نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال سیزدهم / شماره سوم / پاییز ۱۴۰۲/مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۱ تا ۱۵

مقایسه شاخص‌های زراعی- اقلیمی و عملکرد ارقام پیاز در بهبهان

عبدالستار دارابی[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۹)

چکیده

به‌منظور مقایسه شاخص‌های زراعی اقلیمی و عملکرد ارقام پیاز آزمایشی در دو سال زراعی (۱۳۹۵-۱۳۹۷) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۱۵ تیمار (رقم) با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان اجرا شد. ارقام مورد بررسی عبارت بودند از: صبا، ایمپراتریز، سیروس، ۷۰۳۰، اس‌وی ۴۰۴۳، ایکس‌پی‌رد، سویت‌اجنت، ساواناسویت، گلدن‌آی، پریماورا، تگزاس‌ارلی‌وایت، تگزاس‌ارلی-گرانو، وایت‌گرانو، سپیدان و کنتسسا. بذور در اواسط مهر ماه در خزانه کشت و نشاءها در اواسط آذر ماه به زمین اصلی منتقل شدند. زمانی که برگ‌های ۵۰ تا ۸۰٪ بوته‌ها خم شد و مرگ آن‌ها آغاز شد، سوخ‌ها برداشت شدند. اختلاف درجه روز رشد (۷۵ درصد) و واحد هلیوترمال (۳۳/۵ درصد) در ارقام مورد مطالعه از کاشت تا تشکیل سوخ قابل توجه بود ولی اختلاف شاخص فتوترمال (نه درصد) تا قبل از تشکیل سوخ در این ارقام قابل توجه نبود. در مرحله تشکیل و نمو سوخ اختلاف هر سه شاخص درجه روز رشد (۶۵/۵ درصد)، واحد هلیوترمال (۶۲/۵ درصد) و فتوترمال (۳۱ درصد) در کلیه ارقام قابل‌توجه بود. ارزیابی روابط همبستگی مشخص نمود بین عملکرد و درجه روز رشد دریافت شده و شاخص فتوترمال در مرحله تشکیل و نمو سوخ همبستگی منفی و معنی‌داری به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد وجود داشت. رقم هیبرید سیروس بیشترین عملکرد، کارایی مصرف حرارت و کارایی مصرف واحد هلیوترمال را به خود اختصاص داد. چون قیمت بذر ارقام آزاد گرده‌افشان نسبت به ارقام هیبرید پایین‌تر است و امکان تولید بذر این ارقام توسط زارعین وجود دارد، برای تولید پیاز در استان خوزستان کاشت رقم آزاد گرده‌افشان تگزاس‌ارلی‌گرانو که کاهش عملکرد آنها در مقایسه با سیروس معنی‌دار نبود توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: درجه روز رشد، واحد هلیوترمال، شاخص فتوترمال، کارایی مصرف حرارت، کارایی مصرف واحد هلیوترمال

۱. دانشیار، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: darabi6872@yahoo.com

مقدمه

پیاز (*Allium cepa* L.) گیاهی تک لپه از جنس آلیوم و تیره آلیاسه می‌باشد. سابقه کشت این محصول به ۵۰۰۰ سال پیش و یا بیشتر برمی‌گردد. تصور می‌شود که این گیاه برای اولین بار در مناطق کوهستانی ازبکستان، تاجیکستان، شمال ایران، افغانستان و پاکستان کشت و کار شده باشد (۷). در بین سبزی‌ها، پیاز بیشترین سطح زیر کشت را (۵۱۹۲۶۵۱ هکتار) در دنیا به خود اختصاص داده است (۲۲). این گیاه به‌دلیل عطر و طعم و همچنین داشتن مقدار قابل‌توجهی ویتامین، مواد معدنی و عناصر ریز مغذی، ارزش غذایی فراوانی دارد (۳۰). علاوه بر ارزش غذایی، مطالعات علمی اثر دارویی و سلامتی‌بخش پیاز را به‌خصوص در درمان بیماری‌های عروق کرونی قلب و کاهش کلسترول (۳۲) و پیشگیری و درمان برخی از سرطان‌ها اثبات نموده‌اند (۲۹).

رشد و نمو گیاه بستگی به دما دارد و برای عبور از یک مرحله نموی به مرحله دیگر بایستی مقدار معینی گرما دریافت نماید. دما یک فاکتور کلیدی برای زمان فرآیندهای حیاتی و در نتیجه رشد و نمو گیاه می‌باشد (۲۸). بنابراین شاخص‌های اقلیمی که پایه حرارتی دارند همانند درجه روز رشد (Growth degree day)، واحد هلیوترمال (Helio thermal unit) و شاخص فتوترمال (Photo thermal index) ابزارهای مفیدی برای پیش‌بینی رشد و عملکرد محصولات می‌باشند. اساس درجه روز رشد بر این مبنا استوار است که زمان واقعی هر مرحله فنولوژیکی به‌طور خطی با محدوده درجه حرارت بین درجه حرارت پایه و درجه حرارت بهینه مرتبط می‌باشد (۱۸). در همین راستا چندین محقق تاثیر دما را بر فنولوژی و عملکرد محصولات زراعی از قبیل ذرت (۲۳، ۳۳ و ۳۵)، گندم (۲ و ۱۰)، کتان (۱۴)، جو (۵) برنج (۲۷) و سیب‌زمینی (۱۸) از طریق شاخص‌های حرارتی گزارش نموده‌اند. کارایی مصرف دما و نور در تجمع ماده خشک و عملکرد کاربرد عملی دارند. کارایی تبدیل گرما و نور به ماده خشک به فاکتورهای ژنتیکی، تاریخ کاشت و نوع محصول بستگی دارد (۳۱). بنابراین آگاهی از شاخص‌های حرارتی همانند واحد تجمع حرارتی (Heat summation unit) که در بیشتر منابع از آن به‌عنوان درجه روز رشد یاد شده است و همچنین سایر مشتقات ریاضی آن مانند واحد هلیو ترمال، شاخص فتو ترمال و کارایی مصرف دما و نور می‌توانند اصول پایه‌ای برای تعیین مراحل فنولوژی و تاریخ کاشت مناسب فراهم آورد. همه مراحل نموی را می‌توان بر اساس درجه روز رشد دقیق‌تر از تقویم زمانی پیش بینی نمود (۳۶).

استان خوزستان با سطح زیر کشت ۴۳۸۷ هکتار یکی از مناطق مهم تولید پیاز در کشور محسوب می‌شود. (۱). هر چند تعدادی توده بومی پیاز در این استان کشت می‌شوند ولی این توده‌ها دارای معایبی از قبیل حساسیت به دو قلویی و بولتینگ، تشکیل سوخ در زیر خاک و عملکرد پایین می‌باشند. به همین دلیل قسمت زیادی از سطح زیر کشت پیاز در خوزستان به ارقام وارداتی اختصاص دارد. ورود بی‌رویه ارقام مطالعه نشده به منطقه و کشت این ارقام، در برخی موارد به‌دلیل عدم سازگاری ارقام مزبور با منطقه و کم بودن عملکرد، خسارات زیادی را به کشاورزان وارد کرده است. علاوه بر این گزارش‌های بسیار اندکی در ارتباط با مطالعه شاخص‌های زراعی اقلیمی در پیاز وجود دارد. این پژوهش به‌منظور مطالعه شاخص‌های زراعی اقلیمی ۱۵ رقم پیاز و معرفی ارقام پر محصول و سازگار با منطقه بهبهان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از مهر ماه ۱۳۹۵ به مدت دوسال زراعی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۱۵ تیمار (رقم): صبا (Seba)، ایمپراتریز (Imperateriz)، سیروس (Siroos)، ۷۰۳۰ (7030)، اس وی ۴۰۴۳ (S.V. 4043)، ایکس‌پی‌رد(X. P. Red)، سویت‌اجنت (Sweet Ajent)، ساواناسویت (Savana Sweet)، گلدن‌آی (Golden I)، پریماورا (Primavera)، تگزاس‌ارلی‌وایت (Texas Early White)، تگزاس‌ارلی‌گرانو Texas Early (Grano)، وایت‌گرانو (White Grano)، سپیدان (Spidan) و

کنتسسا (Contessa) با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان با ۳۶ :°۳۰ عرض شمالی و َ۱۴ْ ۵۰ طول شرقی اجرا شد. محل آزمایش دارای اقلیم گرم و نیمه خشک با ارتفاع ۳۲۰ متر از سطح دریا می‌باشد. برخی از پارامترهای هواسناسی ماهیانه در دوره رشد و نمو گیاه در دو سال آزمایش در جداول (۱ و ۲) ارائه شده‌اند.

برای اجرای این آزمایش بذور در اواسط مهر ماه در خزانه کشت و نشاءها در مرحله دو تا سه برگی و در اواسط آذر ماه به زمین اصلی منتقل شدند. مصرف کود بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۳) و توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب انجام گرفت و مقدار آن در هر دو سال آزمایش عبارت بود از ۶۹ کیلوگرم P_2O_5 از منبع سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم K_2O از منبع سولفات پتاسیم در هکتار که در هنگام تهیه زمین به‌طور یکنواخت پخش و با خاک مخلوط شد. کود نیتروژنی لازم نیز به میزان ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره در سه نوبت، یک سوم آن قبل از کاشت و دو سوم بقیه در دو نوبت ۴۵ روز بعد از نشاءکاری و اوایل سوخ دهی مصرف شد (۹). کشت این پژوهش به‌صورت جوی و پشته انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط کاشت به طول ۵ متر بود. فاصله خطوط کاشت ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط ۷ سانتی‌متر منظور شد. با آفت مگس پیاز با حشره‌کش دیازینون پیاز مبارزه شد و علف‌های هرز از طریق وجین دستی کنترل شدند.

تاریخ تشکیل سوخ به کمک شاخص نسبت تشکیل سوخ (حداکثر قطر سوخ تقسیم بر حداقل قطر گردن) و مجموع تجمعی مشخص شد. برای این منظور از ۱۵ روز بعد از انتقال نشا تا هنگام برداشت به فواصل ۱۵ روز، ۵ گیاه به‌طور تصادفی از هرکرت انتخاب و حداکثر قطر غلاف و یا سوخ (بعد از تشکیل سوخ) و حداقل قطر گردن با استفاده از ریزسنج (کولیس) اندازه‌گیری شدند. در مراحل اولیه رشد گیاه، نسبت تشکیل سوخ حدود یک می‌باشد. در هنگام تشکیل سوخ، قطر سوخ خیلی سریع افزایش و در نتیجه نسبت فوق نیز زیاد می‌شود، وقتی این نسبت از۲ بیشتر شد به‌عنوان زمان شروع تشکیل سوخ در نظر گرفته می‌شود. زمان تشکیل سوخ را می‌توان با یک شاخص قابل اعتماد، حساس و غیر تخریبی معروف به مجموع تجمعی تخمین زد (۱۹).در این روش در هر دوره نمونه‌برداری، اختلاف تجمعی بین میانگین نسبت تشکیل سوخ (۵ گیاه) و نسبت تشکیل سوخ گیاهانی که سوخ درآنها تشکیل نشده است (معمولاً ۱/۲ در نظر گرفته می‌شود) محاسبه می‌شود. سپس در یک نمودار در هر نمونه‌برداری، مجموع تجمعی اختلاف نسبت تشکیل سوخ با ۱/۲، نسبت به محور زمان رسم می‌شود. قبل از تشکیل سوخ، نوسانات نسبت تشکیل سوخ قابل ملاحظه نمی‌باشد ولی بعد از تشکیل سوخ، این نسبت به سرعت افزایش یافته و درنتیجه مقدار عددی مجموع تجمع نیز به سرعت زیاد می‌شود. زمان تشکیل سوخ را می‌توان اولین نقطه‌ای دانست که مقدار مجموع تجمعی به سرعت افزایش می‌یابد (۸ و ۲۵).

شاخص‌های زراعی– اقلیمی با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند:

$$GDD = \sum_{i=1}^{n} [(Tmax + Tmin)/2] - Tb$$

GDD درجه روز رشد، nتعداد روزهایی که میانگین دما از۵/۹ درجه سانتی‌گراد بیشتر است. T_{max} و T_{min} به‌ترتیب حداکثر و حداقل دمای روزانه و T_b دمای پایه (۵/۹ درجه سانتی‌گراد) (۱۱ و ۳۸).

$$HTU = GDD \times Duration\ of\ sun\ shine\ hours$$

HTU:واحد هلیوترمال برحسب ساعات آفتابی در درجه روز رشد و

Duration of sun shine hours تعداد ساعات آفتابی در روز

$$HTUE = Yield / HTU$$

HTUE: کارایی مصرف واحد هلیوترمال بر حسب کیلوگرم در هکتار بر ساعات آفتابی در درجه روز رشد

Yield: عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار

$$TUE = Yield / GDD$$

TUE:کارایی مصرف حرارت بر حسب کیلوگرم در هکتار بر درجه روز رشد

جدول ۱. برخی از پارامترهای هواشناسی ماهیانه در دوره رشد و نمو پیاز در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵

پارامتر هواشناسی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت
میانگین دما (C°)	۲۷/۵۵	۲۲/۶۰	۱۴/۵۰	۱۴/۹۰	۱۲/۵۰	۱۷/۲۰	۲۳/۱۰	۳۰/۵۰
میانگین دمای حداکثر(C°)	۳۷/۴۰	۳۱/۶۰	۲۰/۶۰	۲۱/۸۰	۱۸/۴۰	۲۴/۶۰	۳۰/۳۰	۳۹/۴۰
میانگین دمای حداقل(C°)	۱۷/۷۰	۱۳/۶۰	۸/۴۰	۸/۰۰	۶/۵۰	۹/۸۰	۱۵/۹۰	۲۱/۶۰
حداقل مطلق دما (C°)	۱۴/۳۰	۸/۹۰	۱	۱/۸۰	-۲/۶۰	۱/۴۰	۱۰/۰۰	۱۴/۷۰
حداکثر مطلق دما (C°)	۴۳/۰۰	۳۶/۲۰	۲۶/۶۰	۲۷/۴۰	۲۴/۹۰	۳۱/۰۰	۳۹/۵۰	۴۳/۲۰
بارندگی (mm)	۰	۹/۶۰	۱۰۵/۳۰	۲/۲۰	۷۳/۹۰	۱۶	۵۶/۲۰	۲/۲۰

جدول ۲. برخی از پارامترهای هواشناسی ماهیانه در دوره رشد و نمو پیاز در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

پارامتر هواشناسی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت
میانگین دما (C°)	۲۹/۳	۲۳/۲	۱۴/۸	۱۵/۱	۱۵/۳	۱۹/۱	۲۳/۷	۲۷/۷
میانگین دمای حداکثر(C°)	۳۸/۶	۳۲/۲	۲۱/۷	۲۳/۴	۲۳/۱	۲۶/۴	۳۲/۲	۳۵
میانگین دمای حداقل(C°)	۲۰/۱	۱۴/۲	۹/۷	۶/۹۰	۷/۴	۱۱/۹	۱۵/۱	۲۰/۹
حداکثر مطلق دما (C°)	۴۲/۶	۳۸/۶	۲۷/۸	۳۰/۴	۲۸/۷	۳۱/۸	۳۶/۲	۳۹/۹
حداقل مطلق دما (C°)	۱۴/۵	۷/۶	۲	۱/۴۰	۰/۸	۷/۹	۹/۸	۱۵/۵
بارندگی (mm)	۰	۰/۱	۷۸/۲	۶	۱۴/۲	۳۳/۹	۱۴/۲	۲۳/۱

جدول ۳. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از آزمایش

خصوصیات خاک					
سال زراعی	بافت	هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتی متر)	pH	فسفر (قسمت در میلیون)	پتاسیم (قسمت در میلیون)	کربن آلی (درصد)
۹۶-۱۳۹۵	سیلتی کلی لوم	۲/۱	۷/۲	۳	۱۴۰	۰/۴۰
۹۷-۱۳۹۶	سیلتی کلی لوم	۲/۳	۷/۵	۵	۱۷۰	۰/۳۰

PTI = GDD / Growth days

PTI: شاخص فتوترمال بر حسب درجه روز رشد در روز
Growth days: تعداد روز در هر مرحله فنولوژی (۱۹، ۲۶، ۳۳ و ۳۹).

سوخ ها در زمان رسیدن فیزیولوژیک که در ۵۰ تا ۸۰ درصد بوته‌ها، گردن (ساقه دروغی) نرم و در نتیجه پهنک‌ها افتاده و ریزش و مرگ آنها آغاز شده بود برداشت شدند (۷). از نظر تقویم زمانی سوخ‌ها بسته به رقم در سال اول آزمایش از ۱۷ تا ۲۸ اردیبهشت ماه و در سال دوم از ۱۳ تا ۲۸ اردیبهشت ماه برداشت شدند. در پایان هر سال به کمک نرم‌افزارMSTAT-C برروی عملکرد و سایر صفات اندازه‌گیری شده تجزیه واریانس ساده صورت گرفت. در پایان سال دوم تجزیه واریانس مرکب انجام و میانگین‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند و برای محاسبه ضرایب همبستگی از روش پیرسون استفاده شد.

نتایج و بحث

تاریخ تشکیل سوخ

تاریخ تشکیل سوخ یکی از فاکتورهای مهم و موثر در عملکرد پیاز می‌باشد. اگر چه عوامل محیطی از قبیل دما، شدت و کیفیت نور، نیتروژن، آبیاری و فاکتورهای گیاهی از قبیل اندازه

جدول ۴. تاریخ و طول روز تشکیل سوخ در ارقام مورد مطالعه در دو سال آزمایش

رقم	سال اول		سال دوم	
	تاریخ تشکیل سوخ	طول روز	تاریخ تشکیل سوخ	طول روز
صبا	بیست و یکم اسفند	۱۱:۵۲	بیست و هفتم بهمن	۱۱:۰۸
وایت‌گرنو	دوم فروردین	۱۲:۱۱	بیست و پنجم اسفند	۱۱:۵۹
تگزاس‌ارلی‌وایت	دوم فروردین	۱۲:۱۱	چهارم فروردین	۱۲:۱۵
ایمپراتریز	هجدهم اسفند	۱۱:۴۶	بیست و هشتم اسفند	۱۲:۰۴
سیروس	یازدهم فروردین	۱۲:۲۷	ششم فروردین	۱۲:۱۸
۷۰۳۰	اول فروردین	۱۲:۰۹	چهارم فروردین	۱۲:۱۵
اس‌وی۴۰۴۳	دوم فروردین	۱۲:۱۱	بیست و سوم اسفند	۱۱:۵۵
ایکس‌پی‌رد	دوم فروردین	۱۲:۱۱	یازدهم فروردین	۱۲:۲۸
سویت‌اجنت	دوم فروردین	۱۲:۱۱	پانزدهم اسفند	۱۱:۴۱
ساواناسویت	بیست و یکم اسفند	۱۱:۵۲	بیستم بهمن	۱۰:۵۶
سپیدان	دوم فروردین	۱۲:۱۱	بیست و یکم اسفند	۱۱:۵۲
کنتسسا	ششم اسفند	۱۱:۲۴	بیست و چهارم اسفند	۱۱:۵۸
گلدن‌آی	دهم فروردین	۱۲:۲۶	بیست و یکم اسفند	۱۱:۵۲
تگزاس‌ارلی‌گرانو	دهم فروردین	۱۲:۲۶	هفتم فروردین	۱۲:۲۱
پریماورا	هجدهم اسفند	۱۱:۴۶	دوم اسفند	۱۱:۱۷

و سن گیاه و تنظیم‌کننده‌های رشد در تشکیل سوخ دخالت دارند، ولی یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در تشکیل سوخ، طول روز می‌باشد (۱۲). در سال اول آزمایش سوخ از ۶ اسفند با طول روز ۱۱ ساعت و ۲۴ دقیقه تا ۱۱ فروردین با طول روز ۱۲ ساعت و ۲۷ دقیقه تشکیل شد (جدول ۴). بازه زمانی تشکیل سوخ در سال دوم آزمایش از ۲۰ بهمن با طول روز ۱۰ساعت و ۵۶ دقیقه تا ۷ فروردین با طول روز ۱۳ ساعت و ۵ دقیقه متغیر بود (جدول ۴). سوخ در کلیه ارقام مورد مطالعه در طول روز کمتر از ۱۳ ساعت تشکیل شد، بنابراین، کلیه این ارقام روز کوتاه می‌باشند (۴). روز کوتاه بودن ارقام تگزاس‌ارلی گرانو و پریمارا در پژوهش‌های قبلی نیز گزارش شده است (۱۷).

مشابه با گزارش دارابی (۱۳) علی‌رغم یکسان بودن تاریخ کاشت در دو سال آزمایش، در همه ارقام مورد مطالعه، تاریخ تشکیل سوخ در این دو سال متفاوت بود که علت آن را می‌توان به متغییر بودن شرایط اقلیمی از جمله میزان ابرناکی دو سال آزمایش نسبت داد. در این بررسی مدت زمان بین کاشت تا تشکیل سوخ در سال اول آزمایش از ۱۴۷ تا ۱۸۰ روز و در سال دوم بین ۱۳۶ تا ۱۷۴ رور متغیر بود. درحالی‌که فاصله زمانی بین کاشت تا تشکیل سوخ در کرج بین ۱۱۵ تا ۱۳۰ روز گزارش شده است (۱۱). علت این امر را می‌توان مواجه شدن گیاهان با دمای پایین قبل از تشکیل سوخ در این پژوهش و در نتیجه طولانی شدن بازه زمانی بین کاشت تا تشکیل سوخ نسبت داد. این نتایج با گزارش بوسکنگ و کوتزر (۶) و تی و همکاران (۳۸) که مناسب‌ترین دما برای رشد و نمو گیاه، قبل از تشکیل سوخ را ۲۵–۲۰ درجه سانتی‌گراد ذکر کرده‌اند، مطابقت داشت. به همین دلیل بعضی از محققین از جمله لانکستر و همکاران (۲۵) پیاز را یک گیاه دو آستانه‌ای در ارتباط با تشکیل سوخ قلمداد نموده و گزارش کردند برای تشکیل سوخ، گیاه باید علاوه بر مواجه شدن با طول روز بحرانی، یک حداقل دمای تجمعی را نیز دریافت نماید و در صورت عدم دریافت

دمای تجمعی گیاه، حتی در طول روز بلند نیز قادر به تشکیل سوخ نخواهد بود (۱۴).

شاخص‌های زراعی- اقلیمی از کاشت تا تشکیل سوخ

درجه روز رشد

اختلاف میزان درجه روز رشد دریافت شده قبل از تشکیل سوخ در ارقام مورد مطالعه در هر دو سال آزمایش قابل ملاحظه بود. در سال اول آزمایش حداقل و حداکثر درجه روز رشد به‌ترتیب در ارقام کنتسسا و سیروس مشاهده شد. در سال دوم بیشترین و کمترین مقدار درجه روز رشد دریافت شده به‌ترتیب به ارقام ساوانا سویت و ایکس پی‌رد مربوط بود (جدول ۵).

بسته به شرایط اقلیمی و ژنوتیپ، برای درجه روز رشد دریافت شده قبل از تشکیل سوخ اعداد متفاوتی گزارش شده است. تی و همکاران (۳۸) گزارش نمودند برای تشکیل سوخ در رقم های‌سام، گیاه بایستی ۷۸۹ درجه روز رشد را دریافت نماید. دارابی و قنواتی مقدم (۱۹) مقدار درجه روز رشد دریافت شده قبل از تشکیل سوخ در جمعیت بهبود یافته پیاز بهبهان در طی دو سال آزمایش را ۱۷۹۱ و ۱۹۷۳ واحد گزارش کرده‌اند که در محدوده تغییرات درجه روز رشد در این آزمایش می‌باشد. الزهیری و فرج (۲۱) در مصر مقدار در جه روز رشد دریافت شده قبل از تشکیل سوخ در ارقام سیر را بین ۱۰۳۱ تا ۱۵۲۷ گزارش نموده‌اند.

واحد هلیوترمال

یکی از از شاخص‌های حرارتی مهم دیگر که برای مطالعه فنولوژی گیاهان استفاده می‌شود واحد هلیوترمال می‌باشد. کومار و همکاران (۲۴) واحد هلیوترمال را در گندم و ماش و دارابی (۱۵) در سیب‌زمینی مطالعه نمودند. حداقل و حداکثر واحد هلیوترمال قبل از تشکیل سوخ در سال اول آزمایش به‌ترتیب به ارقام کنتسسا و ساوانا سویت مربوط بود. در سال دوم آزمایش کمترین و بیشترین واحد هلیوترمال به‌ترتیب در ارقام ساوانا سویت و ایکس پی‌رد مشاهده شد (جدول ۵).

نتایج یک پژوهش مشخص نمود که واحد هلیوترمال دریافت شده قبل از تشکیل سوخ در جمعیت بهبود یافته پیاز بهبهان در دو سال آزمایش ۱۴۳۸۸/۲۳ و ۱۲۷۳۴/۲۳ ساعت آفتابی در درجه روز رشد یعنی در محدوده تغییرات وحد هلیوترمال در این پژوهش بوده است (۱۹).

فتوترمال

از شاخص‌های مهم زراعی اقلیمی دیگر که اخیرا در مطالعات فنولوژی گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گرفته است می‌توان به شاخص فتوترمال اشاره نمود (۲۳). این شاخص نشان‌دهنده میانگین درجه روز رشد دریافت شده روزانه در هر مرحله فنولوژیکی می‌باشد. بر خلاف دو شاخص درجه روز رشد و واحد هلیوترمال، اختلاف شاخص فتوترمال در کلیه ارقام مورد مطالعه در دو سال آزمایش قبل از تشکیل سوخ چندان قابل توجه نبود (جدول ۵). نتایج یک پژوهش نیز مشخص نمود اختلاف این شاخص در ارقام سیب‌زمینی قبل از تشکیل غده قابل ملاحظه نبوده است (۱۵).

شاخص‌های زراعی- اقلیمی در مرحله تشکیل و نمو سوخ

درجه روز رشد

به‌علت اختلاف مدت زمان مرحله تشکیل و نمو سوخ در ارقام مورد مطالعه، اختلاف مقدار درجه روز رشد دریافت شده در این ارقام در هر دو سال آزمایش قابل‌توجه بود. کمترین و بیشترین درجه روز دریافت شده در سال اول به‌ترتیب به ارقام سیروس و کنتسسا (با اختلاف ۶۷ درصد) مربوط بود. در سال دوم پژوهش در این مرحله فنولوژیکی ارقام سیروس و صبا به ترتیب حداقل و حداکثر درجه روز رشد (با اختلاف ۸۳ درصد) را دریافت کردند (جدول ۶). نتایج یک پژوهش دیگر مشخص نمود مقدار درجه روز رشد دریافتی در مرحله تشکیل و نمو سوخ در رقم پریماورا در بهبهان ۱۲۰۵ واحد بوده است که با درجه روز رشد دریافت شده توسط این رقم در این پژوهش تفاوت چندانی ندارد (۱۶). میزان درجه روز رشد دریافت شده

جدول ۵. درجه روز رشد، واحد هلیو ترمال (ساعات آفتابی در درجه روز رشد) و شاخص فتوترمال (درجه روز رشد در روز) دریافت شده در ارقام مورد مطالعه از کاشت تا تشکیل سوخ در دو سال آزمایش

رقم	سال اول			سال دوم		
	درجه روز رشد	واحد هلیوترمال	شاخص فتو ترمال	درجه روز رشد	واحد هلیوترمال	شاخص فتو ترمال
صبا	۱۸۶۰	۱۳۵۰۸	۱۱/۶	۱۷۵۹	۱۳۸۷۱	۱۲/۸
وایت‌گرنو	۲۰۱۴	۱۴۲۹۴	۱۱/۷	۲۱۲۷	۱۶۴۶۵	۱۳/۰
تگزاس‌ارلی‌وایت	۲۰۱۴	۱۴۲۹۴	۱۱/۷	۲۲۴۵	۱۷۴۳۳	۱۳/۱
ایمپراتریز	۱۸۲۳	۱۳۱۲۵	۱۱/۵	۲۱۷۱	۱۶۶۸۰	۱۳/۰۱
سیروس	۲۱۳۳	۱۵۱۱۹	۱۱/۸	۲۱۱۹	۱۷۸۳۲	۱۳/۸
۷۰۳۰	۲۰۰۲	۱۴۱۷۵	۱۱/۷	۲۱۲۷	۱۷۶۲۷	۱۳/۰
اس‌وی۴۰۴۳	۲۰۱۴	۱۴۲۹۴	۱۱/۷	۲۰۹۸	۱۶۱۴۵	۱۳/۰
ایکس‌پی‌رد	۲۰۱۴	۱۴۲۹۴	۱۱/۷	۲۳۸۶	۱۸۸۸۴	۱۴/۱
سویت‌اجنت	۲۰۱۴	۱۴۲۹۴	۱۱/۷	۱۹۷۵	۱۵۰۸۶	۱۲/۸
ساواناسویت	۱۸۶۰	۱۳۵۰۸	۱۱/۶	۱۶۷۴	۱۳۳۵۹	۱۳/۰
سپیدان	۲۰۱۴	۱۴۲۹۴	۱۱/۷	۲۰۷۱	۱۵۸۸۴	۱۳/۰
کنتسسا	۱۶۸۸	۱۱۹۸۹	۱۱/۶	۲۱۱۱/۵	۱۶۳۰۲	۱۳/۰
گلدن‌آی	۲۱۱۷	۱۴۹۶۰	۱۱/۸	۲۰۷۱/۸	۱۵۸۸۴	۱۳/۰
تگزاس‌ارلی‌گرانو	۲۱۱۷	۱۴۹۶۰	۱۱/۸	۲۳۰۱/۴	۱۸۰۱۶	۱۳/۲
پریماورا	۱۸۲۳	۱۳۱۲۵	۱۱/۵	۱۸۴۰/۱	۱۴۱۵۱	۱۲/۲

در مرحله تشکیل و نمو سوخ در دو توده محلی بهبهان و قرمز ایرانشهر به‌ترتیب ۱۵۷۳ و ۱۴۴۳ واحد گزارش شد (۱۶) که از میزان درجه روز رشد دریافت شده در کلیه ارقام مورد بررسی به استثنای (رقم کنتسسا در سال اول آزمایش) بیشتر بود. علت این موضوع را می‌توان به دیررس بودن این توده‌ها و ادامه رشد و نمو توده‌های مزبور در خرداد ماه و مواجه شدن گیاه با دمای بالا در این ماه نسبت داد. مقدار درجه روز رشد دریافت شده در مرحله تشکیل و نمو سوخ در نه ژنوتیپ پیاز در کرج از ۱۱۰۵ تا ۱۴۸۹ واحد بود (۱۱).

واحد هلیوترمال

همانند درجه روز رشد، احتلاف واحد هلیوترمال دریافت شده در بین ارقام مورد مطالعه در این مرحله در هر دو سال آزمایش قابل ملاحظه بود. در سال اول آزمایش حداقل این شاخص در مرحله تشکیل و نمو سوخ توسط رقم گلدن آی و حداکثر واحد هلیوترمال بوسیله رقم کنتسسا (با اختلاف ۴۱درصد) دریافت شد. در سال دوم آزمایش بیشترین و کمترین واحد هلیو ترمال دریافت شده به‌ترتیب به ارقام سویت ایجنت و ایکس‌پی‌رد (با اختلاف ۸۴ درصد) تعلق داشت (جدول ۶). مقدار درجه روز رشد دریافت شده در مرحله تشکیل و نمو سوخ در جمعیت بهبود یافته بهبهان در دو سال آزمایش ۱۷۰۶۱ و ۱۷۹۷۲ ساعت آفتابی در درجه روز رشد گزارش شد که به‌طور قابل‌ملاحظه از حداکثر واحد هلیوترمال دریافت شده در این آزمایش (رقم سویت ایجنت در سال دوم آزمایش) بیشتر بود (۲۳).

شاخص فتوترمال

بر خلاف دو شاخص درجه روز رشد و واحد هلیوترمال، مقدار

جدول ۶. درجه روز رشد، واحد هلیو ترمال (ساعات آفتابی در درجه روز رشد) و شاخص فتوترمال (درجه روز رشد در روز) دریافت شده در ارقام مورد مطالعه از تشکیل سوخ تا برداشت در دو سال آزمایش

رقم	سال اول			سال دوم		
	درجه روز رشد	واحد هلیوترمال	شاخص فتو ترمال	درجه روز رشد	واحد هلیوترمال	شاخص فتو ترمال
صبا	۱۱۵۸	۷۷۰۴	۱۹/۳	۱۳۸۷	۹۸۸۹	۱۶/۹
وایت‌گرنو	۱۰۵۴	۷۴۹۱	۲۰/۷	۱۰۸۳	۷۵۳۳	۱۹/۷
تگزاس‌ارلی‌وایت	۱۰۰۴	۷۱۹۴	۲۲/۴	۸۴۸	۵۹۷۹	۱۵/۷
ایمپراتریز	۱۰۵۹	۷۰۳۹	۱۸/۰	۸۵۲	۶۴۳۱	۱۵/۲
سیروس	۸۸۵	۶۳۶۸	۲۲/۱	۷۵۸	۵۶۳۴	۱۸/۵
۷۰۳۰	۱۰۶۵	۷۶۰۹	۲۰/۱	۱۰۷۲	۷۲۱۳	۱۹/۹
اس‌وی۴۰۴۳	۱۰۵۴	۷۶۰۹	۲۰/۳	۱۰۹۲	۵۴۷۶	۱۹/۵
ایکس‌پی‌رد	۱۰۵۴	۷۶۰۹	۲۰/۳	۹۱۰	۵۴۳۳	۲۰/۲
سویت‌اجنت	۱۰۰۴	۷۰۳۶	۲۰/۱	۱۳۶۴	۱۰۰۱۹	۱۸/۷
ساواناسویت	۱۰۸۳	۷۷۰۳	۱۸/۷	۱۳۶۲	۹۶۲۶	۱۴/۸
سپیدان	۱۱۷۶	۸۳۱۷	۲۱/۰	۱۰۲۱/۷	۷۷۹۷	۱۸/۲
کنتسسا	۱۴۷۷	۹۲۲۲	۱۸/۲	۱۰۵۸	۷۶۳۲	۱۹/۶
گلدن‌آی	۹۰۱	۶۲۵۲	۲۲/۰	۹۶۶/۷	۷۱۰۱	۱۷/۹
تگزاس‌ارلی‌گرانو	۱۰۹۹	۸۵۱۴	۲۲/۴	۹۹۴/۷	۶۸۲۴	۱۹/۹
پریماورا	۱۱۲۰	۷۲۸۴	۱۸/۴	۱۱۶۱	۸۸۳۴	۱۶/۴

شاخص فتوترمال در هر دو سال آزمایش و در کلیه ارقام مورد مطالعه در این مرحله فنولوژیکی در مقایسه با مرحله قبل از تشکیل سوخ افزایش نشان داد (جدول ۶) که علت این موضوع را می‌توان به افزایش میانگین دما در مرحله تشکیل و نمو سوخ در مقایسه با مرحله بین کاشت تا تشکیل سوخ نسبت داد. (جداول ۱ و ۲). مشابه با این نتایج، عدالت و نادری(۲۰) و آمگاین (۲) نیز گزارش نمودند با پیشرفت مرحله نموی در گیاه ذرت مقدار این شاخص افزایش یافته است. هم‌چنین برخلاف مرحله قبل از تشکیل سوخ، به‌دلیل اختلاف در مدت زمان مرحله تشکیل و نمو سوخ اختلاف این شاخص در ارقام مورد مطالعه در هر دو سال آزمایش قابل‌ملاحظه بود (جدول ۶).

عملکرد

عملکرد سوخ در واحد سطح به‌عنوان شاخص مهم اقتصادی و در واقع هدف اصلی تولید پیاز می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس مشخص نمود اثر سال، اثر رقم و اثر متقابل سال و رقم بر عملکرد سوخ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۷). میانگین عملکرد سوخ درسال دوم آزمایش (۹۰/۶ تن در هکتار) در مقایسه با سال اول (۷۷/۹ تن در هکتار) افزایش معنی‌داری را نشان داد. در سال دوم آزمایش از آبان تا فروردین ماه درجه حرارت هوا در مقایسه با دمای هوا در سال اول بالاتر و اختلاف آن نسبت به دمای بهینه برای رشد و نمو گیاه (۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد) کمتر بود (۵ و ۳۴). بالعکس در اردیبهشت ماه دمای هوا در سال دوم در مقایسه با سال اول آزمایش کمتر و درنتیجه شرایط مساعدتری برای رشد و نمو سوخ فراهم شد (۳۷). مجموع این عوامل سبب شد تا عملکرد سوخ در سال دوم در مقایسه با سال اول افزایش معنی‌داری را نشان دهد. رقم سیروس (هیبرید) بیشترین عملکرد را داشت. این افزایش عملکرد در مقایسه با ارقام صبا، اس وی ۴۰۴۳، تگزاس‌ارلی‌وایت، سپیدان و تگزاس‌ارلی‌گرانو معنی‌دار نبود (جدول ۸). ارزیابی عملکرد در اثر متقابل سال و رقم مشخص نمود که اگر چه عملکرد همه ارقام مورد مطالعه در سال دوم

جدول ۷. نتایج تجزیه واریانس عملکرد، کارایی مصرف حرارت و کارایی مصرف واحد هلیوترمال

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد	کارایی مصرف حرارت	کارایی مصرف واحد هلیو ترمال
سال	۱	۴۸۲۲**	۳۵۳**	۱/۳۳n.s
خطای سال	۶	۲۴۶	۲۴/۵	۰/۴۶
رقم	۱۴	۴۳۱**	۵۶/۵**	۰/۹۰**
اثر متقابل سال و رقم	۱۴	۱۷۶**	۲۴/۷**	۰/۳۶**
خطا	۸۴	۴۲/۸	۴/۴	۰/۰۹۳**
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۸۰	۷/۲۷	۸/۲۲

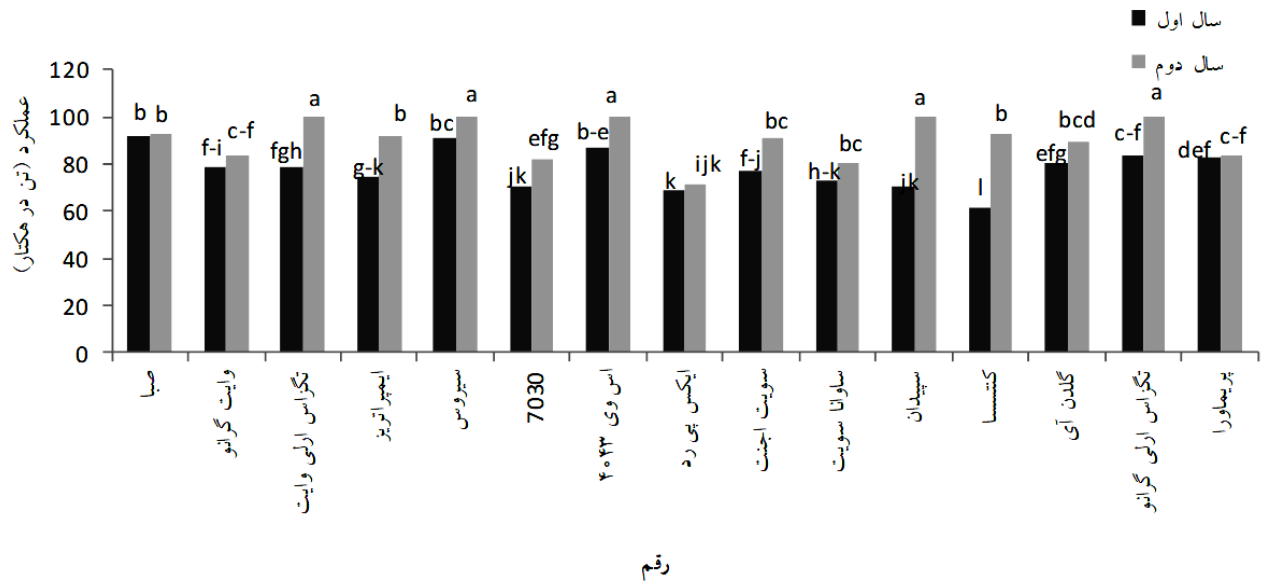
n.s و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۸. مقایسه میانگین‌های دو ساله عملکرد، کارایی مصرف حرارت و کارایی مصرف واحد هلیوترمال در ارقام مورد مطالعه

رقم	عملکرد (تن در هکتار)	کارایی مصرف حرارت(کیلوگرم در هکتار در درجه روز رشد)	کارایی مصرف حرارت (کیلوگرم در هکتار در ساعت آفتابی در درجه روز رشد)
صبا	۹۲/۰abc	۲۹/۹b	۳/۹۳bcd
وایت‌گرنو	۸۱/۲cd	۲۵/۸de	۳/۵۰e-h
تگزاس‌ارلی‌وایت	۸۹/۷abc	۲۹/۳b	۳/۹۸bc
ایمپراتریز	۸۱/۴bcd	۲۸/۰bcd	۳/۸۴b-e
سیروس	۹۵/۵a	۳۲/۶a	۴/۳۴a
۷۰۳۰	۷۶/۲de	۲۴/۳e	۳/۲۷hi
اس‌وی۴۰۴۳	۹۳/۶ab	۲۹/۹b	۴/۰۹ab
ایکس‌پی‌رد	۷۰/۰e	۲۲/۰f	۳/۰۴i
سویت‌اجنت	۸۳/۸bcd	۲۶/۳cde	۳/۶۱d-g
ساواناسویت	۷۶/۵de	۲۵/۷de	۳/۴۶fgh
سپیدان	۸۵/۱abcd	۲۷/۵bcd	۳/۶۶c-g
کنتسسا	۷۷/۲de	۲۴/۴e	۳/۳۹gh
گلدن‌آی	۸۴/۷bcd	۲۸/۰bcd	۳/۷۴c-f
تگزاس‌ارلی‌گرانو	۹۲/۱ab	۲۸/۳bc	۳/۸۱b-e
پریماورا	۸۳/۱bcd	۲۸/۰bcd	۳/۸۴b-e

میانگین‌های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

نسبت به سال اول افزایش یافته است ولی میزان این افزایش در همه ارقام یکسان نبود (از ۱ درصد در رقم صبا تا ۴۲ درصد در رقم سپیدان) و درنتیجه اثر متقابل سال و رقم از نظر این صفت معنی‌دار شد. در سال اول آزمایش کاهش عملکرد رقم سیروس نسبت به رقم صبا (که بیشترین محصول را تولید نمود) بسیار جزیی (۰/۷ درصد) و غیر معنی‌دار بود. در سال دوم آزمایش بیشترین عملکرد توسط رقم سیروس حاصل شد (شکل ۱). بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود، در میان ارقام پر محصول،



شکل ۱. مقایسه میانگین عملکرد در اثر متقابل سال و رقم. میانگین های هر ستون گه حداقل در یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

رقم سیروس از برتری نسبی برخوردار بوده است (جدول ۸). برای انتخاب رقم برتر و توصیه به زراعین علاوه بر عملکرد بایستی به نکات دیگر از جمله هزینه تولید نیز توجه نمود. در میان این ارقام پر محصول در این پژوهش، ارقام سیروس، صبا و اس‌وی ۴۰۴۳ هیبرید و تگزاس‌ارلی‌وایت، سپیدان و تگزاس-ارلی‌گرانو آزاد گرده‌افشان می‌باشند. با توجه به پایین‌تر بودن قیمت بذر ارقام آزاد گرده‌افشان در مقایسه با ارقام هیبرید و امکان تولید بذر ارقام آزاد گرده‌افشان توسط زارعین، برای تولید پیاز در استان خوزستان کاشت رقم آزاد گرده‌افشان تگزاس-ارلی‌گرانو، که از طرفی اختلاف عملکرد آن در دو سال آزمایش قابل‌قبول بوده و از طرف دیگر کاهش میانگین عملکرد دوساله آن در مقایسه با رقم پر محصول آزمایش (سیروس) معنی‌دار نبوده است، توصیه می‌شود. نتایج پژوهش‌های قبلی در منطقه نیز مشخص نمود که رقم تگزاس‌ارلی‌گرانو، عملکرد و سازگاری مطلوبی با منطقه دارد (۱۷).

کارایی مصرف حرارت

اثر سال، اثر رقم و اثر متقابل سال و رقم بر کارایی مصرف حرارت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۷). همانند عملکرد، حداکثر کارایی مصرف حرارت به رقم سیروس تعلق داشت. بالا بودن کارایی مصرف حرارت در این رقم، علی‌رغم دریافت کمترین درجه روز رشد در هر دو سال آزمایش، نشانه سازگاری این رقم با شرایط اقلیمی محل آزمایش است. ارزیابی اثر متقابل سال و رقم مشخص نمود که اگر چه روند تغییرات این صفت در ارقام مورد مطالعه یکسان در دو سال آزمایش یکسان نبود ولی در هر دو سال آزمایش حداکثر (۳۲/۶ کیلوگرم در هکتار بر درجه روز رشد) این صفت، به رقم سیروس مربوط بود. در این بررسی روند تغییرات کارایی مصرف حرارت از ۲۲/۰ (در رقم ایکس پی-رد) تا ۳۲/۵ (در رقم سیروس در سال دوم آزمایش) کیلوگرم در هکتار در درجه روز رشد متغیر بود (جدول ۸). نتایج یک پژوهش مشخص نمود که کارایی مصرف حرارت در جمعیت بهبود یافته پیاز بهبهان ۱۴/۶ کیلوگرم در هکتار در درجه روز رشد می‌باشد که نسبت به کلیه ارقام مورد بررسی در این پژوهش کمتر است (۱۹). علت این موضوع علاوه بر کمتر بودن عملکرد این ژنوتیپ نسبت به کلیه ارقام مورد مطالعه در این آزمایش، را می‌توان به دیررس بودن این ژنوتیپ و برداشت این رقم در اواخر خرداد و مواجه شدن با دمای بالا که در خرداد ماه منجر به دریافت دمای بالا و غیر موثر شد نسبت داد. ماجی و همکاران (۲۶) تغییرات این صفت را در

جدول ۹. ضرایب همبستگی بین عملکرد و صفات زراعی- اقلیمی

صفت	عملکرد	درجه روز رشد از تشکیل تا برداشت سوخ	درجه روز رشد در کل دوره رشد و نمو	واحد هلیوترمال از تشکیل تا برداشت سوخ	واحد هلیوترمال در کل دوره رشد و نمو	شاخص فتوترمال از تشکیل تا برداشت سوخ	شاخص فتوترمال در کل دوره رشد و نمو
عملکرد	۱						
درجه روز رشد از تشکیل تا برداشت سوخ	-۰/۲۴۲**	۱					
درجه روز رشد در کل دوره رشد و نمو	۰/۰۳۶ n.s	۰/۲۷۵**	۱				
واحد هلیوترمال از تشکیل تا برداشت سوخ	-۰/۱۴۵n.s	۰/۸۶۷**	۰/۲۶۱**	۱			
واحد هلیوترمال در کل دوره رشد و نمو	۰/۳۹۰**	۰/۰۷۶ n.s	۰/۷۳۴**	۰/۱۶۳n.s	۱		
شاخص فتوترمال از تشکیل تا برداشت سوخ	-۰/۲۰۷*	-۰/۱۷۹n.s	۰/۲۱۹*	-۰/۲۳۳**	-۰/۱۶۹n.s	۱	
شاخص فتوترمال در کل دوره رشد و نمو	-۰/۰۶۵ n.s	۰/۳۳۴**	۰/۸۸۱**	۰/۳۷۲**	۰/۵۴۱**	۰/۲۵۶**	۱

n.s، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ارقام سیب زمینی از ۱۱/۱ تا ۱۷/۹ کیلوگرم در هکتار در درجه روز رشد گزارش نمودند. نتایج پژوهش آمروات و همکاران (۳) مشخص نمود کارایی مصرف حرارت در ارقام گندم از ۸/۴۷ تا ۱۰/۹ کیلوگرم در هکتار در درجه روز رشد متغیر بوده است.

کارایی مصرف واحد هلیوترمال

اثر سال بر کارایی مصرف واحد هلیوترمال معنی نبود ولی اثر رقم و اثر متقابل سال و رقم بر این صفت در سطح احتمال درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). همانند عملکرد، حداکثر کارایی کارایی مصرف واحد هلیوترمال (۳۲/۶ کیلوگرم در هکتار در ساعت آفتابی بر درجه روز رشد) به رقم سیروس تعلق داشت (جدول ۸). کاهش این شاخص در رقم اس وی ۴۰۴۳ در مقایسه با رقم سیروس معنی‌دار نبود. این شاخص برای جمعیت بهبود یافته پیاز بهبهان ۱/۷۳ کیلوگرم در هکتار در ساعت در درجه روز رشد گزارش شده است (۱۹). امگین (۱) محدوده تغییرات این صفت را در ارقام برنج از ۰/۴۹ تا۱/۳۳ کیلوگرم در هکتار در ساعت آفتابی در درجه روز رشد گزارش نمود.

همبستگی عملکرد با شاخص‌های زراعی- اقلیمی

ارزیابی روابط همبستگی مشخص نمود که بین درجه روز رشد دریافت شده در کل دوره رشد و نمو گیاه و عملکرد همبستگی معنی‌داری وجود ندارد. رابطه بین درجه روز رشد دریافت شده در مرحله تشکیل و نمو سوخ و عملکرد منفی و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌داری بود (جدول ۹). این موضوع مبین این نکته است که در ارقام دیررس که درجه روز رشد بیشتری دریافت نموده‌اند، در اواخر دوره رشد و نمو، سوخ گیاه با دمای بالا مواجه شده که این امر سبب کاهش آسیمیلاسیون خالص و درنتیجه عملکرد شده است، به‌همین‌دلیل بین درجه روز رشد دریافت شده در مرحله تشکیل و نمو سوخ و عملکرد همبستگی منفی مشاهده شده است. بین این نتایج و گزارش استیر (۳۷) که در دماهای نزدیک به ۳۰ درجه سانتی‌گراد،

عملکرد پیاز کاهش خواهد یافت هماهنگی وجود دارد. نتایج یک پژوهش نیز مشخص نمود که با به تعویق افتادن تاریخ کاشت جمعیت بهبود پیافته پیاز بهبهان که منجر به تعویق افتادن تاریخ تشکیل سوخ و درنتیجه مواجه شدن گیاه در اواخر دوره رشد و نمو با دمای بالا شد، عملکرد کاهش یافته است (۱۳). بین مقدار واحد هلیوترمال دریافت شده در کل دوره رشد و نمو گیاه و عملکرد همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. همبستگی بین واحد هلیوترمال و عملکرد در مرحله تشکیل و نمو سوخ معنی دار نبود (جدول ۹). بین شاخص فتوترمال دریافت شده در کل دوره رشد و نمو گیاه و عملکرد همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. همبستگی بین این شاخص و عملکرد در مرحله تشکیل و نمو سوخ منفی و در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۹).

نتیجه گیری کلی

نتایج این بررسی مشخص نمود بسته به تاریخ تشکیل سوخ، اختلاف درجه روز رشد و واحد هلیوترمال دریافت شده در ارقام مطالعه شده از کاشت تا تشکیل سوخ قابل‌توجه بود ولی اختلاف شاخص فتوترمال تا قبل از تشکیل سوخ در این ارقام قابل‌توجه نبود. در مرحله تشکیل و نمو سوخ اختلاف سه شاخص زراعی مطالعه شده در کلیه ارقام قابل‌ملاحظه بود. رابطه همبستگی بین درجه روز رشد و شاخص فتوترمال با عملکرد در مرحله تشکیل سوخ و نمو منفی و به‌ترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار بود. حداکثر عملکرد، کارایی مصرف حرارت و کارایی مصرف واحد هلیوترمال به رقم سیروس تعلق داشت ولی با عنایت به اینکه رقم سیروس هیبرید بوده و هزینه تولید ارقام هیبرید نسبت به ارقام آزاد گرده‌افشان بالاتر است. برای کشت پیاز در استان خوزستان کاشت رقم آزاد گرده‌افشان تگزاس‌ارلی‌گرانو توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از کلیه همکاران محترم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان، به‌ویژه جناب آقای عطااله غنچی، که در انجام این پژوهش صمیمانه یاری رسان بودند کمال تشکر و امتنان را دارند.

منابع مورد استفاده

1. Ahmadi, K., H. gholizadeh, H. R. Abadzadeh, R. Hossienpour, H. Abdshah, A. Kerimian and M. Rafie. 2020. Agricultural Statistics. Horticultural and Field Crops 2018-19 Cropping Cusle. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran. (In Farsi).
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. Amrawat, T., N. S. Solanki, S. K. Sharma, D. K. Jajoria and M. L. Dotaniya. 2013. Phenology growth and yield of wheat relation to agro-meteorological indices under different sowing date. *African Journal of Agricultural Research* 8: 6366-6374.
4. Bosch-Serra, A. D. and L. Currah. 2002. Agronomy of Onions. pp. 187-223. In: H. D. Rabinowitchand, L. Currah (eds.), Allium Crop Science: Recent Advances.CAB International, Wallingford, UK.
5. Bhagat, M. A., N. Kaur and S. Kaur. 2023. Effect of sowing dates on the phenology, grain yield and stress tolerance indices of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under subtropical conditions of Punjab. *Journal of Agrometeorology* 25: 113-119.
6. Bosekeng, G. and G. M. Coetzer. 2015. Response of onion (*Allium cepa* L.) to sowing date and plant population in the Central Free State, South Africa. *African Journal of Agricultural Research* 10: 179-187.
7. Brewster, J. L. 2008. Onions and Other Vegetable Alliums. CABI, UK.
8. Brewster, J. L. 1990. Physiology of crop growth and bulbing. pp. 53-58. In: J. L. Brewster. and H. D. Rabinowitch (eds), Onions and Allid Crops. CRC Press. Boca Raton, Florida.

9. Bybordi, A. and M. J. Malakoti. 1999. The Necessary of Optimum Application of Fertilizer to Increase Yield and Quality and Reduce Nitrate Concentration in Onion Bulb. Publications of Agricultural Education, Karaj. (In Farsi).
10. Charalampopoulos, I. 2021. Agrometeorological conditions and agroclimatic trends for the maize and wheat crops in the Balkan region. *Atmosphere* 12: 1-24.
11. Darabi, A. 2009. Study of bulbing physiology in important local populations of Iranian onion in Behbahan and Karaj provinces. Ph.D. thesis. Tehtan University. Karaj, Iran. (In Farsi).
12. Darabi, A. 2014. Effects of onion set transplanting date on physiological response, some vegetative characteristics and yield of onion genotypes in Behbahan region. *Seed and Plant Production Journal* 30: 457-471. (In Farsi).
13. Darabi, A. 2016. Effects of planting date and planting density on bulbing date, yield and agronomic traits of improved population of Behbahan onion. *Seed and plant production Journal* 32: 1- 20. (In Farsi).
14. Darabi, A. 2016. Physiology and Production of Onion. Agricultural Extention Publication, Karaj. (In Farsi).
15. Darabi, A. 2019. Study on the agro-meteorological indices at different phenological stages and yield of new potato cultivars in winter planting. *Iranian Journal of Horticultural Science* 50: 769-778. (In Farsi).
16. Darabi, A., A. Kashi, M. A. Babalar and M. Khodadadi. 2010. Determination of the threshold of photoperiodism and cumulative thermal time related to bulbing and growth analysis of onion cultivars. *Iranian Journal of Horticultural Science* 40: 23-33. (In Farsi).
17. Darabi, A. and A. Ghenevati Moghadam. 2020. Study the bulbing date and morphological characters of landrace populations and onion commercial cultivars in Khuzestan region. *Journal of Plant Production* 27: 1-18. (In Farsi).
18. Darabi, A. and S. H. Omidvari. 2020. Effect of planting date on agro-meteorological indices at different phenological Stages of potato cultivars. *Iranian Journal of Field Crops Research* 18: 323-339. (In Farsi).
19. Darabi, A. and A. Ghenevati Moghadam. 2021. Study The effect of planting date on agro-meteorological indices at phenological stages and yield of Behbahan bred onion. *Journal of Plant Production* 27: 1-17. (In Farsi).
20. Edalat, M. and R. Naderi. 2016. Evaluation of sowing date effect on grain yield and phenology of corn hybrids using thermal indices. *Journal of Crop Production and Processing* 6: 49-67. (In Farsi).
21. El-Zohiri, S. S. M. and A. A. Farag. 2014. Relation planting date, cultivars and growing degree-days on growth, yield and quality of garlic. *Middle East Journal of Agriculture Research* 3: 1169-1183.
22. FAO. 2021. FAO STAT service. Available online at: fao.org/faostat/en/#data/QC. Accessed 20 August 2021.
23. Grijesh, G. K., A. S. Kumara Swamy, S. Sridhara, M. Dinish Kumar, T. S. Vageesh and S. P. Nataraju. 2011. Heat use efficiency and helio thermal units of maize genotypes as influenced by date of sowing under Southern transitional zone of Karanatak state. *International Journal of Science and Nature* 2: 529-533.
24. Kumar, N., S. Kumar, A. S. Main and S. Royo. 2014. Thermal indices to crop phenology of wheat (*Triticumae stivum* L.) and urd (*Vignamungo hepper* L.) at Taria region of Uttarkhand. *Mausam* 65: 215-218.
25. Lancaster, J. E., C. M.Trigs, J. M. De Ruiter and P. W. Gander. 1996. Bulbing in onions: photoperiod and temperature requirements and prediction of bulb size and maturity. *Annals of Botany* 78: 423-430.
26. Maji, S., M. Bhowmick, P. Chakraborty, S. Jena, S. K. Dutta, R. Nath, P. Bandyopahyay and P. K. Chakraborty. 2014. Impact of agro-meteorological on growth and productivity of potato (*Solanum tuberosum* L.) in Eastern India. *Journal of Crop and Weed* 10: 189-193.
27. Mote, B. M., M. Kumar and Y. C. Ban. 2015. Agro-meteorological indices of rice cultivars under different environmental at Navsari (Gujrat). *India. Plant Archives* 15: 913-917.
28. 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 & Reviews: *A Journal of Crop Science and Technology* 2: 1-8.
29. Perez, N. K., N. K. Market, S. Zekeli and C. Zorb. 2018. Quality aspects in open- pollinated onion varieties from western. *European Journal of Applied* Botany and *Food* Quality 91: 69-78.
30. Rafie, M. R., A. H. Khoshgoftarmanesh, H. Shariatmadaria, A. Darabi and N. Dalir. 2017. Influence of foliar-applied zinc in the form of mineral and complexed with amino acids on yield and nutritional quality of onion under field condition .*Scientia Horticulturea* 216: 160-168.
31. Rao, V. U. M., D. Singh and R. Singh. 1999. Heat use efficiency of winter crop in Haryana. *Journal of Agrometeorology* 1: 143-148.
32. Shah Murad, S., K. Khalid Niaz, A. Ali and A. Aslam. 2018. Ginger and onion: new and novel considerations. *Pharmacy* & *Pharmacology International Journa* 6: 49-52.
33. Singh, M. P., K. R. Lallu and N. B. Sign. 2014. Thermal requirement of Indian mustard (*Brassica juncea*) at different phonological stages under late sown condition. *Indian Journal of Plant Physiology* 19: 238-243.
34. Sing Brar, H. and P. Singh. 2022. Relation of agro-meteorological indices with cotton yield under varied pre-sowing irrigation levels, sowing date and time of first irrigation in north- western india. *Communication in Soil and Plant Analysis* 52: 170-179.

35. Shingne, S. V., B. V. Asewar and G. B. Raut. 2020. Studies of agrometeorological indices on hybrids maize (*Zea mays* L.) under different weather condition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 9: 310-317.
36. Sreeniavas, G., M. Devender Redady and D. Raji Redady. 2010. Agro-meteorological indices in relation tophenology of aerobic rice. *Journal of Agrometeorological* 12: 241-244.
37. Steer, B. T. 1982. The effect of growth temperature on dry weight and carbohydrate content of onion (*Allium cepa* L.Cv. Creamgold) bulbs. *Australian Journal of Agricultural Research* 33: 559-563.
38. Tei, F., A. Scaife and D. P. Aikman. 1996. Growth of lettuce, onion and red beet. 1-Growth analysis, light interception and radiation use efficiency. *Annals of Botany* 78: 633-644.
39. Worthington, C. M. and C. M. Hutchinson. 2005. Accumulated growing degree days as a model to determine key developmental stages and evaluate yield and quality of potato in Northeast Florida. *Proceedings of The Florida State Horticultural Society* 118: 98-101.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 13, No. 3, Fall 2023, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Comparison of Agro-meteorological Indices and Yield of Onion Cultivars in Behbahan, Southwest Iran

A. Darabi[1*]

(Received: August 15-2022; Accepted: May 09-2023)

Abstract

This research was conducted to compare agro-meteorological indices and yield of short day onion cultivars. The experiment was done in randomized complete block design including 15 cultivars (Seba, Imperateriz, Siroos, 7030, S.V. 4043, X. P. Red, Sweet Ajent, Savana Sweet, Golden I, Primavera, Texas Early White, Texas Early Grano, White Grano, Spidan and Contessa) with four replications at Behbahan Agriculture Research Station, southwest of Iran, for two years (2016-18). Seeds were sown in nursery in early October and seedlings were transplanted in early November. Bulbs were harvested when 50-80% of foliage had senesced and fallen. The differences of growing degree days and helio thermal unit were considerable among cultivars from planting to bulbing stage, however the differences of photo thermal index were not significant among cultivars at this stage. During bulbing and bulb development stage differences of growing degree days, helio thermal unit and photo thermal index were considerable among cultivars. Evaluation the correlation coefficients among yield and agro-meteorological indices during bulbing and bulb development stage suggested significant negative correlation of bulb yield with growing degree days and photo thermal indices. The highest bulb yield, thermal use efficiency and helio thermal unit use efficiency were recorded in Siroos (hybrid cultivar). As the seed price of open–pollinated cultivar is less than the prices of hybrid cultivars and the seed of open-pollinated cultivars could be produced by the growers, therefore, planting of Texas Early Grano (open-pollinated cultivar) is recommended for onion production in Khuzestan province at southwest of Iran.

Keywords: Growing degree days, Helio thermal unit, Photo thermal unit, Thermal use efficiency, Helio thermal unit use efficiency

1. Associate Professor, Seed and Plant Research Improvement Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz, Iran
*: Corresponding Author, Email: darabi6872@yahoo.com