نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و هفتم، شماره چهارم، ۱۳۹۹
۱-۱۷
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2020.16240.2472

مطالعه تأثیر تاریخ کاشت بر شاخص‌های زراعی – اقلیمی در مراحل فنولوژی و عملکرد پیاز اصلاح شده بهبهان

*عبدالستار دارابی[۱] و عبداله قنواتی‌مقدم[۲]

[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،

[۲]کمک کارشناس 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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۱/۲۰

چکیده

سابقه و هدف: شاخص‌های اقلیمی که پایه حرارتی دارند همانند درجه روز رشد و واحد هلیوترمال ابزارهای مفیدی برای پیش‌بینی رشد و عملکرد محصولات می‌باشند. کارایی تبدیل گرما و نور به ماده خشک به عوامل ژنتیکی، تاریخ کاشت و نوع محصول بستگی دارد. بنابراین دانش محاسبه واحد تجمع حرارتی که در بیش‌تر منابع از آن به عنوان درجه روز رشد یاد شده است و هم‌چنین سایر مشتقات ریاضی آن مانند واحد هلیو ترمال و کارایی مصرف دما و نور پیش‌نیاز درک مراحل فنولوژی و تاریخ کاشت مناسب برای ارقام مختلف محصولات زراعی می‌باشد. علی‌رغم پژوهش‌های زیادی که در ارتباط با پیاز در کشور انجام گرفته است تاکنون هیچ گزارشی در ارتباط با مطالعه شاخص‌های زراعی – اقلیمی در مراحل مختلف فنولوژی این محصول منتشر نشده است. بنابراین این پژوهش به منظور مطالعه تأثیر تاریخ کاشت بر شاخص‌های زراعی – اقلیمی در مراحل فنولوژی و عملکرد پیاز اصلاح شده بهبهان اجرا شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل چهار تاریخ کاشت از ۱۵ شهریور تا ۲۹ مهر به فاصله ۱۵ روز و با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان به‌مدت دو سال زراعی (۹۵-۱۳۹۳) اجرا شد. ژنوتیپ مطالعه شده پیاز اصلاح شده بهبهان بود. نشاها (در مرحله ۲ تا ۳ برگی) به مزرعه منتقل شدند. مصرف کودهای شیمیایی بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب صورت گرفت. تاریخ تشکیل سوخ با شاخص نسبت تشکیل سوخ و مجموع تجمعی تخمین زده شد. سوخ‌ها در زمان افتادگی ۵۰ تا ۸۰ درصد برگ‌ها و شروع خشک شدن آن‌ها برداشت شدند. شاخص‌های زراعی- اقلیمی، درجه روز رشد، واحد هلیوترمال و شاخص فتوترمال، در سه مرحله جوانه‌زنی بذر، رشد سبزینه‌ای و تشکیل و نمو سوخ برای هر تاریخ کاشت محاسبه شدند. صفات اندازه‌گیری‌شده توسط نرم‌افزار MSTATC تجزیه و تحلیل گردید و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

* مسئول مکاتبه: darabi6872@yahoo.com

یافته‌ها: کوتاه‌ترین فاصله زمانی بین کاشت بذر تا خروج گیاهچه و کم‌ترین درجه روز رشد دریافت شده در این مرحله به تاریخ کاشت ۱۵ شهریورماه مربوط بود. بیش‌ترین شاخص فتوترمال در مرحله جوانه‌زنی بذر در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب به تاریخ کاشت ۳۰ شهریور و ١٤ مهر اختصاص یافت. حداکثر درجه روز رشد و واحد هلیوترمال دریافت شده در دوره پرورش نشا به تاریخ کاشت ۱۵ شهریور تعلق داشت و با به تعویق افتادن تاریخ کاشت این شاخص‌ها کاهش یافتند. در دوره رشد گیاه در مزرعه اختلاف درجه روز رشد دریافت شده در همه تاریخ کاشت‌های مورد بررسی، علی‌رغم متفاوت بودن مدت زمان این مرحله در دو سال آزمایش (به‌استثنای تاریخ کاشت ١٤ مهرماه در سال اول آزمایش) چندان قابل ملاحظه نبود. بیش‌ترین عملکرد، کارایی مصرف حرارت و کارایی مصرف واحد هلیوترمال در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب به تاریخ کاشت ۱۵ و ۳۰ شهریور مربوط بود. کوتاه بودن مرحله نمو سوخ در تاریخ کاشت ۲۹ مهر و مواجه شدن گیاهان با دمای بالا در اواخر این مرحله سبب گردید تا حداقل محصول توسط این تاریخ کاشت تولید شود.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج این بررسی بهترین تاریخ کاشت برای پیاز اصلاح شده بهبهان ۳۰ شهریورماه می‌باشد و با تاخیر افتادن تاریخ کاشت عملکرد کاهش خواهد یافت.

واژه‌های کلیدی: تشکیل سوخ، درجه روز رشد، شاخص فتوترمال، واحد هلیوترمال

مقدمه

پیاز (*Allium cepa* L.) گیاهی تک لپه از جنس آلیوم 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 (١٤). این محصول به‌دلیل داشتن عناصر معدنی، ویتامین‌ها و عناصر کم‌مصرف ارزش غذایی فراوانی دارد (۳۰). علاوه بر ارزش غذایی، مطالعات علمی اثر دارویی و سلامتی بخش پیاز را به‌خصوص در درمان بیماری‌های عروق کرونی قلب و کاهش کلسترول (۳۳) و پیشگیری و درمان برخی از سرطان‌ها اثبات نموده‌اند (۲۰ و ۲۹).

پیاز از نظر تولید بذر گیاهی دوساله و از لحاظ تولید سوخ یک‌ساله محسوب می‌شود. چرخه زندگی این گیاه بسیار پیچیده و شامل مراحل نونهالی، دمایی، رقابت و کامل شدن می‌باشد (۷). در مراحل اولیه رشد پیاز نیاز به دمای پایین (۲۵-٦ درجه سانتی‌گراد) ولی در مرحله سوخ‌دهی و حجیم شدن سوخ دمای بالاتر (۲۷-۲۰ درجه سانتی‌گراد) مورد نیاز است (۲۷).

کشت پیاز در تاریخ کاشت مناسب یکی از مهم‌ترین نکات مدیریتی است که باید در تولید این محصول مورد توجه قرار گیرد تا هر مرحله نموی هنگامی به‌وقوع بپیوندد که دما برای آن مرحله مناسب باشد (۲۳). در صورت کشت زودهنگام، گلدهی غیروقت (بولتینگ) روی خواهد داد. در اثر این عارضه مرکز سوخ سفت و محصول غیرقابل‌فروش خواهد شد (۷). میزان بولتینگ در صورت عدم رعایت تاریخ کاشت مناسب در مناطق جنوبی کشور تا ٢٤ درصد گزارش شده است (١٤). از طرف دیگر کشت دیرهنگام باعث می‌گردد که شاخص سطح برگ در هنگام مواجه شدن گیاه با طول روز بحرانی برای تشکیل سوخ پایین بوده، برگ‌ها به‌سرعت پیر شده و در نتیجه سوخ‌ها کوچک و عملکرد نیز کاهش خواهد یافت (۹).

گیاهان پیش از وارد شدن به مرحله مشخصی از مراحل فنولوژیک، لازم است که دمای معینی را دریافت کنند (۱۷). به همین دلیل شاخص‌های اقلیمی

همانند درجه روز رشد[1] و واحد هلیوترمال[2] که پایه حرارتی دارند، ابزارهای مفیدی برای پیش‌بینی رشد و عملکرد محصولات می‌باشند (۲۱). 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. در همین راستا چندین محقق تأثیر دما را بر فنولوژی و عملکرد محصولات زراعی مانند ذرت (۱۹)، گندم (۲)، برنج (۲۸) 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 عوامل ژنتیکی، تاریخ کاشت و نوع محصول بستگی دارد (۳۱)، بنابراین دانش محاسبه واحد تجمع حرارتی که در بیش‌تر منابع از آن به عنوان درجه روز رشد یاد شده است و هم‌چنین سایر مشتقات ریاضی آن مانند واحد هلیوترمال و کارایی مصرف دما و نور، پیش نیاز درک مراحل فنولوژی، تاریخ کاشت مناسب و تاریخ برداشت ارقام مختلف محصولات زراعی می‌باشند. همه مراحل نموی را می‌توان بر اساس درجه روز رشد دقیق‌تر از تقویم زمانی پیش‌بینی نمود (۳۶).

مراحل رشد و نمو پیاز را می‌توان به سه مرحله تقسیم نمود:

جوانه‌زنی بذر: این مرحله از کاشت بذر شروع و به خروج گیاهچه از خاک ختم می‌شود.

مرحله رشد سبزینه‌ای: این مرحله از ظهور گیاهچه در سطح خاک شروع و تا تشکیل سوخ ادامه دارد. در کشت نشایی این مرحله را می‌توان به دو بخش پرورش نشا در خزانه و رشد گیاه در مزرعه تقسیم نمود.

مرحله تشکیل و نمو سوخ: این مرحله از تشکیل سوخ آغاز و تا برداشت این اندام ادامه می‌یابد (۸ و ۲۲).

پیاز با سطح زیر کشت ۶۱۷۸۹ هکتار، بعد از سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی بیش‌ترین سطح زیر کشت سبزی‌ها را در کشور به خود اختصاص داده است (٤). علی‌رغم پژوهش‌های زیادی که در ارتباط با این محصول در کشور انجام شده است تاکنون هیچ گزارشی در ارتباط با مطالعه شاخص‌های زراعی-اقلیمی پیاز در مراحل مختلف فنولوژی این محصول منتشر نشده است. بنابراین این پژوهش به‌منظور مطالعه تأثیر تاریخ کاشت بر شاخص‌های زراعی-اقلیمی در مراحل فنولوژی و عملکرد پیاز اصلاح شده بهبهان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ٤ تاریخ کاشت بذر در خرانه: ۱۵ شهریور، ۳۰ شهریور، ١٤ مهر و ۲۹ مهرماه با چهارتکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان با ´۳٦ :°۳۰ عرض شمالی و ´١٤ْ ۵۰ طول شرقی به‌مدت دو سال زراعی (۱۳۹۵-۱۳۹۳) اجرا گردید. محل آزمایش دارای اقلیم گرم و نیمه‌خشک با ارتفاع ۳۲۰ متر از سطح دریا می‌باشد. برخی از اطلاعات هواشناسی ماهیانه منطقه در دوره رشد و نمو گیاه در جداول ۱ و ۲ ارائه شده‌اند. کشت این آزمایش به‌صورت نشایی انجام گرفت و نشاها در مرحله ۲ تا ۳ برگی به مزرعه منتقل شدند (جدول ۳). در زمان انتقال، سن نشا در چهار تاریخ کاشت ۱۵ و۳۰ شهریور و ١٤ و ۲۹ مهر ماه در سال اول آزمایش به‌ترتیب ٦٨، ٦٥، ۸۲ و ۷۹ روز و در سال دوم آزمایش در چهار تاریخ کاشت مزبور به‌ترتیب ٦٧، ٦٤، ٦٠ و ۸۵ روز بود. در مزرعه مصرف کودهای شیمیایی بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ٤) و توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب (واقع در کرج)

1- Growth degree days
2- Helio thermal unit

صورت گرفت و و میزان آن در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب عبارت بود از ۳۲/۵ و ٦۹ کیلوگرم P_2O_5 از منبع سوپرفسفات تریپل و ۸۵ و ۱۰۰ کیلوگرم K_2O از منبع سولفات پتاسیم در هکتار که در هنگام تهیه زمین به‌طور یکنواخت پخش و با خاک مخلوط گردید. کود نیتروژن لازم نیز به‌میزان ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (در هر دو سال آزمایش) از منبع اوره در سه نوبت، یک سوم آن قبل از کاشت و دو سوم بقیه در دو نوبت ٤۵ روز بعد از نشاکاری و اوایل سوخ‌دهی به‌صورت سرک مصرف شد (۱۱). هر کرت آزمایشی شامل ٤ خط کاشت به طول ۵ متر بود. هم‌چنین فاصله خطوط کاشت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط ۵ سانتی بود. تاریخ تشکیل سوخ با شاخص نسبت تشکیل سوخ (حداکثر قطر سوخ تقسیم بر حداقل قطر گردن) و مجموع تجمعی مشخص گردید (٦ و ۲٦).

جدول ۱- برخی از پارامترهای هواشناسی ماهیانه در طول رشد پیاز در سال اول آزمایش.

Table 1. Some of monthly meteorological parameters during growth seasons of onion in the first year of experiment.

پارامترهای هواشناسی Meteorological parameters	شهریور Aug.-Sep.	مهر Sep.-Oct.	آبان Oct.-Nov.	آذر Nov.-Dec.	دی Dec.-Jan.	بهمن Jan.-Feb.	اسفند Feb.-Mar.	فروردین Mar.-Apr.	اردیبهشت Apr.-May	خرداد May-Jun.	تیر Jun.-Jul.
میانگین دما (°C) Mean temperature (°C)	35.6	28.0	20.4	12.9	13.5	12.0	14.6	20.3	32.9	34.4	36.5
میانگین دمای حداکثر (°C) Mean maximum temperature (°C)	42.2	37.2	26.9	20.2	19.5	17.9	21.2	28.6	37.7	42.5	45.2
میانگین دمای حداقل (°C) Mean minimum temperature (°C)	29.0	18.8	13.9	5.6	6.8	6.3	7.9	13.8	22.0	26.3	27.8
حداقل مطلق دما (°C) Absolute minimum temperature (°C)	19.0	8.4	4.2	2.2	2.0	-3.2	2.2	4.6	15.2	23.0	24.4
حداکثر مطلق دما (°C) Absolute maximum temperature (°C)	45.6	42.8	33.4	25.4	23.6	24.4	31.0	33.8	42.2	45.6	49.6
بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)	0	0	98.0	18.8	28.6	62.8	25.9	22.5	0	0	0

شاخص‌های زراعی- اقلیمی با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شدند:

$$GDD = \sum_{i=1}^{n} [(T_{\max} + T_{\min})/2] - T_b \qquad (۱)$$

که در آن، GDD درجه روز رشد، n تعداد روزهایی که میانگین دما از ۵/۹ درجه سانتی‌گراد بیش‌تر است، T_{max} و T_{min} به‌ترتیب حداکثر و حداقل دمای روزانه و T_b دمای پایه (۵/۹ درجه سانتی‌گراد).

$$HTU = GDD \times \text{Duration of sun shine hours} \qquad (۲)$$

که در آن، HTU واحد هلیوترمال بر حسب ساعات آفتابی در درجه روز رشد، GDD درجه روز رشد و Duration of sun shine hours دوره ساعات آفتابی.

$$HTUE = Yield / HTU \qquad (۳)$$

که در آن، HTUE کارایی مصرف واحد هلیوترمال بر حسب کیلوگرم در هکتار در ساعت در درجه روز رشد، Yield عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار و GDD درجه روز رشد.

$$TUE=Yield/GDD \quad (٤)$$

که در آن، TUE کارایی مصرف حرارت بر حسب کیلوگرم در هکتار در درجه روز رشد، Yield عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار و GDD درجه روز رشد.

$$PTI=GDD/Growth\ days \quad (٥)$$

که در آن، PTI شاخص فتوترمال بر حسب درجه روز رشد در روز، Growth days تعداد روز در هر مرحله فنولوژی و GDD درجه روز رشد (٣٦، ١٩، ٣٤ و ٢٧).

جدول ٢- برخی از پارامترهای هواشناسی ماهیانه در طول رشد پیاز در سال دوم آزمایش.

Table 2. Some of monthly meteorological parameters during growth seasons of onion in the second year of experiment.

پارامترهای هواشناسی Meteorological parameters	شهریور Aug.-Sep.	مهر Sep.-Oct.	آبان Oct.-Nov.	آذر Nov.-Dec.	دی Dec.-Jan.	بهمن Jan.-Feb.	اسفند Feb.-Mar.	فروردین Mar.-Apr.	اردیبهشت Apr.-May	خرداد May-Jun.	تیر Jun.-Jul.
میانگین دما (°C) Mean temperature (°C)	33.75	29.0	22.7	14.6	12.3	15.6	18.2	23.3	26.0	33	36.5
میانگین دمای حداکثر (°C) Mean maximum temperature (°C)	442.3	37.5	29.5	19.5	18	21.7	25.2	31.2	33.1	41.3	49.0
میانگین دمای حداقل (°C) Mean minimum temperature (°C)	25.2	20.4	15.9	9.6	6.5	9.4	11.2	15.4	18.8	24.7	28.4
حداقل مطلق دما (°C) Absolute minimum temperature (°C)	22.0	16	10.4	5	-1.4	3.4	3.8	9	12.0	22.4	24.4
حداکثر مطلق دما (°C) Absolute maximum temperature (°C)	446.2	41.6	35.4	24	22.4	25.6	32.8	35.4	39.2	45.2	49.0
بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)	0	1.0	69.9	178.0	42.2	64.5	6.7	5.7	53.7	0	0

سوخ‌ها در زمان رسیدن فیزیولوژیک (زمانی که در ٥٠ تا ٨٠ درصد بوته‌ها، گردن (ساقه دروغی) نرم و در نتیجه پهنک‌ها افتاده و ریزش و مرگ آن‌ها آغاز شده بود) برداشت شدند (جدول ٣). مدت زمان کاشت بذر تا برداشت سوخ در چهار تاریخ کاشت ١٥ و ٣٠ شهریور و ١٤ و ٢٩ مهرماه در سال اول آزمایش به‌ترتیب ٢٦٩، ٢٦٧، ٢٥٨ و ٢٤٦ روز و در سال دوم آزمایش در چهار تاریخ کاشت مزبور به‌ترتیب ٢٧٠، ٢٦١، ٢٦٢ و ٢٣٨ روز بود در پایان هر سال به کمک نرم‌افزار MSTAT-C بر روی عملکرد و سایر صفات اندازه‌گیری‌شده تجزیه واریانس ساده صورت گرفت. در پایان سال دوم تجزیه واریانس مرکب انجام و میانگین‌ها به کمک آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٥ درصد مقایسه شدند.

جدول ۳- تاریخ جوانه‌زنی بذر، انتقال نشا و برداشت سوخ در تاریخ کاشت‌های مطالعه شده در دو سال آزمایش.

Table 3. Date of seed germination, transplanting and bulb harvesting in studied planting dates in two years of experiments.

سال اول First year			سال دوم Second year			برداشت سوخ Bulb harvesting
تاریخ کاشت Planting date	جوانه‌زنی بذر Seed germination	انتقال نشا Transplanting	برداشت سوخ Bulb harvesting	جوانه‌زنی بذر Seed germination	انتقال نشا Transplanting	
۱۵ شهریور 6 Sep.	۲۰ شهریور 11 Sep.	۲۸ آبان 19 Nov.	۱۳ خرداد 4 Aug.	۲۱ شهریور 12 Sep.	۲۷ آبان 18 Oct.	۱۲ خرداد 3 Aug.
۳۰ شهریور 21 Sep.	٦ مهر 28 Sep	۱۱ آذر 2 Dec.	۲۵ خرداد 16 Aug.	۷ مهر 29 Sep.	۱۱ آذر 2 Dec.	۱۸ خرداد 9 Aug.
١٤ مهر 6 Oct.	۲۲ مهر 14 Oct.	١٤ دی 4 Jan.	۳۰ خرداد 21 Aug.	۲۷ مهر 18 Oct.	۲۷ آذر 18 Dec.	۲۲ خرداد 13 Aug.
۲۹ مهر 21 Oct.	۹ آبان 31 Oct.	۲۸ دی 18 Jan.	۳ تیر 24 Aug.	۱۳ آبان 5 Oct.	۸ بهمن 28 Jan.	۲۷ خرداد 17 Aug.

جدول ٤- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

Table 4. Soil physical and chemical properties on the site of experimental field.

سال Year	بافت Texture	هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	واکنش خاک pH	فسفر P ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg\ kg^{-1}$)	کربن آلی Organic carbon (%)
اول First	لومی رسی سیلیتی Silty clay loam	1.80	7.7	8	215	0.72
دوم Second	لومی رسی سیلیتی Silty clay loam	1.90	7.5	4	150	0.40

نتایج و بحث

شاخص‌های حرارتی در مراحل فنولوژی

جوانه‌زنی بذر: در این پژوهش کوتاه‌ترین فاصله زمانی از کاشت بذر تا خروج گیاهچه در هر دو سال آزمایش به تاریخ کاشت ۱۵ شهریورماه مربوط بود (جدول ۵). ارزیابی پارامترهای هواشناسی در دوره رشد و نمو گیاه مشخص نمود که میانگین دما در مرحله جوانه‌زنی بذر در این تاریخ کاشت در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب ۳۳/۲٦ و ۳۳/۳۵ درجه سانتی‌گراد بود. مدت جوانه‌زنی بذر در این تاریخ کاشت در مقایسه با تاریخ کاشت ۳۰ شهریور که میانگین دمای هوا در هر دو سال آزمایش حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود، به‌طور متوسط حدود ۲۷ درصد کم‌تر بود (جدول ۵). بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که دمای بهینه برای جوانه‌زنی بذر پیاز اصلاح شده بهبهان حدود ۳۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و این ژنوتیپ توانایی جوانه زدن در دمای بالا را دارد. مشابه با این نتایج انصاری (۲۰۰۷) نیز گزارش نمود که مدت جوانه‌زنی بذر در دمای ۳٤/۷ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با دمای ۲٤/۷ درجه سانتی‌گراد کاهش یافته است (۲). این نتایج با گزارش کالبارسیزککا و کالبارسیزککا (۲۰۱۵) که درجه حرارت مطلوب در

مرحله جوانه‌زنی بسته به رقم متفاوت است، مطابقت دارد (۲۲). سازوکار تأثیر دما بر جوانه‌زنی به تأثیر این عامل اقلیمی بر جذب آب و نفوذپذیری پوسته بذر به اکسیژن نسبت داده می‌شود. در دمای مناسب جوانه‌زنی جذب آب و نفوذ اکسیژن افزایش می‌یابد (۱). دما نقش مهمی در کنترل همه مراحل فنولوژیکی پیاز از جمله جوانه‌زنی بذر دارد (۳). بروستر (۲۰۰۸) گزارش نمود بهترین دما برای جوانه‌زنی بذر پیاز ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۷). نتایج پژوهش‌های ابوریان و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که در چهار رقم بیانکا گیوگنو موسونا، بیانکا مایوپیاتتا، ردکریول و تگزاس‌گرانو ۵۰۲ مناسب‌ترین دما برای جوانه‌زنی ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود (۱).

جدول ۵- طول دوره (روز) و درجه روز رشد مورد نیاز مراحل مختلف فنولوژی در تاریخ کاشت‌های مطالعه شده در دو سال آزمایش.

Table 5. Duration (days) and GDD (°C day) requirement at phenological stages in studied planting dates in two years of experiment.

سال Year	تاریخ کاشت Planting date	رشد سبزینه‌ای Vegetative growth								تشکیل و نمو سوخ Bulbing and bulb development	
		چوانه‌زنی بذر Seed germination		پرورش نشا در خزانه Transplant production		رشد گیاه در مزرعه Growth plant in farm		مجموع Total			
		مدت Duration	درجه روز رشد GDD	مدت Duration	درجه روز رشد GDD	مدت Duration	درجه روز رشد GDD	مدت Duration	درجه روز رشد GDD	مدت Duration	درجه روز رشد GDD
اول First	۱۵ شهریور 6 Sep.	5	136.8	68	1362.8	118	873.9	186	2236.7	78	1569.7
	۳۰ شهریور 21 Sep.	7	181.3	65	1038.4	117	889	182	1927.4	78	1794.4
	۱٤ مهر 6 Oct.	8	164.4	82	918.3	89	708.8	171	1627.1	79	1892.1
	۲۹ مهر 21 Oct.	10	172.5	79	704	87	831.6	166	1535.6	70	1780.8
دوم Second	۱۵ شهریور 6 Sep.	6	164.8	67	1439.1	106	889.2	173	2328.3	91	1692.45
	۳۰ شهریور 21 Sep.	8	202.1	64	1147.9	111	892.8	175	2040.6	78	1580.65
	۱٤ مهر 6 Oct.	13	291.4	60	823.9	95	858.2	155	1682.1	81	1687.15
	۲۹ مهر 21 Oct.	14	266.3	85	783.2	71	868.7	156	2651.9	68	1552.45

ارزیابی درجه روز رشد مشخص نمود که در هر دو سال اول آزمایش کم‌ترین درجه روز رشد به‌دلیل بالا بودن سرعت جوانه‌زنی به تاریخ کاشت ۱۵ شهریور مربوط بود. در سال اول آزمایش حداکثر درجه روز رشد دریافت شده به تاریخ کاشت ۳۰ شهریور اختصاص یافت. در دو تاریخ کاشت دیگر، علی‌رغم طولانی‌تر شدن مدت زمانی جوانه‌زنی نسبت به تاریخ کاشت مزبور، به‌دلیل کاهش دما در این مرحله، درجه روز رشد دریافت شده کاهش یافت (جدول ٤). در سال دوم آزمایش به‌دلیل افزایش

قابل‌ملاحظه مدت جوانه‌زنی در تاریخ کاشت ١٤ مهر نسبت به تاریخ کاشت ۳۰ شهریور (٦٣ درصد) بیش‌ترین درجه روز رشد دریافت شده به این تاریخ کاشت اختصاص یافت (جدول ۵). گزارش‌های بسیار اندکی در ارتباط با درجه روز رشد در مرحله جوانه‌زنی بذر پیاز در دسترس می‌باشد. ببرهیوزن و واگن وورت (١٩٧٤) دمای تجمعی را برای جوانه‌زنی بذر پیاز ۲۱۹ درجه روز رشد گزارش نمودند (۵). یکی از از شاخص‌های حرارتی مهم دیگر که برای مطالعه فنولوژی گیاهان استفاده می‌شود واحد هلیوترمال می‌باشد. عدالت و نادری (٢٠١٦) این شاخص را در ذرت و دارابی (۲۰۱۷) در سیب‌زمینی مطالعه نمودند (۱۷ و ۱۵). مشابه با درجه روز رشد، حداقل واحد هلیوترمال در هر دو سال آزمایش به تاریخ کاشت ۱۵ شهریور مربوط بود. بیش‌ترین واحد هلیوترمال در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب به تاریخ کاشت ۳۰ شهریور و ١٤ مهرماه مربوط بود (جدول ٦). از شاخص‌های مهم زراعی اقلیمی دیگر که اخیراً در مطالعات فنولوژی گیاهان استفاده شده است می‌توان به شاخص فتوترمال اشاره نمود (۱۹). این شاخص نشان‌دهنده میانگین درجه روز رشد دریافت شده روزانه در هر مرحله فنولوژیکی می‌باشد. در هر دو سال آزمایش حداکثر شاخص فتوترمال به تاریخ کاشت ۱۵ شهریور مربوط بود و با به تاخیر افتادن تاریخ کاشت به‌دلیل کاهش دما این شاخص کاهش یافت (جدول ٦). به‌علت افزایش دما در مرحله جوانه‌زنی در سال دوم نسبت سال اول آزمایش همه شاخص‌های زراعی- اقلیمی (به‌استثنای درجه روز رشد در تاریخ کاشت ۳۰ شهریور) در این سال از سال اول بیش‌تر بودند (جدول‌های ۵ و ٦).

رشد سبزینه‌ای: روش کاشت در این پژوهش نشایی بود به همین علت مرحله رشد سبزینه‌ای به دو بخش پرورش نشا در خزانه و رشد گیاه در مزرعه تقسیم گردید.

پرورش نشا در خزانه: مناسب‌ترین دما برای پرورش نشا در خزانه ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (۸ و ٣٦). در بین همه تیمارهای آزمایشی در دو سال آزمایش، کوتاه‌ترین دوره پرورش نشا به تاریخ کاشت ١٤ مهرماه در سال دوم آزمایش مربوط بود (جدول ۵). در این تیمار میانگین دما در دوره پرورش نشا در خزانه ۲۱/۱۷ درجه سانتی‌گراد بود که در محدوده دمای بهینه برای رشد گیاهچه می‌باشد. علی‌رغم این‌که میانگین دما در دوره پرورش نشا در تاریخ کاشت ۳۰ شهریور در دو سال آزمایش (به‌ترتیب ۲۱/۸۸ و ۲۳/۹۳) نیز برای پرورش نشا مناسب بود ولی بالاتر بودن دما از ۲۵ درجه سانتی‌گراد در اوایل دوره پروش نشا سبب گردید که مدت دوره پرورش نشا در این دو تاریخ کاشت نسبت به تاریخ کاشت ١٤ مهرماه افزایش نشان دهد. پایین بودن دما در تاریخ کاشت ۲۹ مهرماه در هر دو سال آزمایش (با میانگین به‌ترتیب ١٤/٧٥ و ١٥/٠٦ درجه سانتی‌گراد) و تاریخ کاشت ١٤ مهرماه در سال اول آزمایش (با میانگین ١٧/٠٤درجه سانتی‌گراد) سبب طولانی شدن دوره پرورش نشا در خزانه گردید (جدول ۵). طولانی شدن دوره پرورش نشا در خزانه به‌دلیل پایین بودن دما در خوزستان توسط دارابی (۲۰۰۹) نیز گزارش شده است (۱۳). بیش‌ترین درجه روز رشد دریافت شده در مرحله پرورش نشا به تاریخ کاشت ۱۵ شهریور تعلق داشت و با به تعویق افتادن تاریخ کاشت این شاخص کاهش یافت (جدول ۵). بیش‌ترین واحد هلیوترمال در هر دو سال آزمایش به تاریخ کاشت ۱۵ شهریورماه اختصاص یافت (جدول ٦). همانند دو شاخص درجه روز رشد و واحد هلیوترمال بیش‌ترین شاخص فتوترمال نیز به تاریخ کاشت ۱۵ شهریور اختصاص یافت و با به تاخیر افتادن تاریخ کاشت این شاخص نیز کاهش یافت. به‌دلیل نزولی بودن روند تغییرات دما از اواسط

شهریور تا اواسط بهمن، شاخص فتوترمال درهمه تاریخ کاشت‌های بررسی شده در مرحله پرورش نشا از مرحله جوانه‌زنی بذر کم‌تر بود (جدول ٦). هم‌چنین به‌علت افزایش دما در مرحله پرورش نشا در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش همه شاخص‌های زراعی- اقلیمی دراین سال در مقایسه با سال اول افزایش نشان دادند (جدول‌های ۵ و ٦).

جدول ٦- واحد هلیوترمال و شاخص فتوترمال در مراحل فنولوژی در تاریخ کاشت‌های مورد مطالعه در دو سال آزمایش.

Table 6. Helio thermal unit (°C day hr^{-1}) and photo thermal index (°C day day^{-1}) requirement at phenological stages in studied planting dates in two years of experiment.

سال Year	تاریخ کاشت Planting date	چوانه‌زنی بذر Seed germination		رشد سبزینه‌ای Vegetative growth					
				پرورش نشا در خزانه Transplant production		رشد گیاه در مزرعه Plant growth in farm		تشکیل و نمو سوخ Bulbing and bulb development	
		واحد هلیوترمال Helio thermal unit	شاخص فتوترمال Photo thermal index	واحد هلیوترمال Helio thermal unit	شاخص فتوترمال Photo thermal index	واحد هلیوترمال Helio thermal unit	شاخص فتوترمال photo thermal index	واحد هلیوترمال Helio thermal unit	شاخص فتوترمال Photo thermal index
اول First	۱۵ شهریور 6 Sep.	1436.31	27.36	12442.65	20.04	5230.62	7.41	12537.3	20.12
	۳۰ شهریور 21 Sep.	1777.98	25.90	8451.54	15.98	5846.04	7.60	15855.41	23.01
	۱٤ مهر 6 Oct.	1622.99	20.18	6782.66	11.20	4328.58	7.96	17061.8	23.95
	۲۹ مهر 21 Oct.	1566.13	17.25	4143.61	8.91	5599.29	9.56	15931.51	25.44
دوم Second	۱۵ شهریور 6 Sep.	1717.07	27.45	12981.64	21.48	5441.49	8.39	17505.09	18.60
	۳۰ شهریور 21 Sep.	2044.13	25.26	9163.08	17.94	6778.42	8.04	17972.11	20.26
	۱٤ مهر 6 Oct.	2791.24	22.41	5525.9	13.73	6044.23	9.03	19096.17	20.83
	۲۹ مهر 21 Oct.	1889.64	19.02	4906.50	9.20	6767.11	12.24	18073.94	22.83

دوره رشد گیاه در مزرعه: بیش‌ترین مدت زمان رشد گیاه در مزرعه در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب به تاریخ کاشت ۱۵ و ۳۰ شهریورماه مربوط بود. اختلاف این دوره در این دو تاریخ کاشت در هر دو سال آزماش قابل‌ملاحظه نبود ولی در دو تاریخ کاشت ١٤ و ۲۹ مهرماه مدت زمان این دوره نسبت به دو تاریخ کاشت ۱۵ و ۳۰ شهریورماه به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافت (جدول ۵). با توجه به این‌که دوره رشد مزبور، با تشکیل سوخ خاتمه می‌یابد برای درک بهتر اختلاف مدت زمان این دوره در تاریخ کاشت‌های بررسی شده، باید به تاریخ تشکیل سوخ و عوامل مؤثر بر این پدیده فیزیولوژیکی توجه کافی نمود. تاریخ تشکیل سوخ در تیمارهای مطالعه شده در دو سال آزمایش در جدول ۷ ارائه شده است. همان‌گونه که بوسکنگ (۲۰۱۲) گزارش نموده در این بررسی نیز با به تعویق افتادن تاریخ کاشت، تشکیل سوخ به تعویق

افتاد (۸). علی‌رغم عدم تغییر تاریخ کاشت‌های مورد بررسی در دو سال آزمایش، تاریخ تشکیل سوخ در هیچ‌یک از این تاریخ کاشت‌ها (۱۵ و ۳۰ شهریور و ١٤ و ۲۹ آبان‌ماه) در دو سال آزمایش یکسان نبود و سوخ در کلیه تاریخ کاشت‌های مزبوردر سال دوم در مقایسه با سال اول سوخ زودتر تشکیل گردید (جدول ۷) که علت آن افزایش دما در این مرحله در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش (میانگین دما در دوره رشد گیاه در مزرعه در چهار تاریخ کاشت ۱۵ و ۳۰ شهریور و ١٤ و ۲۹ مهرماه در سال اول آزمایش به‌ترتیب ۱۳/۲۷، ۱۳/٤٦، ۱۳/۹۱ و ۱۵/۳۳ و در سال دوم به‌ترتیب ١٤/٢٦، ١٤/٨٥، ١٤/٩٨، ۱۸/۱۸ درجه سانتی‌گراد بود) و در نتیجه افزایش سرعت رشد گیاهان و کوتاه‌تر شدن مدت زمان رشد سبزینه‌ای در این سال بود (٦). این نتایج با گزارش خوخار (۲۰۱۷) که دما می‌تواند جایگزین قسمتی از طول روز مورد نیاز برای تشکیل سوخ شود، منطبق بود (٢٤).

جدول ۷- تاریخ و طول روز تشکیل سوخ در تاریخ کاشت‌های مطالعه شده در دو سال‌های آزمایش.

Table 7. Date and day length of bulbing in studied planting dates in two years of experiment.

تاریخ کاشت Planting date	سال اول First year		سال دوم Second year	
	تاریخ تشکیل سوخ Bulbing date	طول روز Day length	تاریخ تشکیل سوخ Bulbing date	طول روز Day length
۱۵ شهریور	۲٦ اسفند	۱۲:۰۳	۱۳ اسفند	۱۲:۰۳
6 Sep.	17 March	12: 03	4 March	12: 03
۳۰ شهریور	۹ فروردین	۱۲:۲٦	۳ فروردین	۱۲:۲٦
21 Sep.	29 March	12:26	4 March	12:26
١٤ مهر	۱۳ فروردین	۱۲:۳٤	۳ فروردین	۱۲:۳٤
6 Oct.	2 April	12:34	4 March	12:34
۲۹ مهر	۲٦ فروردین	۱۲:٥٤	۲۰ فروردین	۱۲:٥٤
21 Oct.	15 April	12:54	9 April	12:54

در این پژوهش کوتاه‌ترین دوره رشد گیاه در مزرعه به تاریخ کاشت ۲۹ مهرماه در سال دوم آزمایش مربوط بود (جدول ۵). علت این موضوع را می‌توان به مواجه شدن گیاه با دمای مناسب (۱۸/۱۸ درجه سانتی‌گراد) در دوره رشد گیاه در مزرعه نسبت داد. بین این نتایج و گزارش کمریی (۱۹۹۷) که مناسب‌ترین دما برای رشد گیاه در مزرعه و قبل از تشکیل سوخ ۲۲-۱۸ درجه سانتی‌گراد است، هماهنگی وجود دارد (۱۲).

ارزیابی درجه روز رشد در این مرحله فیزیولوژیکی نشان داد که اختلاف درجه روز رشد دریافت شده در همه تاریخ کاشت‌های مورد بررسی، علی‌رغم متفاوت بودن مدت زمان این مرحله در دو سال آزمایش (به‌استثنای تاریخ کاشت ١٤ مهرماه در سال اول آزمایش) چندان قابل‌ملاحظه نبود (جدول ۵). روند تغییرات واحد هلیوترمال در دو سال آزمایش در تاریخ کاشت‌های بررسی شده مشابه روند تغییرات درجه روز رشد بود (جدول ٦). درجه روز

رشد دریافت شده در در مرحله رشد سبزینه‌ای (مجموع این شاخص دوره پرورش نشا در خزانه و رشد گیاه در مزرعه) در جدول ۵ ارائه شده است. درجه روز رشد دریافت شده توسط پیاز محلی بهبهان (منشا پیاز اصلاح شده بهبهان) در مرحله رشد سبزینه‌ای در تاریخ کاشت ۲ آبان را ۱۴۳۰/۷ واحد گزارش شده است که نسبت به تاریخ کاشت ۲۹ مهرماه در سال اول تفاوتی چندانی نداشت اما نسبت به همین تاریخ کاشت در سال دوم آزمایش تفاوت نسبتاً قابل توجه‌ای داشت (۱۳). چنین به‌نظر می‌رسد علت این موضوع بالا بودن دما در سال دوم این پژوهش در مرحله رشد سبزینه‌ای بوده است. در اتیوپی درجه روز رشد مورد نیاز در مرحله رشد سبزینه‌ای برای سه رقم روز کوتاه، هاگازرد ۱ و ۲ و رد کریول، ۱۰۲۸ درجه روز رشد واحد گزارش شده است (۳۷). علت متفاوت بودن نتایج این پژوهش با پژوهش تسفی و همکاران (۳۷) را می‌توان به پرورش گیاهان در شرایط نوری و دمایی مناسب در گلخانه نسبت داد.

مرحله تشکیل و نمو سوخ: در سال اول آزمایش اختلاف مدت زمان این مرحله فنولوژیک در همه تاریخ کاشت‌های مطالعه شده چندان قابل‌توجه نبود. علاوه بر این اختلاف مدت این مرحله در سه تاریخ کاشت ۳۰ شهریور، ۱٤ و ۲۹ مهر در هر دو سال آزمایش نیز قابل‌توجه نبود اما در تاریخ کاشت ۱۵ شهریور، مدت زمان این مرحله در سال دوم در مقایسه با سال اول ۱۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). کم‌ترین مدت زمان مرحله تشکیل و نمو سوخ در هر دوسال آزمایش به تاریخ کاشت ۲۹ مهر ماه مربوط بود. بیش‌ترین مدت زمان این مرحله و حداکثر درجه روز رشد دریافت در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب به تاریخ کاشت‌های ۱٤ مهر و ۱۵ شهریورماه تعلق داشت. بر خلاف سایر مراحل فنولوژیکی، میزان درجه رشد دریافت شده در مرحله تشکیل و نمو سوخ در سال دوم در مقایسه با سال اول کم‌تر بود (جدول ۵). طولانی بودن این مرحله و افزایش ساعات آفتابی در انتهای مرحله نمو سوخ در تاریخ کاشت ۱٤ مهرماه سبب گردید حداکثر واحد هلیو ترمال در هر دو سال آزمایش به این تاریخ کاشت اختصاص یابد (جدول ٦). اگر چه در سال دوم آزمایش حداکثر درجه روز رشد به تاریخ کاشت ۱۵ شهریورماه مربوط بود ولی افزایش طول روز و در نتیجه افزایش ساعات آفتابی در انتهای مرحله نمو سوخ در تاریخ کاشت ۱٤ مهرماه نسبت به ۱۵ شهریور سبب گردید حداکثر واحد هلیوترمال در هر دو سال آزمایش به این تاریخ کاشت اختصاص یابد (جدول ٦). بر خلاف سایر مراحل فنولوژیکی، شاخص نوری- دمایی در مرحله نمو سوخ در سال دوم در مقایسه با سال اول کم‌تر بود که منعکس‌کننده پایین‌تر بودن دما در مرحله نمو سوخ درسال دوم در مقایسه با سال اول آزمایش می‌باشد (جدول ٦). دارابی (۲۰۰۹) مدت زمان مرحله نمو سوخ برای پیاز محلی بهبهان در تاریخ کاشت دوم آبان را ٦۲ روز و درجه حرارت روز رشد دریافت شده را ۱۵۸۲/٦ واحد گزارش نمود که با میانگین دو ساله درجه روز رشد دریافت شده در تاریخ کاشت ۲۹ مهرماه (۱٦۵۰/۹) اختلاف قابل‌توجهی نداشت (۱۳). علت قابل‌توجه نبودن اختلاف درجه روز رشد در این دو پژوهش، علی‌رغم تفاوت قابل‌ملاحظه مدت نمو سوخ، بالاتر بودن دما در مرحله تشکیل و نمو سوخ در پژوهش دارابی (۲۰۰۹) بوده است (۱۳). نتایج آزمایشی در کرج نشان داد که درجه روز رشد دریافت شده برای رقم زرگان و توده سفید قم

به‌ترتیب ۱٤۸۹/٦ و ۱۳۱٥/٦ واحد بوده است که نسبت به همه تاریخ کاشت‌های بررسی شده در این آزمایش کم‌تر است (١٦). علت این تفاوت را می‌توان به پایین‌تر بودن دما در مرحله تشکیل و نمو سوخ در کرج در مقایسه با مکان این پژوهش (بهبهان) نسبت داد.

عملکرد: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال بر عملکرد سوخ معنی‌دار نبود ولی اثر تاریخ کاشت و اثر متقابل سال و تاریخ کاشت بر این صفت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۸). حداکثر عملکرد به تاریخ کاشت ۳۰ شهریور مربوط بود. افزایش عملکرد این تاریخ کاشت در مقایسه با تاریخ کاشت ۱٥ شهریور معنی‌دار نبود اما از نظر این صفت تاریخ کاشت مزبور بر دو تاریخ کاشت ١٤ و ۲۹ مهرماه برتری معنی‌داری داشت (جدول ۹). در سال اول آزمایش حداکثر عملکرد به تاریخ کاشت ۱٥ شهریور مربوط بود و عملکرد این تاریخ کاشت بر سایر تاریخ کاشت‌های مورد مطالعه به‌استثنای ۳۰ شهریور برتری معنی‌داری داشت. در سال دوم آزمایش تاریخ کاشت ۳۰ شهریور بیش‌ترین عملکرد را به خود اختصاص داد. کاهش عملکرد تاریخ کاشت ١٤ مهرماه نسبت به تاریخ کاشت مزبور معنی‌دار نبود اما افزایش عملکرد تاریخ کاشت ۳۰ شهریور نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر (۱٥ شهریور و ۲۹ مهرماه) معنی‌دار بود (جدول ۸). مقایسه عملکرد تیمارهای آزمایشی در دو سال آزمایش مشخص نمود در سال دوم عملکرد سه تاریخ کاشت ۳۰ شهریور، ١٤ و ۲۹ مهرماه در مقایسه با سال اول افزایش یافته است، در حالی‌که عملکرد تاریخ کاشت ۱٥ شهریور به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. علت افزایش عملکرد تاریخ کاشت ۳۰ شهریور نسبت به ۱٥ شهریور در سال دوم را می‌توان به چند عامل نسبت داد. یکی از این عوامل شیوع بیماری سفیدک دروغی به‌علت ۵۳/۷ بارندگی در اواسط اردیبهشت‌ماه در سال دوم آزمایش و حساس‌تر بودن گیاهان در تاریخ کاشت ۱٥ شهریورماه نسبت به این بیماری به‌دلیل پیر بودن آن‌ها بود (۱۸). عامل دیگر، افزایش عملکرد تاریخ کاشت ۳۰ شهریور را می‌توان به کاهش معنی‌دار و قابل‌توجه بولتینگ در سال دوم آزمایش (٤۷ درصد) در مقایسه با سال اول نسبت داد. دلیل این موضوع را می‌توان چنین توجیه نمود که در صورت تشکیل گل‌آذین به‌دلیل رقابت شدید بین سوخ و گل‌آذین برای جذب مواد غذایی سوخ‌ها نمی‌توانند به حداکثر وزن و اندازه خود برسند به همین دلیل بولتینگ اثر منفی بر عملکرد سوخ دارد (۷). وجود رابطه منفی بین عملکرد و درصد بولتینگ نیز گزارش شده است (۳۲). در هر دو سال آزمایش کم‌ترین عملکرد به تاریخ کاشت ۲۹ مهرماه مربوط بود. علت این موضوع را می‌توان به کوتاه‌تر بودن مرحله تشکیل و نمو سوخ در این تاریخ کاشت نسبت به سایر تاریخ کاشت‌های مورد بررسی و مواجه شدن گیاهان به‌مدت بیش‌تری با دمای نامساعد (بیش‌تر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد) در اواخر مرحله نمو سوخ نسبت داد (۱۸). این نتایج با گزارشی مبنی بر اینکه در دماهای نزدیک به ۳۰ درجه سانتی‌گراد عملکرد پیاز کاهش خواهد یافت، منطبق بود (۳٥).

جدول ۸- تجزیه واریانس مرکب عملکرد، درصد بولتینگ، کارایی مصرف حرارت و کارایی مصرف واحد هلیو ترمال.

Table 8. Combined variance analysis of yield, bolting percentage, heat use efficiency and helio thermal unit use efficiency.

منابع تغییرات S. O. V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS			
		عملکرد Yield	درصد بولتینگ Bolting percentage	کارایی مصرف حرارت Heat use efficiency	کارایی مصرف واحد هلیو ترمال Helio thermal unit use efficiency
سال Year (Y)	1	169.602^{ns}	10.986^{ns}	14.783^{ns}	0.052^{ns}
تکرار در سال (خطا) Rep × Y (Error)	6	42.354	0.125	2.715	0.084
تاریخ کاشت Planting date (P)	3	1380.970**	21.260**	60.748**	0.567**
سال × تاریخ کاشت Y × P	3	472.721**	1.061**	43.937**	0.840**
خطا Error	18	63.458	0.106	4.632	0.051

^{ns} و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

^{ns} and ** Not significant and significant at 1% probability level respectively.

جدول ۹- مقایسه میانگین‌های عملکرد، کارایی مصرف حرارت و کارایی مصرف واحد هلیو ترمال.

Table 9. Means comparison of yield heat use efficiency and helio thermal unit use efficiency in studied planting dates.

تاریخ کاشت Planting date	عملکرد Yield (t ha^{-1})	کارایی مصرف حرارت Helio thermal unit use efficiency (kg ha^{-1} °C day hr^{-1})	کارایی مصرف واحد هلیوترمال Heat useefficiency (kg ha^{-1} °C day^{-1})
۱۵ شهریور 6 Sep.	64.64^{a}	16.02^{ab}	1.99^{a}
۳۰ شهریور 21 Sep.	69.22^{a}	17.96^{a}	2.04^{a}
۱٤ مهر 6 Oct.	54.92^{b}	14.63^{b}	1.73^{b}
۲۹ مهر 20 Oct.	39.51c	11.42^{b}	1.46^{c}

میانگین‌های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

کارایی مصرف حرارت و واحد هلیوترمال: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال بر کارایی مصرف حرارت و کارایی مصرف واحد هلیوترمال معنی‌دار نبود اما اثر تاریخ کاشت و اثر متقابل سال و رقم بر این دو شاخص در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۸). بیش‌ترین کارایی مصرف حرارت و واحد هلیو ترمال به‌دلیل تولید حداکثر عملکرد به تاریخ کاشت ۳۰ شهریور مربوط بود. کاهش کارایی مصرف حرارت و کارایی مصرف واحد هلیوترمال در تاریخ کاشت ۱۵ شهریور با تاریخ کاشت مزبور معنی‌دار نبود (جدول ۹).

مقایسه میانگین‌ها در اثر متقابل سال و تاریخ کاشت نشان داد که بیش‌ترین کارایی مصرف حرارت و واحد هلیوترمال در سال اول آزمایش به‌دلیل تولید بیش‌ترین محصول به تاریخ کاشت ۱۵ شهریور اختصاص یافت (جدول ۱۰). در این سال کاهش کارایی مصرف حرارت در تاریخ کاشت ۳۰ شهریور در مقایسه با این تاریخ کاشت معنی‌دار نبود. اما کاهش مصرف واحد هلیوترمال در همه تاریخ کاشت‌های مورد مطالعه در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۵ شهریور معنی‌دار بود (جدول ۱۰).

در سال دوم آزمایش عملکرد تاریخ کاشت ۳۰ شهریور در مقایسه با تاریخ کاشت‌های ۱۵ شهریور، ۱٤ و ۲۹ مهرماه به‌ترتیب ۳٤/۷٦، ۱۸/٦۹ و ۷٤/۰۷ درصد افزایش نشان داد به‌همین دلیل حداکثر دو شاخص مزبور به این تاریخ کاشت اختصاص یافت. در این سال کاهش کارایی مصرف حرارت و واحد هلیوترمال در تاریخ کاشت ۱٤ مهر نسبت به تاریخ کاشت مزبور معنی‌دار نبود (جدول ۱۰). علی‌رغم این‌که عملکرد سیب‌زمینی در منطقه به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای از پیاز کم‌تر است اما گزارش شده که کارایی مصرف حرارت در کشت پاییزه سیب‌زمینی بسته به رقم بین ۱۹/۳۹ تا ۲۳/۳ کیلوگرم در هکتار در درجه روز رشد بود که نسبت به شاخص مزبور در همه تیمارهای آزمایشی به‌استثنای تاریخ کاشت ۳۰ شهریور در سال دوم آزمایش بیش‌تر می‌باشد (۱۵). علت این موضوع را می‌توان به طولانی بودن فصل رشد پیاز در منطقه و در نتیجه دریافت حرارت بیش‌تر در مقایسه با سیب‌زمینی نسبت داد.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین‌های عملکرد، درصد بولتینگ، کارایی مصرف حرارت و کارایی مصرف واحد هلیو ترمال در اثر متقابل سال و تاریخ کاشت.

Table10. Means comparison of yield, bolting percentage, heat use efficiency and Helio thermal unit use efficiency in studied planting dates in interaction effect of year and planting date.

سال Year	تاریخ کاشت Planting date	عملکرد Yield ($t\ ha^{-1}$)	درصد بولتینگ Bolting percentage	کارایی مصرف حرارت Heat use efficiency ($kg\ ha^{-1}\ °C\ day^{-1}$)	کارایی مصرف واحد هلیوترمال Helio thermal unit use efficiency ($kg\ ha^{-1}\ °C\ day\ hr^{-1}$)
اول First	۱۵ شهریور 6 Sep.	73.50^{a}	5.11^{a}	18.70^{a}	2.52^{a}
	۳۰ شهریور 21 Sep.	63.25^{ab}	3.72^{b}	16.26^{ab}	1.99^{b}
	۱٤ مهر 6 Oct.	46.50^{cd}	2.59^{c}	11.95^{c}	1.56^{cd}
	۲۹ مهر 21 Oct.	35.83^{d}	0.93^{d}	10.39^{c}	1.31^{d}
دوم Second	۱۵ شهریور 6 Sep.	55.79^{bc}	4.11^{b}	13.33^{bc}	1.46^{de}
	۳۰ شهریور 21 Sep.	75.18^{a}	1.96^{c}	19.66^{a}	2.09^{b}
	۱٤ مهر 6 Oct.	63.34^{ab}	0.88^{d}	17.30^{a}	1.89^{bc}
	۲۹ مهر 21 Oct.	43.19^{d}	0.71^{d}	12.45^{c}	1.62^{cd}

میانگین‌های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 1% probablity level using Duncan,s Multiple Range Test.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش مشخص نمود اگر چه عملکرد تاریخ کاشت ۱۵ شهریور در سال اول آزمایش در مقایسه با تاریخ کاشت ۳۰ شهریور بیش‌تر بود اما با توجه به معنی‌دار نبودن این اختلاف، افزایش معنی‌دار عملکرد تاریخ کاشت ۳۰ شهریور نسبت به تاریخ کاشت ۱۵ شهریور در سال دوم آزمایش، کوتاه‌تر بودن دوره رشد و نمو گیاه در تاریخ کاشت مزبور که سبب صرفه‌جویی در مصرف آب و کاهش هزینه‌های تولید خواهد شد و هم‌چنین کاهش معنی‌دار بولتینگ در تاریخ کاشت ۳۰ شهریور در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۵ شهریور که سبب افزایش عملکرد قابل‌فروش خواهد شد، بهترین تاریخ کاشت برای پیاز اصلاح شده بهبهان ۳۰ شهریورماه می‌باشد و با تاخیر افتادن تاریخ کاشت عملکرد کاهش خواهد یافت.

منابع

1. Abu-rayyan, A., Gianquinto, G. and Askan, A.W. 2012. Onion Seed Germination as affected by temperature and light. Int. J. Veg. Sci. 8: 1. 49-63.
2. Amrawat, T., Solanki, N.S., Sharma, S.K., Jajoria, D.K. and Dotaniya, M.L. 2013. Phenology growth and yield of wheat relation to agro-meteorological indices under different sowing date. African J. Agric. Res. 8: 49. 6366-6374.
3. Ansari, N.A. 2007. Effect of density, cultivars and sowing date on onion sets production. Asian J. Plant Sci. 6: 1147-1150.
4. Anonymus. 2017. Agricultural statistics, first volume-field crop, 2015-16. Ministry of Jihad-e- Agriculture, Programing and Economic Deputy, Statistics and Information Technology Office. 117p. (In Persian)
5. Bierhuizen, J.F. and Wagenvoort, W.A. 1974. Some aspects of seed germination in vegetables. I. The determination and application of heat sums and minimum temperature for germination. Sci. Hort. 2: 213-219.
6. Brewster, J.L. 1990. Physiology of crop growth and bulbing. P 53-58. In: Brewster, J.L. and H.D. Rabinowitch (eds), Onions and Allid Crops. Volume 1. CRC Press. Boca Raton. Florida.
7. Brewster, J.L. 2008. Onions and Other Vegetable Alliums. 2nd edition. CABI International, UK. 432p.
8. Bosekeng, G. 2012. Response of onion (*Allium cepa* L.) to sowing date and plant population. Submitted in the fulfillment of the requirements for the degree of Magister Scientiae Agriculture (Horticulture). Department of soil, crop and climate science. University of the free state of Bloemfontein, South Africa. 42p.
9. Bosekeng, G. and Coetzer, G.M. 2015. Response of onion (*Allium cepa* L.) to sowing date and plant population in the Central Free State, South Africa. Afr. J. Agric. Res. 10: 4. 179-187.
10. Bosch-Serra, A.D. and Currah, L. 2002. Agronomy of onions. P 187-223. In: Rabinowitch, H.D. and L. Currah, (eds), Allium Crop Science: Recent Advances. CAB International Wallingford, UK.
11. Bybordi, A. and Malakoti, M.J. 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, Iran. 16p. (In Persian)
12. Comrie, A.G. 1997. Climatic and soil requirements for onions. Onions B.1, Agricultural Research Council, Vegetable and Ornamental Plant Institute, Pertoria, South Africa.
13. Darabi, A. 2009. Study of bulbing physiology in important local populations of Iranian onion in Behbahan and Karaj province. Ph.D. Thesis, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. 162p. (In Persian)
14. Darabi, A. 2016. Physiology and Production of Onion. Publications of Agricultural Education, Karaj, Iran. 276p. (In Persian)

15. Darabi, A. 2017. Study on the agro-metrological indices at different phonological stages and growth analysis of new potato cultivars. Iran. J. Hort. Sci. Technol. 18: 3. 271-268.
16. Darabi, A., Kash, A., Babalar, M. and Khdadadi, M. 2010. Determination the threshold of photoperiodism and cumulative thermal time related to bulbing and growth analysis of onion cultivars. Iran. Hort. Sci. (Iran. J. Agric. Sci.) 40: 4. 23-33. (In Persian)
17. Edalat, E. and Naderi, R. 2016. Evaluation of sowing date and phonology of corn hybrids using thermal indices. J. Crop Prod. Proc. 61: 9. 46-67. (In Persian)
18. Eatebarian, H.R. 2002. Vegetable Diseases and Their Control. Tehran Unversity Press, Tehran, Iran. 600p. (In Persian)
19. Grijesh, G.K., Kumara Swamy, A.S., Sridhara, S., Dinish Kumar, M., Vageesh, T.S. and Nataraju, S.P. 2011. Heat use efficiency and helio thermal units of maize genotypes as influenced by date of sowing under Southern transitional zone of Karanatak state. Int. J. Sci. Nat. 2: 3. 529-533. 12.
20. He, Y., Jin, H., Gong, W., Zhang, C. and Zhou, A. 2014. Effect of onion flavonoids on colorectal cancer with hyperlipidemia: an in vivo study. OncoTar. Thera. 7: 101-110.
21. Jones, J.W., Hogenboom, G., Porter, C.H., Bootee, K.J., Batchlore, W.D., Haunt, L.A., Wilkens, P.W., Singh, U., Gijman, A. and Ritchie, J.T. 2003. The DSSAT Cropping System Model. Eur. J. Agron. 18: 235-265.
22. Kalbarczyk, R. and Kalbarczyk, E. 2015. The adverse effect of the long-term trend of the airt emperature in Poland on the yield of onion. J. Cen. Eur. Agric. 16: 1. 41-53.
23. Kamboj, N.K., Batra, V.K., Aniket Vilas, C.A. and Sharma, P.K. 2017. Effect of planting dates and paclobutrazol on yield and quality of onion (*Allium cepa* L.) seed. Int. J. Pure App. Biosci. 5: 1. 417-424.
24. Khokhar, K.M. 2017. Environmental and genotypic effects on bulb development in onion – a review. J. Hort. Sci. Biotechnol. 92: 5. 448-454.
25. Khokhar, K.M., Hussain, S.I., Mahmood, T., Hidayatullah, T. and Laghari, M.H. 2002. Bulb yield and quality as affected by set size in autumn season onion crop. Asian J. Plant Sci. 1: 657-658.
26. Lancaster, J.E., Trigs, C.M., De Ruiter, J.M. and Gander, P.W. 1996. Bulbing in onions: photoperiod and temperature requirements and prediction of bulb size and maturity. Ann. Bot. 78: 423-430.
27. Maji, S., Bhowmick, M., Chakraborty, P., Jena, S., Dutta, S.K., Nath, R., Bandyopahyay, P. and Chakraborty, P. K. 2014. Impact of Agro-meteorological on growth and productivity of potato (*Solanum tuberosum* L.) in Eastern India. J. Crop Weed. 10: 2. 193-189.
28. Mote, B.M., Kumar, M. and Ban, Y.C. 2015. Agro-meteorological indices of rice cultivars under different environmental at Navsari (Gujrat), India. Plant Arc. 15: 2. 913-917.
29. Parkash, D., Singh, B.N., and Upadhyay, G. 2007. Antioxidant and free scavenging activities of phenols from onion (*Allium cepa* L.). Food Chem. 102: 40. 1389-1393.
30. Perez, N.K., Market, N.K., Zekeli, S., and Zorb, C. 2018. Quality aspects in open- pollinated onion varieties from western Europe. J. Appl. Bot. Food Qual. 91: 69-78.
31. Rao, V.U.M., Singh, D. and Singh, R. 1999. Heat use efficiency of winter crop in Haryana. J. Agron, Met. 1: 2. 143-148.
32. Sahul, K., Sharma, P.K., Dixit, A. and Nair, S.K. 2018. Correlation and path coefficient analysis in kharif onion (*Aillum cepa* L.) genotypes for chhattisgarh plains. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci. 6: 256-263.
33. Shah Murad, S., Khalid Niaz, K., Ali, A. and Aslam, A. 2018. Ginger and onion: new and novel considerations. Pharm. Pharmacol. Int. J. 6: 1. 49-52.

34.Singh, M.P., Lallu, K.R. and Sign, N.B. 2014. Thermal requirement of Indian mustard (*Brassica juncea*) at different phenological stages under late sown condition. Ind. J. Plant Physiol. 19: 3. 238-243.
35.Steer, B.T. 1982. The effect of growth temperature on dry weight and carbohydrate content of onion (*Allium cepa* L.Cv. Creamgold) bulbs. Aust. J. Agric. Res. 33: 559-563.
36.Tei, F., Scaife, A. and Aikman, D.P. 1996. Growth of Lettuce, Onion and Red beet. 1-Growth analysis, light interception and radiation use efficiency. Ann. Bot. 78: 633-644.
37.Tesfay, S.Z., Bertling, I., Odindo, A.O., Greenfield, P.L. and Workneh, T.S. 2011. Growth responses of tropical onion cultivars to photoperiod and temperature based on growing degree days. Afr. J. of Biotechnol. 10: 71. 15875-15882.