاده (۹) در بررسی واحدهای حرارتی مورد نیاز گروه‌های مختلف ذرت براساس شاخص‌های حرارتی گزارش کردند از هر دو سیستم شاخص حرارتی GDD و CHU و شباهت نسبی گروه‌بندی هیبریدها در هر دوسیستم، با در نظر گرفتن سادگی محاسبات GDD، روش درجه روز رشد، جهت گروه‌بندی نیاز حرارتی هیبریدهای ذرت در مناطق سرد و سرد معتدل قابل توجیه است. به‌دلیل نیاز به کمّی‌سازی تأثیر عوامل مدیریتی مانند انتخاب تاریخ کشت و رقم بر واحدهای تجمعی حرارتی، فنولوژی و عملکرد پنج هیبرید دیررس و میان‌رس ذرت، این مطالعه به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تاریخ کشت و رقم بر واحدهای تجمعی حرارتی، فنولوژی و عملکرد ذرت، مطالعه‌ای دو ساله در بهار و تابستان سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در ۱۵ کیلومتری شمال شرقی شهر شیراز به‌عمل آمد. تیمارهای آزمایش شامل ۵ هیبرید ذرت (SC704، Hido، BC677، BC666 و NS540) در پنج تاریخ کشت (۱۵ اردیبهشت، اول خرداد به‌عنوان تاریخ کشت شاهد، ۱۵ خرداد، اول تیر، ۱۵ تیر) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. مزرعه پیش از کشت به‌صورت آیش بود و آماده‌سازی خاک برای کشت توسط گاوآهن برگردان‌دار، دیسک و ماله انجام شد. کشت با دستگاه خطی کار پنوماتیک مدل Kverneland با تراکم کشت ۷۰ هزار بوته در هکتار انجام شد. براساس نتایج آزمون خاک، یک سوم از کل کود نیتروژن مورد نیاز گیاه (در هر دو سال ۲۷۵ کیلوگرم در هکتار) به فرم اوره و کل فسفر (۷۵ کیلوگرم اکسید فسفر در هکتار برای سال اول و ۶۰ کیلوگرم در هکتار برای سال دوم) به فرم سوپرفسفات تریپل در زمان کشت به کرت‌ها (با ابعاد ۳ در ۵ متر) افزوده شد و مابقی نیتروژن در زمان ۸ برگی و ابتدای گل‌دهی ذرت به خاک اضافه گردید. برای مبارزه با ویروس کوتولگی زبر، بذر ذرت با سم گاچو ضدعفونی و پس از رشد گیاهان تا مرحله ۸ برگی نیز با حشره‌کش دسیس علیه زنجره (ناقل ویروس) به‌میزان ۳۰۰ میلی‌لیتر در هکتار سم‌پاشی شد. هم‌چنین برای مبارزه با علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ ذرت از علف‌کش کروز به‌میزان ۲ لیتر در هکتار استفاده شد. آمار هواشناسی از داده‌های ایستگاه هواشناسی واقع در فاصله ۲۰۰ متری محل انجام آزمایش دریافت گردید (شکل ۱).

داده‌برداری از زمان کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک با یادداشت‌برداری تغییرات موجود در فنولوژی گیاه برای هر کرت انجام شد. ثبت این مراحل براساس روش رایج تقسیم‌بندی نمو گیاه ذرت به دو مرحله کلی رویشی (Vegetative Stages) و زایشی (Reproductive Stages) انجام شد. بدین‌ترتیب که مرحله رویشی از سبز شدن شروع و تا ظهور تاسل ادامه داشت و مرحله زایشی نیز از کاکل‌دهی آغاز شده و به رسیدگی ختم شد. بر این اساس برای هر هیبرید تاریخ سبز شدن، تاریخ گل‌دهی، تاریخ ظهور کاکل و تاریخ رسیدگی برای ۵۰ درصد گیاهان موجود در هر کرت ثبت شد. هم‌چنین عملکرد دانه نیز در انتهای فصل رشد با برداشت ۲ متر مربع از سطح کرت‌ها توسط کوادرات به‌صورت تصادفی و پس از حذف گیاهان حاشیه‌ای اندازه‌گیری شد. برای تعیین واحدهای حرارتی مورد نیاز هر هیبرید در تاریخ کشت‌های مختلف از شاخص‌های زیر استفاده شد:

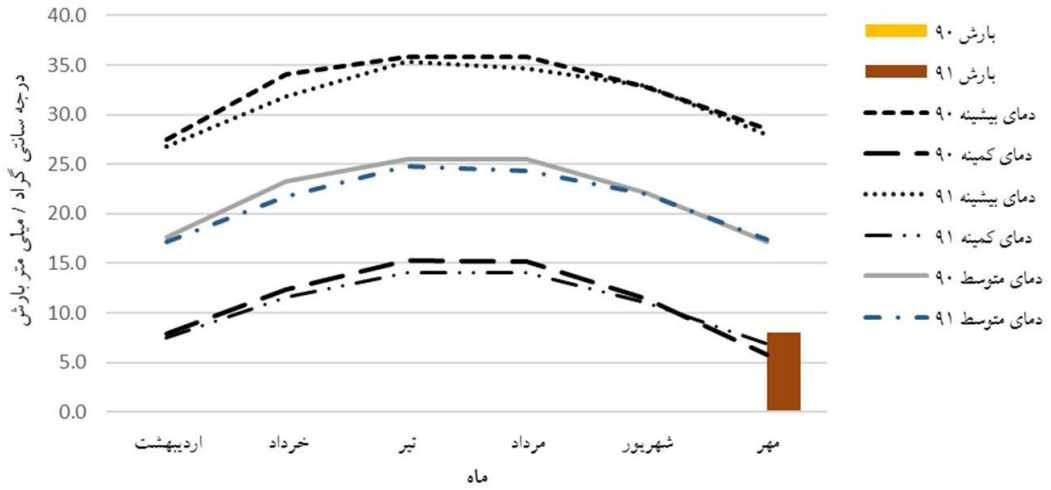
$$GDD = \sum\left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_b\right) \qquad (۱)$$

رایو و همکاران(۲۸)

$$HTU = \sum GDD \times SH \qquad (۲)$$

سینگ و همکاران (۳۲)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]



شکل ۱. تغییرات دمای بیشینه، کمینه، متوسط و بارش برای ماه‌های انجام آزمایش در دو سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

$$PTI = \sum \frac{GDD}{Growth\ days} \quad (۳)$$

ریچی و نزمیک (۲۹)

$$HUI = \frac{Grain\ yield\ (kg/ha)}{GDD} \quad (۴)$$

راجپوت (۲۵)

$$RTD = \frac{T_{max} - T_{min}}{T_{max}} \quad (۵)$$

اروِلا و همکاران (۱۲)

در این معادلات T_{max}، T_{min}، T_b و SH به‌ترتیب نمایانگر دمای حداکثر و حداقل روزانه، دمای پایه رشد ذرت و ساعت خورشیدی بود. دمای پایه رشد معمولاً ۱۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود (۱۱). به‌علاوه درجه حرارت کمتر از ۱۰ و بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد درجه حرارت غیر مؤثر قلمداد شده و درجه حرارت‌های بیشتر از ۳۰ و کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد برابر با ۳۰ و ۱۰ در محاسبات وارد شدند (۲۱).

برای محاسبه CHU واحد گرمایی روزانه (CHU_{day}) و شبانه (CHU_{night}) به‌طور جداگانه محاسبه و سپس CHU محاسبه شد (معادله ۶) (۸)

$$\begin{cases} CHU_{day} = 3.33(T_{max} - 10) - 0.084(T_{max} - 10)^2 \\ CHU_{night} = 1.8(T_{min} - 4.4) \\ CHU = \dfrac{CHU_{day} + CHU_{night}}{2} \end{cases} \quad (۶)$$

پس از انجام محاسبات و برآورد شاخص‌های حرارتی، برآورد هر شاخص با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه مرکب شده و میانگین‌ها با کمک آزمون LSD در سطح معنی‌داری ۵٪ مقایسه شدند. هم‌چنین برای تعیین بهترین شاخص محاسبه کننده حرارتی از آمارهٔ ضریب تغییرات و هم‌چنین منطقی بودن برآورد صورت گرفته توسط هر شاخص استفاده شد.

نتایج و بحث

فنولوژی و عملکرد هیبریدهای ذرت

نتایج تجزیه واریانس مرکب تأثیر تاریخ کشت و رقم بر عملکرد و شاخص‌های حرارتی ذرت در جدول ۱ آورده شده است. اثر سال در تمام صفات غیر معنی‌دار بود. به بیان بهتر دو سال مورد مطالعه شرایط اقلیمی مشابهی داشتند (شکل ۱). هم‌چنین اثر متقابل مربوط به سال نیز در اغلب صفات غیر معنی‌دار بود. اثر رقم، تاریخ کشت و اثر متقابل تاریخ کشت و هیبرید برای همه ویژگی‌ها معنی‌دار بود.

اثر متقابل تاریخ کشت و رقم بر طول دوره‌های مختلف نمو در جدول ۲ نشان داده شده است. براساس نتایج این جدول تأخیر در کشت موجب کاهش تعداد روز تا سبز شدن در همه هیبریدها شد. به‌گونه‌ای که برای هیبرید ۷۰۴ در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت ۶/۱ روز برای سبز شدن لازم بوده است اما با

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49] [DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

جدول ۱. تجزیه واریانس مرکب تأثیر تاریخ کشت و رقم بر عملکرد و شاخص‌های حرارتی ذرت

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		DE	GDD	CHU	HTU	HUE	RTD	PTI	SY
بلوک (R)	۲	۰/۳۲ ns	۸۴/۶۹ *	۷۵۹/۳۴ ns	۸۰۸۸/۹۷ *	۳۲۸/۸۰ ns	۰/۲۴ ns	۰/۷۶ *	۱۵۱۶۵۲۶/۹ ns
سال (Y)	۱	۰/۰۲۹ ns	۵/۶۰ ns	۲۲/۰۰۲ ns	۶۴۲/۷۶ ns	۲۷/۱۷ ns	۰/۰۰۶۷ ns	۰/۲۵ ns	۸۷۴۷۱/۹ ns
تاریخ کشت (D)	۴	۱۲/۱۹ **	۱۵۳۰/۷۵ **	۴۶۱۵/۲۵ *	۵۶۲۰۵۰/۱ *	۶۳۰۴۰/۰۵ **	۶/۸۶ **	۲۱۸/۱۹ **	۹۱۵۸۳۶۵۴/۸ *
هیبرید (H)	۴	۷/۸۷ **	۸۸۴/۶۲ *	۲۹۷۹/۸۰ *	۸۳۶۶۹/۷۷ **	۷۰۰۶/۳۹ **	۴/۵۴ **	۲/۰۴۸ **	۵۹۱۶۵۸۴۴/۰ *
D × H	۱۶	۱/۱۸ **	۱۴۵/۸۰ *	۹۳۷۷/۴ **	۱۲۵۰۰/۸۳ **	۵۵۵/۸۴ *	۰/۲۸ **	۰/۱۷ **	۹۸۴۷۵۶/۹ **
R × D	۸	۰/۹۸ ns	۷۸/۸۳ ns	۱۸۵/۹۵ ns	۶۹۵۲/۹۵ ns	۵۴۱/۷۸ ns	۰/۱۸ ns	۳/۵۰ ns	۷۷۱۸۴۲/۲ ns
R × H	۸	۰/۱۲ ns	۸/۰۹ ns	۲۲/۰۷ ns	۱۷۵۵/۳۰ ns	۳۶/۲۶ ns	۰/۳۷۰ ns	۱/۲۵ ns	۳۴۸۹۰/۰ ns
R × Y	۲	۰/۰۴۲ ns	۴/۰۶ ns	۲۷/۳۲ ns	۴۶۲/۱۵ ns	۳۴/۶۴ ns	۰/۰۱۹ ns	۰/۲۲ ns	۸۱۴۶۵/۰ ns
Y × H	۴	۰/۰۰۰۲۱ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۴۸ ns	۱/۴۸ ns	۰/۰۶ ns	۰/۰۰۰۳۵ *	۰/۰۱۰۰۵ ns	۹۹۷/۹ ns
Y × D	۴	۰/۰۰۱۳ ns	۰/۰۹۳ *	۰/۱۲ ns	۱۹/۱۷ ns	۰/۲۴ *	۰/۰۰۰۴۸ ns	۰/۰۱۰۰۳ ns	۷۳۹/۴ ns
خطا	۹۶	۰/۰۳۷	۱۲/۵۹	۷۱۱/۶	۴۴۱/۵۶	۱۶/۸۴	۰/۰۰۶۳	۱۳/۰	۳۷۸۸۲/۴

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ ٪، معنی‌دار در سطح ۱٪ و غیرمعنی‌دار

DE:روز تا سبز شدن، GDD: درجه روز رشد، CHU: واحد حرارتی گیاه، HTU: واحد هلیوترمال، HUE: کارایی مصرف حرارت، RTD: کاهش نسبی دما، PTI: شاخص فنوترمال، SY: عملکرد دانه

جدول ۲. اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر طول دوره‌های مختلف نمو، عملکرد و کاهش عملکرد به ازای هر روز تأخیر در کشت در سال‌های زراعی ۱۳۹۱ – ۱۳۹۰

هیبرید ذرت	تاریخ کشت	روز از کاشت تا سبز شدن	روز از کشت تا گل‌دهی	روز از کشت تا کاکل‌دهی	روز از کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	کاهش عملکرد به ازای هر روز تعجیل/تأخیر در کشت نسبت به اول خرداد (٪)
۷۰۴	۱۵ اردیبهشت	۶/۱	۶۴/۳	۷۶/۵	۱۲۵/۵	۹۵۲۰/۰	۰/۴۲
	اول خرداد	۵/۹	۶۰/۴	۷۰/۳	۱۱۸/۸	۱۰۸۸۰/۰	۰/۰۰
	۱۵ خرداد	۵/۰	۵۹/۴	۶۹/۳	۱۱۷/۸	۸۴۰۶/۵	۰/۷۶
	اول تیر	۴/۷	۵۴/۳	۶۵/۱	۱۱۴/۸	۷۶۱۶/۰	۱/۰۰
	۱۵ تیر	۴/۲	۵۳/۰	۵۷/۴	۱۰۹/۷	۶۳۳۲/۵	۱/۳۹
هیدو	۱۵ اردیبهشت	۶/۱	۵۶/۱	۷۱/۴	۱۲۱/۴	۹۱۶۳/۰	۰/۰۸
	اول خرداد	۵/۳	۵۵/۷	۷۰/۳	۱۲۰/۸	۹۴۰۱/۰	۰/۰۰
	۱۵ خرداد	۵/۰	۵۵/۵	۶۶/۳	۱۱۱/۹	۷۲۷۶/۰	۰/۷۵
	اول تیر	۴/۲	۴۶/۵	۶۳/۲	۱۰۹/۶	۶۲۳۹/۰	۱/۱۲
	۱۵ تیر	۳/۷	۴۹/۰	۵۳/۲	۱۰۶	۵۹۰۷/۵	۱/۲۴
۶۷۷	۱۵ اردیبهشت	۵/۱	۵۲/۰	۶۵/۳	۱۱۰/۲	۸۱۲۶/۰	۰/۳۰
	اول خرداد	۵/۳	۴۹/۳	۶۳/۰	۱۱۱/۲	۸۹۴۲/۰	۰/۰۰
	۱۵ خرداد	۵/۰	۴۴/۶	۵۷/۴	۱۰۷/۱	۶۳۷۶/۷	۰/۹۶
	اول تیر	۳/۴	۴۷/۵	۵۴/۰	۹۹/۰	۵۹۵۰/۰	۱/۱۲
	۱۵ تیر	۳/۷	۴۰/۰	۵۳/۰	۹۳/۹	۵۱۳۸/۲۵	۱/۴۲
۶۶۶	۱۵ اردیبهشت	۵/۰	۴۸/۵	۶۰/۴	۱۰۸	۶۲۳۹/۰	۰/۲۷
	اول خرداد	۵/۱	۴۶/۹	۵۸/۱	۱۰۴/۹	۶۷۸۳/۰	۰/۰۰
	۱۵ خرداد	۵/۰	۴۴/۶	۵۵/۴	۱۰۲/۰	۵۱۱۰/۲	۰/۸۲
	اول تیر	۳/۸	۴۵/۴	۵۲/۹	۹۹/۰	۴۶۶۶/۵	۱/۰۴
	۱۵ تیر	۳/۲	۳۹/۵	۵۱/۷	۹۵/۹	۴۳۲۵/۶۵	۱/۲۱
۵۴۰	۱۵ اردیبهشت	۴/۰	۴۲/۶	۵۲/۵	۹۶/۰	۴۸۴۵/۰	۰/۱۶
	اول خرداد	۴/۰	۳۷/۶	۴۶/۵	۹۶/۰	۵۰۸۳/۰	۰/۰۰
	۱۵ خرداد	۳/۷	۳۴/۴	۴۱/۹	۹۴/۰	۳۵۱۰/۰	۱/۰۳
	اول تیر	۴/۲	۳۶/۵	۴۸/۰	۹۱/۱	۳۳۰۶/۵	۱/۱۶
	۱۵ تیر	۳/۲	۳۷/۸	۴۵/۴	۸۳/۷	۳۰۲۶/۰	۱/۳۵
LSD (5%)		۶/۰	۶/۲	۷/۴	۱۳/۷	۲۷/۲	۰/۰۱

تفاوت‌های بیشتر از LSD در هر ستون در سطح ۵٪ معنی‌دار هستند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

رسیدن تاریخ کشت به اول خرداد تعداد روز تا سبز شدن به ۵/۹، برای ۱۵ خرداد ۵ روز، برای اول تیر ۴/۷ روز و برای ۱۵ تیر ۴/۲ روز تا سبز شدن زمان لازم بود. این تفاوت‌ها برای تاریخ‌های کشت ۱۵ اردیبهشت و اول خرداد معنی‌دار نبوده و هم‌چنین بین دو تاریخ کشت ۱۵ خرداد و اول تیر نیز تفاوت معنی‌داری دیده نشد. همین روند برای سایر هیبریدها نیز مشاهده شد. به‌گونه‌ای که برای هیبرید هیدو تعداد روز از کشت تا سبز شدن از ۱۵ اردیبهشت تا ۱۵ تیر به‌ترتیب ۶/۱، ۵/۳، ۵، ۴/۲ و ۳/۷ روز بود. برای هیبریدهای ۶۷۷، ۶۶۶ و ۵۴۰ نیز روند کاهشی تعداد روز تا سبز شدن توأم با تاخیر در کشت دیده شد. چنین وضعیتی برای سایر مراحل فنولوژیک هیبریدهای ذرت مانند کشت تا گل‌دهی، کشت تا کاکل‌دهی و کشت تا رسیدگی نیز مشاهده شد. به‌طور مثال برای هیبرید ۷۰۴ در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت ۱۲۵/۵ روز از کشت تا رسیدگی لازم بود اما با تأخیر در کشت تا ۱۵ تیر تعداد روزهای مورد نیاز برای رسیدگی فیزیولوژیک به ۱۰۹/۷ روز رسید، اگرچه برای هیبرید ۷۰۴ تفاوت‌های آماری بین چهار تاریخ کشت اول وجود نداشت.

برای هیبرید هیدو زمان از کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک با تغییر در تاریخ کشت تغییر یافت و از ۱۲۱/۴ روز در ۱۵ اردیبهشت به ۱۰۶ روز در ۱۵ تیر رسید، هرچند در این بین نیز تفاوت آماری معنی‌داری بین سه تاریخ کشت اول با هم و دو تاریخ کشت تأخیری اول و ۱۵ تیر با یکدیگر مشاهده نشد. برای هیبرید ۶۷۷ تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک از ۱۱۱/۲ روز تا ۹۳/۹ روز برای تاریخ کشت‌های ۱۵ اردیبهشت تا ۱۵ تیر متغیر بود که تفاوت معنی‌داری بین تاریخ‌های مختلف کشت دیده نشد. هم‌چنین برای هیبرید ۶۶۶ نیز تعداد روز از کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک از ۱۰۸ تا ۹۵/۹ روز و برای هیبرید ۵۴۰ از ۹۶ تا ۸۳/۷ روز متغیر بود.

چنین تغییراتی نشان‌دهنده این موضوع هستند که فنولوژی هیبریدهای مختلف ذرت در مراحل مختلف رشدی تحت تأثیر تاریخ‌های کشت قرار دارد. بدین‌صورت که گیاه در تاریخ کشت‌های تأخیری به‌علت برخورد با روزهای بلند و گرم درجه حرارت بیشتری را دریافت کرده و مقدار رشد روزانه در چنین تاریخ‌هایی سریع‌تر از تاریخ کشت‌های زودهنگام‌تر است. هم‌چنین برای تاریخ کشت‌های تأخیری، دمای بالا در ابتدای مراحل رشد رویشی ذرت موجب کاهش تعداد روز برای رسیدن به مرحله مشخصی از رشد گیاه می‌شود (۳). محققان دیگری نیز در همین زمینه نتایج مشابهی گزارش کردند (۷ و ۳۱). نتیجه دیگری که می‌توان از جدول ۲ گرفت این است که هیبریدهای ۷۰۴ و هیدو از نظر چرخه زندگی و مراحل فنولوژیک رشد شباهت‌های زیادی با یکدیگر داشتند. به‌گونه‌ای که برای اکثر مراحل نموی تفاوت معنی‌داری بین تعداد روزهای ثبت شده بین دو هیبرید وجود ندارد. هم‌چنین دو هیبرید ۶۷۷ و ۶۶۶ نیز دارای همین مشابهت‌ها هستند و هیبرید ۵۴۰ با دارا بودن حداکثر ۹۶ روز برای کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در گروه زودرس‌تری نسبت به سایرین قرار گرفت.

نتایج نشان داد که برای هیبریدهای مختلف ذرت در تاریخ‌های کشت، عملکرد دانه دارای تفاوت‌های معنی‌داری بود (جدول ۲). به‌گونه‌ای که بیشترین عملکرد دانه از هیبرید هیدو در تاریخ کشت اول خرداد (۱۰۸۸۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن از هیبرید ۵۰۴ در تاریخ کشت تأخیری ۱۵ تیر (۳۰۲۶ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. نتایج حاکی از این است که هیبرید هیدو در تمام تاریخ‌های کشت دارای برتری عملکردی نسبت به سایر هیبریدها بوده و تاریخ کشت اول خرداد نیز بیشترین عملکرد را داشت. به‌همین ترتیب هیبرید ۵۰۴ و تاریخ کشت ۱۵ تیر در همه حالات کمترین عملکرد دانه را داشتند. هر روز تأخیر در کشت از تاریخ کشت بهینه (اول خرداد) موجب کاهش عملکرد دانه هیبرید ۷۰۴ به‌میزان ۰/۷۶، ۱ و ۱/۳۹ درصد شد. این روند برای هیبرید هیدو موجب کاهش ۰/۷۵، ۱/۱۲ و ۱/۲۴ درصدی عملکرد دانه به ازای هر روز تأخیر در کشت شد (جدول ۲). هم‌چنین برای سایر ارقام نیز محدوده کاهش عملکرد به ازای هر روز تأخیر از ۰/۸۲ تا ۱/۴۲ درصد متغیر بود. این در حالی است که تعجیل در کشت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

(۱۵ اردیبهشت) نیز به‌علت بروز احتمال بیماری‌ها مانند کوتولگی زبر ذرت و تأثیر نامطلوب هوای خنک بر رشد اولیه ارقام ذرت موجب کاهش عملکرد به‌میزان ۰/۰۸٪ برای هیبرید هیدو و ۰/۴۲٪ برای هیبرید ۷۰۴ شد (جدول ۲). گوپتا (۱۳) در مطالعه‌ی اثر تاریخ کاشت ذرت گزارش کرد، تأخیر در کاشت و کشت زود، عملکرد دانه را کاهش داد. هم‌چنین دلیل کاهش عملکرد در کشت تأخیری را کاهش دمای تجمعی دریافتی از زمان کاکل‌دهی تا رسیدن فیزیولوژیکی دانه بیان کرد. چوکان (۸) در بررسی اثر تاریخ‌های کشت تأخیری بر فنولوژی و عملکرد دانه هیبریدهای گروه‌های رسیدگی ذرت در منطقه معتدل فارس گزارش کرد هیبرید KSC400 در محدوده کشت‌های تأخیری در منطقه معتدل زرقان فارس قابل توصیه است، اما سایر هیبریدهای دیررس و متوسطرس به‌علت برداشت دیرهنگام و هیبریدهای زودرس به‌علت کاهش عملکرد، قابل توصیه نمی‌باشند.

تغییرات درجه روز رشد (GDD) برای هیبریدهای ذرت در تاریخ کشت‌های مختلف

نتایج اثرات ترکیبی تاریخ کشت و هیبرید بر درجه روزهای مورد نیاز (GDD) در همه مراحل فنولوژی در جدول ۳ آورده شده‌اند. برای همه تاریخ‌های کشت و هیبریدهای مورد آزمایش، بیشترین درجه روزهای مورد نیاز از کشت تا سبز شدن به هیبریدهای دیررس ۷۰۴ و هیدو تعلق داشت. هم‌چنین هیبرید ۵۴۰ نیز کمترین مقدار درجه روز لازم از کشت تا سبز شدن را داشت و هیبریدهای ۶۷۷ و ۶۶۶ در بین این دو دسته قرار داشتند. با تأخیر در کشت مقدار درجه روز لازم برای کشت تا سبز شدن در همه هیبریدها افزایش یافت که البته این افزایش در کشت‌های با تأخیر بیشتر (تا ۱۵ تیر) اندکی شیب ملایم‌تری داشت. داده‌های جدول ۳ نشان‌دهنده این موضوع بودند که مقدار درجه روز لازم بین کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک برخلاف سایر مراحل رشدی در همه هیبریدها و تاریخ‌های کشت کاهش معنی‌داری را نشان داد. به‌گونه‌ای که برای هیبرید ۷۰۴ از ۱۶۳۲/۵ درجه روز در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت به ۱۲۳۷/۳ درجه روز در کشت ۱۵ تیر ماه رسید. همین روند برای سایر هیبریدها نیز تکرار شد و برای هیدو از ۱۵۷۹ به ۱۲۸۰، برای ۶۷۷ از ۱۴۳۲ به ۱۲۶۰، برای ۶۶۶ از ۱۳۵۹ به ۱۲۱۲ و برای ۵۴۰ از ۱۲۵۴ به ۱۱۶۶/۹ درجه روز رسیده است. البته تفاوت بین هیبریدها در این زمینه قابل توجه بود.

هر اندازه هیبرید در زمان کوتاه‌تری به رسیدگی برسد اختلاف بین تاریخ‌های کشت از نظر درجه حرارت‌های مورد نیاز از کاشت تا رسیدگی کمتر می‌شود. این موضوع به وضوح برای هیبرید ۵۴۰ در جدول ۳ دیده شد (۱۲۵۴/۳ درجه روز در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت، ۱۲۴۳/۷ درجه روز برای تاریخ کشت اول خرداد، ۱۱۹۸/۷ برای ۱۵ خرداد، ۱۲۸۰/۷ برای اول تیر و در نهایت ۱۱۶۶/۹ برای ۱۵ تیر ماه که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نیز ندارند). این نتیجه بیانگر این است که در کشت‌های تأخیری استفاده از هیبریدهای زودرس برتری بیشتری نسبت به کاشت هیبریدهای دیررس داشته و این ارقام قادرند خود را با شرایط تاخیر تطبیق دهند. این در حالی است که برای هیبریدهای دیررس مانند ۷۰۴ و هیدو این تطبیق محیطی حداکثر تا تاریخ کشت اول تیر ماه وجود داشته و پس از آن در کشت ۱۵ تیر ماه تفاوت معنی‌داری بین درجه روزهای لازم از کاشت تا رسیدگی بین تاریخ‌های کشت وجود داشت.

شاخص ایده‌آل برای پیش‌بینی نیاز حرارتی گیاهان شاخصی است که تعداد واحدهای حرارتی یک ژنوتیپ مشخص برای رسیدن به مرحله مشخصی از رشد را به‌طور ثابت برآورد کند. در این زمینه گزارشات متعددی، غیریکنواختی روند تغییرات درجه – روزهای رشد را در برخی از مراحل نموی ژنوتیپ‌های ذرت بیان کرده‌اند. اگرچه در بسیاری از مطالعات GDD برآورد مناسبی از نیاز حرارتی ارقام ذرت در فاصله کشت تا ظهور کاکل را ارائه داده است و بر این اساس شاخص مطمئنی برای محاسبه نیاز حرارتی در مرحله رشد رویشی به‌شمار می‌آید. اما به‌طور مثال نیلسن و همکاران (۱۷) اظهار داشتند که GDD در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

جدول ۳. درجه روز رشد (GDD) برای هیبریدهای ذرت در تاریخ کشت‌های مختلف

تاریخ‌های کشت	هیبریدهای ذرت	کشت تا سبز شدن	کشت تا گل‌دهی	کشت تا کاکل‌دهی	کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک
	۷۰۴	۵۳/۶	۷۴۹/۳	۹۴۳/۶	۱۶۳۲/۵
	هیدو	۵۳/۶	۶۲۹/۱	۸۶۰/۶	۱۵۷۹/۶
۱۵ اردیبهشت	۶۷۷	۴۴/۲	۵۷۹/۴	۷۶۵/۹	۱۴۳۲/۶
	۶۶۶	۴۲/۸	۵۳۳/۹	۶۹۵/۴	۱۳۵۹/۸
	۵۴۰	۳۴/۲	۴۶۹/۳	۵۹۱/۰	۱۲۵۴/۳
	۷۰۴	۵۹/۸	۸۱۹/۸	۹۶۶/۰	۱۶۰۴/۹
	هیدو	۴۹/۱	۶۸۱/۸	۸۹۵/۲	۱۵۲۹/۲
اول خرداد	۶۷۷	۴۹/۱	۵۹۰/۳	۷۹۳/۹	۱۳۷۷/۳
	۶۶۶	۴۹/۱	۵۷۴/۲	۷۴۸/۸	۱۳۵۱/۸
	۵۴۰	۳۹/۴	۴۵۶/۳	۵۸۸/۳	۱۲۴۳/۷
	۷۰۴	۶۳/۹	۸۴۷/۵	۹۹۱/۴	۱۵۵۲/۷
	هیدو	۶۳/۹	۷۲۹/۲	۹۶۲/۹	۱۴۹۰/۰
۱۵ خرداد	۶۷۷	۶۵/۲	۷۰۰/۴	۸۷۶/۹	۱۵۲۶/۳
	۶۶۶	۵۷/۱	۶۳۸/۹	۸۳۱/۷	۱۳۹۲/۲
	۵۴۰	۵۴/۲	۵۵۳/۹	۷۰۰/۴	۱۱۹۸/۷
	۷۰۴	۶۷/۲	۸۹۳/۷	۱۰۷۵/۰	۱۵۴۸/۳
	هیدو	۵۵/۱	۸۰۸/۹	۱۰۴۷/۶	۱۵۲۶/۸
اول تیر	۶۷۷	۵۵/۱	۶۸۵/۳	۸۹۳/۷	۱۴۳۵/۹
	۶۶۶	۵۳/۲	۶۰۸/۵	۷۹۰/۳	۱۳۰۱/۷
	۵۴۰	۵۲/۶	۵۳۳/۸	۶۹۷/۸	۱۲۸۰/۸
	۷۰۴	۶۱/۹	۷۳۳/۴	۷۶۸/۹	۱۲۳۷/۳
	هیدو	۶۱/۹	۶۷۳/۴	۷۵۳/۲	۱۲۸۰/۰
۱۵ تیر	۶۷۷	۵۸/۲	۶۶۹/۹	۷۳۹/۲	۱۲۶۰/۵
	۶۶۶	۴۶/۱	۶۴۶/۴	۷۲۰/۷	۱۲۱۲/۵
	۵۴۰	۴۶/۱	۳۹۶/۹	۵۴۹/۵	۱۱۶۶/۹
LSD (5%)		۷/۱	۸۴/۷	۱۰۵/۹	۱۷۵/۹
CV (%)		۹/۱	۹/۷	۸/۳	۷/۷

تفاوت‌های بیشتر از LSD در هر ستون در سطح ۵٪ معنی‌دار هستند.

اکثر موارد واحدهای حرارتی مورد نیاز برای پرشدن دانه را بیش از حد برآورد می‌کند. در این آزمایش نیز GDD نوسانات زیادی را در تعیین نیاز حرارتی هیبریدهای مختلف و در تاریخ‌های کشت داشت. مقدار نیاز حرارتی برآورد شده برای مراحل رشد رویشی هیبریدها به‌جز در دو مورد در سایر موارد روندی افزایشی داشته اما برای مرحله رشد زایشی (رسیدگی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

فیزیولوژیک) روند تغییرات GDD به‌صورت کاهشی بوده است (به‌طور مثال برای هیبرید ۷۰۴ از ۱۶۳۲/۵ به ۱۲۳۷/۳ درجه رسیده است). به‌علاوه اینکه همین روند نیز ثابت نبوده است و در دو تاریخ کشت ۱۵ خرداد و ۱۵تیر GDD برای کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک هیبریدهای ۶۷۷ و هیدو GDD بیش از حد برآورد شده است (۱۴۹۰، ۱۲۸۰ و ۱۲۶۰/۵ درجه) (جدول ۳). بنابراین علی‌رغم برتری‌هایی که کاربرد GDD دارد استفاده از این شاخص علی‌رغم سادگی محاسبات آن، برای پیش‌بینی نیاز گرمایی هیبریدهای ذرت به‌ویژه در کشت‌های تأخیری دارای مشکل است و بنابراین توصیه نمی‌شود. نیلسن و همکاران (۱۶) نیز گزارش کردند استفاده از درجه روز رشد در کشت‌های دیرهنگام دارای مشکل است و رابطه بین این شاخص و فنولوژی ذرت ممکن است تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گیرد.

تغییرات واحدهای گرمایی مورد نیاز محصول (CHU) برای هیبریدهای ذرت در تاریخ کشت‌های مختلف

نتایج تغییرات واحدهای گرمایی مورد نیاز محصول (CHU) در جدول ۴ آورده شده است. میزان CHU از کشت تا سبز شدن در دو رقم ۷۰۴ و هیدو در دو تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت و اول خرداد از دیگرهیبریدها به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. در تاریخ‌های کشت ۱۵ خرداد تا ۱۵ تیر این تغییرات شیب ملایم‌تری داشت. هیبرید ۵۴۰ در سه تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت، اول خرداد و ۱۵ خرداد به‌طور معنی‌داری از سایر هیبریدها میزان CHU کمتری داشت، اما در تاریخ کشت‌های اول تیر و ۱۵ تیر تفاوت معنی‌داری با سایر هیبریدها نداشت. در هیبریدهای ۷۰۴ و هیدو میزان CHU از کشت تا گل‌دهی با هم تفاوت معنی‌داری نداشت. هیبرید ۵۴۰ نیز کمترین مقدار CHU را داشت. در تاریخ‌های کشت دیرتر یزان CHU هیبریدها به‌هم نزدیک‌تر بود. مقدار CHU مورد نیاز تا رسیدن فیزیولوژیک به‌طورکلی از تاریخ کاشت اول به تاریخ‌های کاشت بعدی روند کاهش داشت. گوپتا (۱۳) نیز در بررسی اثر تاریخ کاشت بر ذرت اعلام کرد که در کشت دیرهنگام دمای تجمعی دریافتی در دوره ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک کاهش یافت. داده‌های CHU برای هیبریدها روند مشابهی با GDD را نشان داد. چوکان (۸) در مطالعه‌ای بر ارزیابی نیازهای گرمایی هیبریدهای ذرت گزارش کرد که هر دو سیستم CHU و GDD شباهت‌های زیادی با یکدیگر داشته و در تاریخ کشت‌های عادی برآورد قابل قبولی از واحدهای گرمایی مورد نیاز تا گل‌دهی هیبریدهای مربوط به گروه‌های مختلف رسیدگی را برآورد کرده و گروه‌بندی مشابهی را برای این هیبریدها ارائه نمودند.

تغییرات واحدهای هلیوترمال (HTU) برای هیبریدهای ذرت در تاریخ کشت‌های مختلف

واحد هلیوترمال (HTU) درهیبریدهای ۷۰۴ و هیدو بیش از سایر هیبریدها بود و هیبرید ۵۴۰ کمترین میزان HTU را داشت (جدول ۵). اما به‌طورکلی تفاوت معنی‌داری بین هیبریدها مشاهده نشد. از طرفی از لحاظ گروه‌بندی نوع رسیدگی در ارقام نیز روند مشخصی وجود نداشت. به‌عنوان مثال در تاریخ کشت ۱ خرداد میزان HTU نسبت به تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت افزایش داشت. درحالی‌که HTU در تاریخ کشت ۱۵ خرداد روند کاهشی داشت. آمگاین (۲) نیز روند تصادفی HTU را در مراحل فنولوژیک ذرت در نپال گزارش کرد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج محققان دیگر در مورد بی نظمی و تصادفی بودن روند این شاخص مشابه بود (۷ و ۸).

تغییرات کارایی مصرف حرارت (HUE) برای هیبریدهای ذرت در تاریخ کشت‌های مختلف

کارایی مصرف حرارت (HUE) برای هیبریدهای ذرت در جدول ۶ آورده شده است. HUE در تمامی هیبریدها و برای تمامی مراحل فنولوژیک در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت نسبت به تاریخ کشت‌های دیرتر بیشتر بود. مقدار شاخص HUE برای دوره کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در دو هیبرید ۷۰۴ و هیدو

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

جدول ۴. واحدهای گرمایی مورد نیاز محصول (CHU) برای هیبریدهای ذرت در تاریخ کشت‌های مختلف

تاریخ‌های کشت	هیبریدهای ذرت	کشت تا سبز شدن	کشت تا گل‌دهی	کشت تا کاکل‌دهی	کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک
	۷۰۴	۱۲۶/۴	۱۴۲۸/۴	۱۷۱۳/۰	۲۸۶۴/۱
	هیدو	۱۲۶/۱	۱۲۳۷/۸	۱۵۹۰/۰	۲۷۷۲/۴
۱۵ اردیبهشت	۶۷۷	۱۰۵/۹	۱۱۴۷/۶	۱۴۵۲/۹	۲۵۲۲/۶
	۶۶۶	۱۰۳/۹	۱۱۲۴/۴	۱۴۱۲/۱	۲۵۲۷/۶
	۵۴۰	۸۲/۷	۹۸۱/۹	۱۲۱۴/۲	۲۳۱۸/۵
	۷۰۴	۱۳۵/۷	۱۴۶۸/۰	۱۷۲۸/۳	۲۸۶۶/۲
	هبدو	۱۱۳/۶	۱۲۵۹/۵	۱۶۲۹/۶	۲۷۵۵/۹
اول خرداد	۶۷۷	۱۰۴/۸	۱۰۳۳/۳	۱۳۳۰/۱	۲۲۷۵/۱
	۶۶۶	۱۰۵/۹	۱۰۲۰/۹	۱۲۶۹/۲	۲۲۵۷/۰
	۵۴۰	۱۰۶/۳	۸۴۲/۶	۱۰۴۷/۹	۲۰۸۹/۲
	۷۰۴	۱۱۱/۷	۱۴۱۴/۵	۱۶۴۶/۵	۲۶۷۸/۸
	هیدو	۱۰۹/۷	۱۲۰۰/۸	۱۵۴۹/۷	۲۵۱۴/۶
۱۵ خرداد	۶۷۷	۱۰۸/۵	۱۰۲۵/۱	۱۳۲۴/۳	۲۲۲۷/۱
	۶۶۶	۱۰۹/۸	۱۰۱۲/۹	۱۲۹۲/۶	۲۲۵۳/۹
	۵۴۰	۸۸/۲	۸۳۶/۰	۱۰۲۳/۷	۲۰۴۵/۵
	۷۰۴	۱۰۶/۷	۱۳۲۴/۲	۱۶۶۱/۷	۲۵۱۶/۷
	هیدو	۹۲/۳	۱۲۴۹/۹	۱۶۰۴/۴	۲۶۱۱/۶
اول تیر	۶۷۷	۹۲/۴	۱۰۷۸/۹	۱۴۱۱/۶	۲۳۸۲/۷
	۶۶۶	۹۲/۴	۱۰۵۱/۹	۱۳۶۶/۶	۲۴۰۱/۵
	۵۴۰	۸۹/۰	۸۴۷/۱	۱۱۱۳/۱	۲۱۱۲/۴
	۷۰۴	۸۹/۸	۱۲۵۴/۱	۱۳۲۳/۰	۲۳۹۴/۶
	هیدو	۸۹/۸	۱۱۴۱/۷	۱۲۶۳/۱	۲۳۱۰/۵
۱۵ تیر	۶۷۷	۸۹/۸	۱۰۹۸/۸	۱۲۳۰/۸	۲۲۷۹/۱
	۶۶۶	۷۱/۸	۱۰۷۷/۰	۱۲۰۷/۶	۲۳۷۵/۲
	۵۴۰	۷۱/۸	۹۳۳/۰	۹۳۳/۰	۲۱۳۴/۳
LSD (5%)		۸/۳	۹۲/۴	۱۱۵/۷	۱۹۸/۳
CV (%)		۵/۶	۶/۴	۶/۱	۵/۰

تفاوت‌های بیشتر از LSD در هر ستون در سطح ۵٪ معنی‌دار هستند.

به‌طور معنی‌داری از هیبریدهای دیگر بیشتر بود. HUE از کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک برای هیبرید ۵۴۰ در تاریخ کشت اول اختلاف معنی‌داری با سایر ارقام نشان داد، اما در تاریخ کشت‌های بعدی این اختلاف با هیبریدهای ۶۶۶ و ۶۷۷ معنی‌دار نبود. به‌طورکلی در تمامی هیبریدها و در تمامی مراحل فنولوژیک، HUE در تاریخ کشت‌های دیرتر کاهش داشت و از

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

جدول ۵. واحدهای هلیوترمال (HTU) برای هیبریدهای ذرت در تاریخ کشت‌های مختلف

تاریخ‌های کشت	هیبریدهای ذرت	کشت تا سبز شدن	کشت تا گل دهی	کشت تا کاکل‌دهی	کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک
	۷۰۴	۳۵۱/۳	۶۶۴۷/۹	۵۸۳۰/۸	۱۵۰۴۶/۹
	هیدو	۳۵۱/۳	۵۶۹۷/۵	۷۷۱۶/۵	۱۴۶۷۳/۲
۱۵ اردیبهشت	۶۷۷	۳۱۰/۷	۵۱۴۰/۷	۶۸۱۲/۳	۱۳۵۷۶/۴
	۶۶۶	۲۸۹/۹	۵۱۲۹/۰	۶۷۰۳/۵	۱۳۵۵۹/۰
	۵۴۰	۲۹۴/۳	۴۸۹۹/۵	۶۲۳۳/۲	۱۳۱۴۱/۷
	۷۰۴	۶۳۴/۴	۹۰۱۳/۷	۱۰۶۵۶/۵	۱۷۳۲۰/۱
	هیدو	۵۴۴/۲	۷۵۲۷/۹	۱۰۲۲۵/۱	۱۶۷۸۱/۷
اول خرداد	۶۷۷	۵۱۵/۱	۶۱۳۵/۲	۸۳۵۰/۸	۱۴۵۹۶/۱
	۶۶۶	۵۱۵/۱	۵۹۵۵/۱	۸۰۱۸/۱	۱۴۳۱۱/۷
	۵۴۰	۴۰۰/۵	۴۸۵۲/۹	۶۱۳۵/۲	۱۳۲۲۰/۷
	۷۰۴	۶۸۹/۳	۸۶۸۶/۴	۱۰۲۰۷/۶	۱۵۴۸۷/۷
	هیدو	۶۸۸/۹	۷۵۳۹/۶	۹۷۶۳/۵	۱۵۰۴۴/۰
۱۵ خرداد	۶۷۷	۶۸۰/۹	۶۲۹۰/۲	۸۳۰۲/۱	۱۴۳۸۴/۷
	۶۶۶	۶۱۷/۱	۶۶۲۵/۴	۸۴۳۵/۰	۱۳۶۲۲/۸
	۵۴۰	۵۷۱/۱	۵۲۸۴/۸	۶۶۹۹/۴	۱۳۵۷۷/۱
	۷۰۴	۷۱۷/۰	۹۱۰۰/۲	۱۰۹۵۱/۱	۱۵۰۶۷/۲
	هیدو	۵۸۰/۱	۸۰۵۷/۹	۱۰۶۵۱/۶	۱۴۷۹۴/۹
اول تیر	۶۷۷	۵۷۸/۴	۶۹۲۳/۵	۹۰۵۴/۳	۱۴۰۸۳/۴
	۶۶۶	۵۷۵/۴	۶۷۷۹/۲	۸۸۵۸/۳	۱۳۹۷۵/۵
	۵۴۰	۵۵۰/۹	۵۴۵۶/۴	۷۰۴۶/۶	۱۲۵۴۹/۱
	۷۰۴	۶۹۴/۹	۸۲۶۶/۲	۸۶۱۳/۶	۱۳۲۷۴/۷
	هیدو	۶۷۴/۹	۷۳۴۹/۹	۷۹۳۱/۹	۱۳۰۸۲/۵
۱۵ تیر	۶۷۷	۶۵۸/۶	۸۲۸۷/۳	۸۲۱۳/۱	۱۲۹۷۸/۶
	۶۶۶	۵۳۲/۳	۷۲۹۵/۰	۸۲۸۷/۷	۱۲۴۴۵/۴
	۵۴۰	۵۲۳/۸	۶۰۸۰/۴	۶۰۸۰/۴	۱۲۲۶۵/۱
LSD (5%)		۵۶/۴	۷۲۳/۳	۹۲۸/۳	۱۶۵۱/۶
CV (%)		۶/۳	۶/۶	۶/۸	۷/۱

تفاوت‌های بیشتر از LSD در هر ستون در سطح ۵٪ معنی‌دار هستند.

نظر بررسی روند منطقی تغییرات شاخص‌ها دارای روندی ثابت و قابل پیش‌بینی بوده و می‌توان از این شاخص برای گروه‌بندی ارقام و تعیین تاریخ بهینه کشت آنها استفاده کرد. این نتایج با نتایج آمگاین در ذرت (۲)، پوال و سرکر در گندم (۲۲) و سینگ و همکاران (۳۲) در ارزن دانه مرواریدی مشابه بود. آمگاین (۲) و سینگ و همکاران (۳۲) نیز رابطه‌ای بین تاریخ

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

جدول ۶. کارایی مصرف حرارت (HUE) برای هیبریدهای ذرت در تاریخ کشت‌های مختلف

تاریخ‌های کشت	هیبریدهای ذرت	کشت تا سبز شدن	کشت تا گل‌دهی	کشت تا کاکل‌دهی	کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک
	۷۰۴	۲۰۸/۳	۲۱/۱	۱۶/۱	۸/۰
	هیدو	۲۰۷/۷	۲۰/۸	۱۵/۲	۸/۳
۱۵ اردیبهشت	۶۷۷	۱۹۴/۶	۱۷/۵	۱۳/۲	۷/۰
	۶۶۶	۱۷۷/۳	۱۶/۷	۱۲/۸	۶/۶
	۵۴۰	۱۶۶/۹	۱۴/۰	۱۲/۷	۶/۰
	۷۰۴	۱۹۴/۷	۱۶/۳	۱۲/۳	۷/۸
	هیدو	۱۹۰/۵	۱۶/۱	۱۲/۳	۷/۲
اول خرداد	۶۷۷	۱۴۷/۵	۱۴/۴	۱۰/۷	۶/۲
	۶۶۶	۱۳۳/۴	۱۲/۴	۹/۵	۵/۳
	۵۴۰	۱۲۰/۲	۱۰/۳	۹/۰	۲/۳
	۷۰۴	۱۲۸/۸	۱۳/۶	۱۰/۰	۶/۸
	هیدو	۱۳۰/۸	۱۳/۵	۱۰/۲	۶/۶
۱۵ خرداد	۶۷۷	۹۳/۲	۱۱/۲	۸/۶	۵/۱
	۶۶۶	۹۲/۹	۱۱/۲	۸/۹	۵/۱
	۵۴۰	۹۰/۸	۱۰/۲	۷/۷	۴/۹
	۷۰۴	۱۳۵/۱	۹/۹	۸/۴	۶/۱
	هیدو	۱۳۲/۵	۱۰/۱	۸/۲	۵/۶
اول تیر	۶۷۷	۹۹/۸	۹/۴	۷/۲	۴/۵
	۶۶۶	۹۱/۱	۸/۹	۶/۸	۴/۱
	۵۴۰	۸۴/۷	۷/۵	۶/۵	۴/۱
	۷۰۴	۸۷/۴	۸/۸	۸/۴	۴/۶
	هیدو	۸۳/۳	۸/۹	۸/۳	۴/۹
۱۵ تیر	۶۷۷	۷۲/۸	۶/۲	۵/۶	۳/۳
	۶۶۶	۶۶/۶	۶/۱	۵/۴	۳/۱
	۵۴۰	۵۷/۶	۶/۱	۵/۶	۳/۱
LSD (5%)		۱۳/۸	۱/۳	۱/۰	۰/۶
CV (%)		۷/۱	۶/۱	۶/۶	۶/۵

تفاوت‌های بیشتر از LSD در هر ستون در سطح ۵٪ معنی‌دار هستند.

کشت‌های دیرتر از معمول، کاهش در HUE و کاهش عملکرد یافتند، به‌طوری‌که در تاریخ کشت‌های دیرتر با کاهش در HUE میزان عملکرد نیز کاهش یافت. بنابراین ارقامی که در تاریخ کشت‌های دیرتر کاهش HUE کمتری دارند به‌نظر می‌رسد در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

تاریخ کشت‌های تأخیری عملکرد بهتری داشته باشند.

تغییرات اختلاف نسبی دما (RTD) برای هیبریدهای ذرت در تاریخ کشت‌های مختلف

تغییرات اختلاف نسبی دما (RTD) برای هیبریدهای ذرت در جدول ۷ آورده شده است. میزان RTD در تمامی مراحل فنولوژی و هم‌چنین در تمامی تاریخ کشت‌ها به‌طور معنی‌داری در هیبریدهای دیررس مانند ۷۰۴ و هیدو از سایر هیبریدها بیشتر بود. دو هیبرید ۶۷۷ و ۶۶۶ نیز پس از دو رقم فوق بیشترین میزان را داشتند و تفاوت معنی‌داری نیز بین آنها وجود نداشت. در تمامی تاریخ کشت‌ها و در تمامی مراحل فنولوژیک، RTD برای رقم ۵۴۰ به‌طور معنی‌داری از سایر هیبریدها کمتر بود. به‌طورکلی میزان RTD از مرحله کشت تا سبز شدن به مرحله کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک افزایش یافت. این شاخص نیز دارای روند تغییراتی نسبتاً ثابت و قابل پیش‌بینی بوده و می‌توان آن را در زمینه گروه‌بندی ارقام و مدیریت تاریخ کشت مورد کاربرد قرار داد. تاواپراکاش و همکاران (۳۵) نیز نتایج مشابهی را در مطالعه ذرت در هند گزارش کرد.

تغییرات شاخص فنوترمال (PTI) برای هیبریدهای ذرت در تاریخ کشت‌های مختلف

تغییرات شاخص فنوترمال (PTI) در جدول ۸ آورده شده است. با پیشرفت مراحل نموی گیاه به مقدار شاخص PTI افزوده شد به‌گونه‌ای که برای رقم ۷۰۴ و در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت این عدد از ۸/۷ برای کشت تا سبز شدن به ۱۲/۹ برای رسیدگی فیزیولوژیک افزایش نشان داد. برای تمامی هیبریدها و در تمامی مراحل فنولوژی با تأخیر در کاشت (از ۱۵ اردیبهشت به ۱۵ تیر) مقدار شاخص PTI افزایش یافت. به‌طوری‌که PTI مورد نیاز هیبرید ۷۰۴ در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت ۸/۷ بود، درحالی‌که در تاریخ کاشت ۱۵ تیر این میزان به ۱۵/۵ افزایش یافت. اگرچه میزان PTI در مرحله کشت تا رسیدگی در دو تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت و اول خرداد نسبت به مرحله کشت تا سبز شدن، کشت تا گل‌دهی و کشت تا کاکل‌دهی بیشتر بود اما در تاریخ کشت‌های ۱۵ خرداد و اول تیر روند تصادفی داشت و حتی در تاریخ کشت ۱۵ تیر روند کاملاً برعکس دو تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت و اول خرداد بود. رام (۲۶) گزارش کرد ارقام ذرت با طول دوره رشد طولانی میزان PTI بیشتری در مقایسه با ارقام زودرس‌تر دارند. اگرچه در مطالعه حاضر به‌ویژه در مرحله کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک تفاوت معنی‌داری برای PTI بین ارقام مشاهده نشد. اختر و همکاران (۱) هم‌چنین در بررسی شاخص‌های حرارتی بر کلزا (*Brassica napus* L.)، گزارش کردند از مرحله کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک تفاوت اندکی برای PTI مشاهده شد.

آمگاین (۲) نیز در مطالعه بر ذرت گزارش کرد که میزان PTI در مراحل انتهایی رشد ذرت به‌ویژه در تاریخ کشت‌های دیرتر بیشتر است. پال و مورتی (۱۹) نیز در مطالعه‌ای گزارش کردند بیشترین میزان PTI در تاریخ کشت تأخیری گندم به‌دست آمد. براساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، شاخص PTI را به‌دلیل نداشتن روند ثابت در تخمین مراحل فنولوژیک رشد گیاه و حتی گاه وجود تغییراتی برعکس حالت عادی نمی‌توان در گروه‌بندی ارقام و تعیین تاریخ بهینه کشت مورد کاربرد قرار داد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تاریخ کشت اول خرداد برای تمام هیبریدها منجر به تولید عملکرد دانه بیشتری شد. بیشترین عملکرد دانه از هیبرید هیدو در تاریخ کشت اول خرداد و کمترین آن از هیبرید ۵۰۴ در تاریخ کشت تأخیری ۱۵ تیر به‌دست آمد. هم‌چنین شاخص‌های CHU، HUE و RTD نیاز حرارتی ارقام ذرت را در تاریخ‌های کشت مختلف و در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

جدول ۷. اختلاف نسبی دما (RTD) برای هیبریدهای ذرت در تاریخ کشت‌های مختلف

تاریخ‌های کشت	هیبریدهای ذرت	کشت تا سبز شدن	کشت تا گل‌دهی	کشت تا کاکل‌دهی	کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک
	۷۰۴	۴/۰	۴۱/۵	۴۸/۸	۷۸/۰
	هیدو	۴/۰	۳۶/۶	۴۵/۹	۷۵/۴
۱۵ اردیبهشت	۶۷۷	۳/۴	۲۴/۰	۴۲/۱	۶۹/۰
	۶۶۶	۳/۳	۳۲/۲	۳۹/۶	۶۶/۶
	۵۴۰	۲/۸	۲۹/۲	۳۴/۹	۶۰/۹
	۷۰۴	۳/۶	۳۷/۱	۴۲/۴	۶۵/۹
	هیدو	۲/۹	۳۱/۲	۴۰/۱	۶۲/۴
اول خرداد	۶۷۷	۲/۹	۲۸/۷	۳۷/۲	۵۵/۱
	۶۶۶	۲/۹	۲۷/۸	۳۵/۳	۵۳/۲
	۵۴۰	۲/۲	۲۳/۲	۲۹/۶	۴۸/۳
	۷۰۴	۳/۴	۳۸/۴	۴۵/۳	۸۱/۲
	هیدو	۳/۴	۳۳/۴	۴۳/۳	۷۶/۶
۱۵ خرداد	۶۷۷	۳/۳	۲۹/۵	۳۷/۰	۶۶/۴
	۶۶۶	۳/۳	۲۸/۲	۳۴/۲	۶۳/۵
	۵۴۰	۲/۴	۲۲/۳	۲۷/۰	۵۳/۴
	۷۰۴	۳/۴	۳۶/۷	۴۴/۹	۷۳/۱
	هیدو	۲/۷	۳۱/۹	۴۳/۵	۶۹/۷
اول تیر	۶۷۷	۲/۷	۲۷/۵	۳۶/۷	۶۰/۷
	۶۶۶	۲/۵	۲۴/۷	۲۳/۳	۵۶/۱
	۵۴۰	۲/۵	۲۱/۲	۲۶/۸	۴۸/۸
	۷۰۴	۲/۴	۳۱/۰	۳۲/۸	۶۴/۱
	هیدو	۲/۴	۲۷/۶	۳۰/۱	۵۹/۷
۱۵ تیر	۶۷۷	۲/۴	۲۵/۴	۲۸/۰	۵۷/۸
	۶۶۶	۱/۸	۲۴/۳	۲۷/۴	۵۵/۴
	۵۴۰	۱/۸	۱۹/۹	۱۸/۸	۴۶/۵
LSD (5%)		۰/۲۳	۲/۲	۲/۷	۴/۷
CV (%)		۴/۹	۵/۴	۶/۵	۴/۵

تفاوت‌های بیشتر از LSD در هر ستون در سطح ۵٪ معنی‌دار هستند.

مراحل متفاوت نموی به‌خوبی برآورد کرده و در این مسیر به‌دلیل دارا بودن روند ثابت و منطقی در برآورد نیاز حرارتی ارقام ذرت در تاریخ کشت‌های عادی و تأخیری برتری نسبی بر سایر شاخص‌ها مانند GDD، HTU و PTI دارند. از نظر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

جدول ۸. شاخص فنوترمال (PTI) برای هیبریدهای ذرت در تاریخ کشت‌های مختلف

تاریخ‌های کشت	هیبریدهای ذرت	کشت تا سبز شدن	کشت تا گل‌دهی	کشت تا کاکل‌دهی	کشت تا رسیدگی فیزیولوژیک
	۷۰۴	۸/۷	۱۱/۶	۱۲/۲	۱۲/۹
	هیدو	۸/۷	۱۱/۱	۱۲/۰	۱۲/۹
۱۵ اردیبهشت	۶۷۷	۸/۴	۱۰/۸	۱۱/۴	۱۲/۶
	۶۶۶	۸/۴	۱۰/۶	۱۱/۱	۱۲/۶
	۵۴۰	۸/۳	۱۰/۵	۱۰/۸	۱۲/۵
	۷۰۴	۱۰/۰	۱۳/۴	۱۳/۶	۱۳/۴
	هیدو	۹/۹	۱۲/۹	۱۳/۴	۱۳/۴
اول خرداد	۶۷۷	۹/۹	۱۲/۶	۱۳/۳	۱۳/۶
	۶۶۶	۹/۸	۱۲/۴	۱۳/۰	۱۳/۴
	۵۴۰	۹/۸	۱۱/۹	۱۲/۴	۱۳/۴
	۷۰۴	۱۳/۰	۱۴/۴	۱۴/۴	۱۳/۳
	هیدو	۱۳/۰	۱۴/۳	۱۴/۶	۱۳/۵
۱۵ خرداد	۶۷۷	۱۲/۶	۱۳/۷	۱۳/۸	۱۳/۴
	۶۶۶	۱۲/۴	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۲
	۵۴۰	۱۲/۳	۱۲/۹	۱۳/۴	۱۳/۴
	۷۰۴	۱۳/۷	۱۶/۰	۱۵/۶	۱۳/۴
	هیدو	۱۳/۲	۱۵/۵	۱۴/۷	۱۳/۶
اول تیر	۶۷۷	۱۳/۱	۱۵/۲	۱۴/۹	۱۲/۸
	۶۶۶	۱۲/۶	۱۴/۵	۱۴/۴	۱۲/۸
	۵۴۰	۱۲/۶	۱۴/۶	۱۴/۵	۱۳/۳
	۷۰۴	۱۵/۵	۱۵/۰	۱۴/۹	۱۲/۴
	هیدو	۱۵/۴	۱۵/۱	۱۴/۹	۱۲/۲
۱۵ تیر	۶۷۷	۱۵/۳	۱۵/۱	۱۴/۹	۱۲/۳
	۶۶۶	۱۵/۱	۱۵/۱	۱۴/۸	۱۲/۳
	۵۴۰	۱۵/۰	۱۱/۰	۱۲/۷	۱۳
LSD (5%)		۱/۱	۱/۳	۱/۳	۱/۲
CV (%)		۵/۸	۶/۲	۶/۴	۵/۸

تفاوت‌های بیشتر از LSD در هر ستون در سطح ۵٪ معنی‌دار هستند.

مقدار ضریب تغییرات نیز شاخص RTD و پس از آن CHU دارای کمترین ضریب تغییرات بودند که خود نشان‌دهنده دقت کافی این شاخص‌ها در تخمین و تعیین نیاز گرمایی هیبریدهای ذرت در تاریخ‌های کشت متفاوت است.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

منابع مورد استفاده

1. Akthar, M., M. Mannan, P. B. Kundu and N. K. Paul. 2015. Effects of different sowing dates on the phenology and accumulated heat units in three rapeseed (*Brassica campestris* L.) varieties. *Bangladesh Journal of Botany* 44: 97-101.
2. Amgain, L. P. 2011. Accumulated heat unit and phenology of diverse maize varieties as affected by planting dates under Rampur condition, Nepal. *Agronomy Journal of Nepal* 2: 111-120.
3. Anapalli, S. S., L. Ma, D. C. Nielsen, M. F. Vigil and L. R. Ahuja. 2005. Simulating planting date effects on corn production using RZWQM and CERES-Maize models. *Agronomy Journal* 97: 58–71.
4. Bauer, P. J. and P. R. Carter. 1986. Effect of seeding date, plant density, moisture availability and soil nitrogen fertility on maize kernel breakage susceptibility. *Crop Science* 26(6): 1220-1226.
5. Bergmann, M. K. and F. T. Turpin. 1984. Effect of sowing date on the dynamics of populations of *Diabrotica spp.* in maize. *Environmental Entomology* 13: 888-901.
6. Bierhuizen, J. F. 1973. The effect of temperature on plant growth, development and yield. Plant response to climate factors. *In:* Proceeding of Uppsala Symposium. Paris, France. pp. 89-98.
7. Brown, D. M. and A. Bootsma. 1993. Crop Heat Units for Corn and other Warm-Season Crops in Ontario. Ontario Ministry of Agriculture and Food Factsheet Agdex 111/31. ISSNNo. 0225-7882. Ontario Ministry of Agriculture and Food, Queen's Park, Toronto, ON, Canada.
8. Chokan, R. 2011. An evaluation of heat unit requirement in maize hybrids with different maturity groups in temperate region of Fars. *Iranian Journal of Crop Sciences* 13(2): 253-268. (In Farsi).
9. Chokan, R. and H. Moghadamzadeh. 2010. Thermal units requirement for different corn (*Zea mays* L.) groups based on the heat indices in Mashhad region. *Journal of Agroecology* 2: 277-286. (In Farsi).
10. Cirilo, A. G. and F. H. Andrade. 1996. Sowing date and kernel weight in maize. *Crop Science* 36: 325-331.
11. Emam, Y. 2007. Cereal Production, University of Shiraz Publication. Shiraz. (In Farsi).
12. Eruola, A., G. Ufogbune, A. Makinde and H. Kassim. 2014. Effect of planting season on phenology and accumulated heat units in relation to yield of white yam in the tropical wet-and-dry climate. *Jordan Journal of Agricultural Sciences* 10: 758-770.
13. Gupta, S. C. 1985. Predicting corn planting dates for moldboard and no-tillage in the Corn Belt. *Agronomy Journal* 77: 446-455.
14. Jones, J. W, G. Hoogenboom, C. H. Porter, K. J. Bootee, W. D. Batchelor, L. A. Hunt, P. W. Wilkens, U. Singh, A. J. Gijsman and J. T. Ritchie. 2003. The DSSAT Cropping System Model. *European Journal of Agronomy* 18: 235-265.
15. Lauer, J. G., P. R. Carter, T. M. Wood, G. D. Daniel, W. Robert, E. Rand and M. J. Mlynarek. 1999. Corn hybrid response to planting date in the northern Corn Belt. *Agronomy Journal* 91:834–839.
16. 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. *Agronomy Journal* 94: 549-558.
17. 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? *In:* Proceeding of the 49th Corn and Sorghum Industry Research Conference. Chicago, United State of America. pp. 191-205.
18. 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. *Agronomy Journal* 94:549-558.
19. Pal, R. K. and N. S. Murty. 2009. Thermal requirements of wheat under different growing environments of tarai region (Uttarakhand). *In:* Proceeding of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Workshop on Impact of Climate Change on Agriculture. Ahmedabad, India. pp.78-80.
20. Parthasarathi, T., G. Velu and P. Jeyakumar. 2013. Impact of crop heat units on growth and developmental physiology of future crop production: A review. Research and Reviews: *Journal of Crop Science and Biotechnology* 2: 2319–3395.
21. Plett, S. 1992. Comparison of seasonal thermal indices for measurement of corn maturity in a prairie environment. *Canadian Journal of Plant Science* 72: 1157-1162.
22. Pual, N. K. and D. K. Sarker. 2000. Accumulated heat units and phenology relationships in wheat as influenced by sowing dates. *Bangladesh Journal of Botany* 29(1): 49-54.
23. Radmehr, A. 2011. Agricultural statistics of crops. Ministry of Agriculture publishing. Tehran.
24. Rajput, R. P., M. R. Deshmukh and V. K. Paradkar. 1987. Accumulated heat unit and phenology relationships in wheat (*Triticum aestivum* L.) as influenced by planting dates under late sown conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science* 159: 345-348.
25. Rajput, R. P. 1980. Response of soybean crop to climate and soil environments. PhD. Thesis, Indian Agricultural Research Institute, Pusa, New Delhi.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]

26. Ram, H., G. Singh, G. Mavi and B. Sohu. Accumulated heat unit requirement and yield of irrigated wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties under different crop growing environment in central Punjab. *Journal of Agrometeorology* 14: 147-153.
27. Ramankutty, N., J. A. Foley, J. Norman and K. McSweeney. 2002. The global distribution of cultivable lands: current patterns and sensitivity to possible climate change. *Global Ecology and Biogeography* 11: 377–392.
28. Rao, V. U. M., D. Singh and R. Singh. 1999. Heat use efficiency of winter crops in Haryana. *Journal of Agrometeorology* 1(2): 143-148.
29. Ritchie, J. T. and D. S. Nesmith. 1991. Temperatures and Crop Development. Modeling Plant and Soil Systems. Agronomy Monograph No. 31, ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI53711, USA.
30. Rosegrant, M. W., M. S. Paisner, S. Meijer and J. Witcover. 2001. Global food projections to 2020: emerging trends and alternative futures. *International Food Policy Research Institute* 206:1–24.
31. Sandhu, I. S., A. R. Sharma and H. S. Sur. 1999. Yield performance and heat unit requirement of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties as affected by sowing dates under rainfed conditions. *Indian Journal of Agricultural Science* 69: 175- 179.
32. Singh, R. S. N., L. Joshi and H. P. Singh. 1998. Pearl millet phenology and growth in relation to thermal time under arid environment. *Journal of Agronomy and Crop Science* 180 (2): 83-91.
33. Sreenivas, G., M. Devender Reddy and D. Raji Reddy. 2010. Agro-meteorological indices in relation to phenology of aerobic rice. *Journal of Agrometeorology* 12(2): 241-244.
34. Stoocksbury, D. E. and P. J. Michaels. 1994. Climate change and large-area corn yield in the south eastern United States. *Agronomy Journal* 86: 564-569.
35. Thavaprakaash, N., R. Jagannathan, K. Velayudham and L. Gurusamy. 2007. Seasonal influence on phenology and accumulated heat units in relation to yield of baby corn. *International Journal of Agricultural Research* 2: 826-831.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.4.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.49]