نیوار، دوره ۴۴، شماره ۱۱۱-۱۱۰، پائیز و زمستان ۱۳۹۹ (دو فصلنامه) DOI: 10.30467/NIVAR.2020.224328.1155

تعیین تاریخ مراحل فنولوژیک و نیازهای‌حرارتی‌گیلاس (مطالعه موردی شهر برزک)

مرضیه مجد برزکی[1]، فاطمه بشیریان*[2]

۱ و ۲- دانشجوی دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه اصفهان

(تاریخ دریافت: ۹۹/۰۱/۰۴، تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۴/۱۷)

چکیده

فنولوژی، به مطالعه وقایع ادواری طبیعی در زندگی گیاهان و جانوران مربوط می‌باشد. تغییر در وقایع فنولوژی، یکی از واکنش‌های مهم موجودات زنده به تغییرات اقلیمی است. در این پژوهش مراحل فنولوژیکی درخت گیلاس رقم سیاه مشهد و نیازهای حرارتی آن، در منطقه‌ی برزک کاشان طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ که مطابق شاخص SPI دارای شرایط نرمال اقلیمی بود؛ بررسی شده است. بدین منظور سایت دیده‌بانی پارامترهای هواشناسی و مراحل فنولوژیک احداث گردید و دیدبانی‌های مراحل فنولوژیک همزمان با دیدبانی‌های هواشناسی مطابق با مقیاس BBCH انجام گرفت. نتایج نشان داد که در منطقه مورد مطالعه، درخت گیلاس در چرخه‌ی بیولوژیکی سالانه‌ی خود تا پایان دوره رسیدگی میوه به ۲۰۴۰ درجه روز برحسب دمای مؤثر و ۲۷۷۵ واحد حرارتی بر حسب دمای فعال نیاز دارد. بیشترین واحد حرارتی مورد نیاز گیلاس مربوط به مرحله نمو جوانه انتهایی است که به ترتیب برابر با ۶۵۸/۸ درجه روز مؤثر و ۸۴۵/۵ درجه روز فعال می‌باشد و کمترین واحد حرارتی با ۹۱ درجه روز مؤثر و ۱۲۷ درجه روز فعال مربوط به مرحله نمو برگ می‌باشد.

کلمات کلیدی: گیلاس، فنولوژی، مقیاس BBCH، درجه روز، شهر برزک.

مقدمه

گیلاس از مهم‌ترین میوه‌های مناطق معتدله در دنیا می‌باشد (مؤمنی و صابری زاده، ۱۳۹۵) که از نظر مناطق انتشار و مقاومت به گرما و سرما جزء دسته‌ی میوه‌های سردسیری هسته‌دار محسوب می‌شود(حاجی حسنی و همکاران، ۱۳۹۱). منشأ این درخت، غرب آسیا، شمال چین، افغانستان، ترکیه و ایران (اطراف دریای خزر) است و تولید تجاری گیلاس محدود به عرض جغرافیایی ۳۰-۴۵ درجه شمالی می‌شود. اهمیت درخت گیلاس نه تنها به عنوان اولین محصولات تولیدی در اواخر فصل بهار بلکه به دلیل ارزش غذایی بالای آن و منبع سرشار از عناصر معدنی مورد توجه بوده است. به طوری در ۱۰۰ گرم گوشت گیلاس ۲۰ میلی گرم فسفر وجود دارد و منبعی سرشار از پتاسیم می‌باشد. از خواص دارویی گیلاس می‌توان به اثر آن در بهبود درد مفاصل و تصلب شرائین، نرم کردن سینه، ضد عفونی کردن معده، از بین بردن تخمیر معده و یبوست اشاره نمود. برای مرض چاقی یک غذای ایده آل است و دم کرده دم میوه گیلاس شهرت جهانی دارد (گنجی مقدم و بوذری، ۱۳۸۹). بر اساس آمار خواربار و کشاورزی[1] (۲۰۱۰) ترکیه، آمریکا، و ایران سه کشور بزرگ تولید کننده گیلاس در جهان هستند. کشور ترکیه با تولید ۳۹۰ هزارتن گیلاس در رتبه اول تولید جهان بوده است. در این میان کشور آمریکا با ۲۷۰ هزار تن و ایران با ۲۳۰ هزار تن در رده‌های دوم و سوم قرار دارند. متأسفانه کشور ایران علیرغم داشتن این جایگاه مهم، به دلیل عدم برنامه ریزی مناسب، سهم ناچیزی از صادرات این محصول را دارا است. همچنین کیفیت محصول گیلاس ایران در مقایسه با سایر کشورهای تولید کننده آن، به‌دلیل شرایط اقلیمی مناسب بسیار مرغوب می‌باشد. در پژوهشی که برای تعیین مزیت نسبی هشت محصول باغی با استفاده از شاخص هزینه منابع داخلی و ماتریس تحلیل سیاستی در استان کردستان انجام شد؛ گیلاس از میان این محصولات جزء سومین محصولی بود که بیشترین مزیت نسبی را در این استان داشته است (صفوی و احمدی، ۱۳۸۴).

در پژوهش‌های مختلف اهمیت بسیار زیاد دما در میزان کنترل فرآیندهای فیزیولوژی، رشد و توسعه گیاهان ثابت شده است (هافرکمپ[2]، ۱۹۸۸) در مورد گیلاس نیز تاکنون تحقیقات متنوعی در زمینه نیازهای حرارتی و فنولوژی آن انجام شده که می‌توان به این موارد اشاره کرد: آانو و کازوی[3] (۲۰۰۸) به جمع‌آوری مجموعه‌ای از دیتاهای فنولوژی گل درخت

1. Food and Agriculture Organization (FAO)

2. Haferkamp

* نگارنده رابط: shakoor73tafi@yahoo.com

گیلاس در کیوتو ژاپن پرداختند و از آن‌ها برای بازسازی دماهای فصل بهار از قرن نهم به بعد استفاده کردند. گنجی مقدم و همکاران (۲۰۰۹) میزان باروری و فنولوژی گلدهی ۲۵ رقم تجاری گیلاس را در ایران مطالعه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که در تمامی ارقام مرحله جوانه زنی از اواخر مارس آغاز می‌شود و همچنین پایان گلدهی تا سقوط گل پنج روز طول می‌کشد. توکه و باتی[1] (۲۰۱۰) و پالتینیو و چیتو[2] (۲۰۲۰) نشان دادند که نوسانات فصلی و تغییرات آب‌وهوایی نقش مهمی بر مراحل فنولوژی گل گیلاس دارد. لی[3] و همکاران(۲۰۱۰) تفاوت جوانه گل و ویژگی‌های رشد درخت گیلاس در شرایط آب‌وهوایی مختلف چین را مطالعه کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که در اقلیم موسمی جنب حاره مراحل فنولوژی درختان گیلاس نسبت به آب‌وهوای معتدله زودتر آغاز می‌شود و طول دوره گلدهی طولانی‌تر است. لودلینگ[4] و همکاران (۲۰۱۳) با رویکردی آماری نیازهای سرمایی و گرمایی درختان گیلاس در آلمان را شناسایی کردند. بر این اساس رقم اشنیدرس گیلاس در شهر بن ۱۷۸± ۱۳۷۵ ساعت سرما و ۲۳۶± ۳۴۷۳ ساعت گرما نیاز دارد. گنجی مقدم و هوشیار (۱۳۹۳) به مطالعه برخی از خصوصیات فنولوژی گیلاس رقم استلا در مشهد پرداختند. بر اساس نتایج بدست آمده گلدهی از یازدهم فروردین آغاز و در ۱۵ فروردین ماه به پایان می رسد و دوره رسیدن میوه ۶۷ روز است. فادن[5] و همکاران (۲۰۱۵) مراحل فنولوژی دو نوع گیلاس شیرین را در ساراگوسای[6] اسپانیا بر اساس مقیاس BBCH[7] مشخص کردند. سنستبی و هید[8] (۲۰۱۹) نقش دما را بر مراحل رشد گیلاس در جنوب شرقی نروژ بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد کاهش قابل توجه دما در تمامی مراحل، باعث توقف فوری رشد می‌شود.

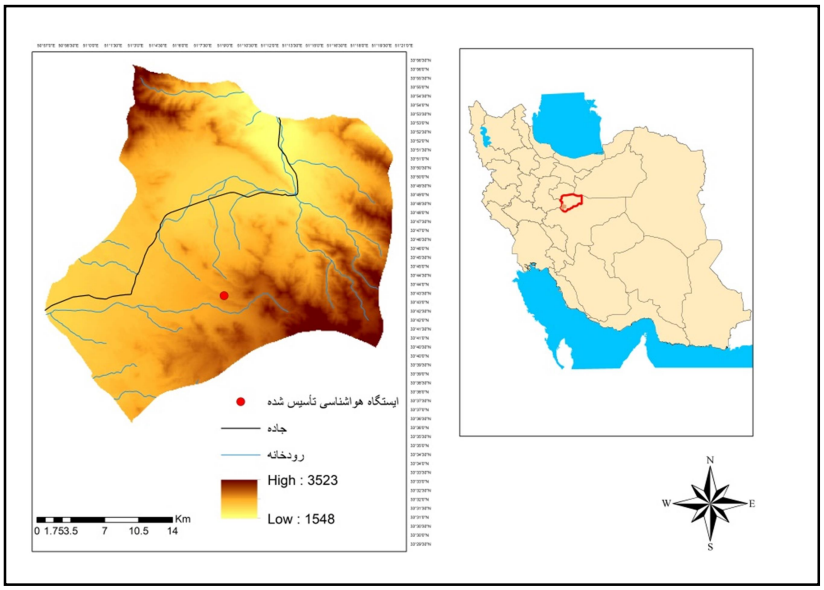
با استناد به نتایج بدست آمده از مرور پیشینه پژوهشی، بمنظور توسعه بیشتر سطح زیر کشت درخت گیلاس آگاهی از نیازهای حرارتی و تاریخ فنولوژیک آن در مناطق مختلف ایران ضروری به نظر می‌رسد. شهر کوهستانی برزک از جمله مناطقی است که هر ساله گیلاس مرغوبی در آن تولید می‌شود اما وسعت کم این باغات موجب عدم توجه به توانایی این شهر در تولید این محصول شده است. در حال حاضر در میان ارقام داخلی، رقم سیاه مشهد از جمله ارقام مطلوب و غالب کشور است که جزء دیررس‌ترین ارقام و دارای بهترین کیفیت و عملکرد می‌باشد (مناف دل ستان و همکاران، ۱۳۹۴). با بهره‌گیری از یکسری مطالعات علمی بر روی خصوصیات فنولوژی این گیاه و تعیین نیازهای دمایی آن در این منطقه، می‌توان برنامه‌ریزی‌های دقیقی برای بهره‌برداری بهینه از آن داشت و در ادامه با جذب سرمایه‌گذاری سطح زیر کشت را افزایش و این شهر را به یکی از قطب‌های تولید گیلاس تبدیل کرد. بر این اساس در این پژوهش مراحل فنولوژی درخت گیلاس رقم سیاه مشهد در شهر سردسیر برزک مورد بررسی قرار خواهد گرفت و نیازهای حرارتی آن برحسب درجه روزفعال و مؤثر محاسبه می‌شود تا پایه‌ای برای تعیین تقویم کشت و مدیریت سایر عملیات زراعی آن باشد و در نهایت بتوان به تولید محصول با کیفیت دست یافت.

منطقه مورد مطالعه

برزک از بخش‌های تابع شهرستان کاشان در شمال استان اصفهان است. دارای طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و جمعیتی بالغ بر ۱۰۲۴۷ نفر می‌باشد(مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). منطقه برزک یک ناحیه کوهستانی است که ارتفاع بلندترین و پست‌ترین نقاط آن حدوداً ۱۵۰۰ تا ۳۵۵۰ متر از سطح دریا است. این شهر در دره‌ای واقع شده که باریک بوده و جهت آن از شمال به جنوب قرار دارد. بررسی آب‌وهوای منطقه بر اساس آمار با سابقه‌ترین ایستگاه مستقر در آن (ایستگاه تبخیر سنجی برزک وابسته به وزارت نیرو) نشان داد که میانگین دمای سالانه برزک ۱۲/۵درجه سلسیوس است. میانگین گرم‌ترین ماه سال

1. Tooke and Battey
2. Paltineanu and Chitu
3. Lil
4. Luedeling
5. Fadón
6. Zaragoza(spain)
7. Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical industry
8. Sønsteby and Heide

تیرماه با ۲۴/۹ (با میانگین حداکثر ۲۹/۷ و حداقل ۲۰/۱) درجه سلسیوس و میانگین سردترین ماه سال دی‌ماه برابر ۰/۱- درجه سلسیوس (با میانگین حداکثر ۳/۵ و میانگین حداقل ۳/۷- درجه سلسیوس) می‌باشد. میزان بارش سالانه برزک برابر ۲۱۳/۱۰ میلی‌متر بوده و پرباران‌ترین ماه آن فروردین برابر ۳۴/۴ و کم باران‌ترین ماه آن تیر ماه برابر ۷/۸ میلی‌متر بوده است. بررسی توزیع فصلی بارش نشان می‌دهد که حدود ۴۰٪ بارندگی، در فصل زمستان و ۳۴٪ در فصل بهار، ۲۰٪ در فصل پاییز و ۶٪ در فصل تابستان می‌بارد. همچنین با استفاده از روش‌های دمارتن، آمبرژه و کریمی (۱۳۶۴) طبقه‌بندی اقلیمی منطقه انجام گرفت. بر این اساس اقلیم منطقه بترتیب روش بعنوان نیمه خشک، خشک سرد و نیمه مرطوب معتدل با زمستان‌های سرد مشخص گردید. موقعیت جغرافیایی شهر برزک در کشور و استان اصفهان در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهر برزک و ایستگاه هواشناسی تأسیس شده

مواد و روش‌ها

جهت بررسی شرایط آب و هوایی و فنولوژیک گیلاس رقم سیاه مشهد، به کمک کارشناس هواشناسی در باغی منتخب در شهر برزک، یک سایت هواشناسی ویژه در ارتفاع ۲۲۲۶ متری از سطح دریا، طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۴ دقیقه شرقی و عرض ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی احداث گردید. در این سایت، دیدبانی بیشینه و کمینه دمای روزانه، همه روزه به ترتیب در ساعات ۶/۵ و ۱۸/۵ وقت محلی از تاریخ ۱۳۹۴/۱۱/۱۵ آغاز شد و در تاریخ ۱۳۹۵/۴/۱۰ به پایان رسید. همزمان با انجام دیدبانی‌ها، برداشت‌های فنولوژیک برای آستانه‌های مراحل مختلف رشد براساس مقیاس BBCH در کارت‌های مشاهداتی نیز ثبت گردید. در پایان از روی داده‌های هواشناسی و به کمک فرمول درجه روز رشد، میزان نیازهای گرمایی هر یک از مراحل محاسبه شد. بنابراین مراحل فنولوژیکی گیلاس براساس مقیاس BBCH از مرحله جوانه‌زنی تا رسیدگی میوه یاداشت برداری و در کارت‌های ویژه ثبت گردید. این مقیاس که یک سیستم کدبندی برای میوه‌های هسته دار می‌باشد دارای یک جدول ۱۰۰ قسمتی از ۰ تا ۹۹ است. برای فازهای مختلف گیاهان طراحی شده است و مراحل رشد در آن به دو دوره‌ی اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند. مراحل اصلی از صفر تا نه و هر یک از مراحل اصلی به مراحل ثانویه از ۰۱ تا ۹۹ ادامه می‌یابد. لازم به ذکر است که برخی گیاهان ممکن است فاقد یک یا چند مرحله اصلی و فرعی باشند(خوشحال و همکاران، ۱۳۹۲).

لازم به ذکر است که سال آبی مورد مطالعه، مطابق شاخص بارش استاندارد شده (SPI[1])، دارای شرایط نرمال اقلیمی بوده است.

تشریح مراحل رشد گیلاس

در این پژوهش، مراحل رشد گیلاس به مرحله توسعه جوانه‌زنی (۰)، مرحله نموبرگ(۱)، مرحله نموشاخه(۳)، مرحله ظهور گل آذین(۵)، گلدهی(۶)، مرحله نمو میوه(۷) و مرحله رسیدگی میوه(۸) تقسیم‌بندی شد.

نیازهای حرارتی مراحل اصلی رشد

از میان عوامل اقلیمی، رژیم حرارتی بیشترین تأثیر را روی مراحل مختلف نمو گیاهان دارد و طبق اصل ثبات حرارتی، هر گیاهی زمانی به مرحله خاصی از نمو خود می‌رسد که مقدار مشخصی حرارت از محیط دریافت نماید. بنابراین در هر مرحله متوالی نمو، مقدار معینی گرما لازم است که با توجه به متغیر بودن درجه حرارت، طول روز و عدم تخمین دقیق مراحل فنولوژی گیاه، استفاده از درجه روز رشد[2] (GDD) جهت تعیین دقیق مراحل مختلف فنولوژی گیاه امری ضروریست (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۳). درجه روزهای رشد (GDD) واحدهای مورد استفاده در اندازه‌گیری تجمع حرارت درطول زمان هستند که اگر برای گیاهی در یک نقطه روی کره زمین محاسبه گردد قابل تعمیم برای سایر نقاط نیز خواهد بود (میرحاجی و همکاران، ۱۳۸۹). برای محاسبه حرارت مورد نیاز دوره‌های فنولوژیکی گیاه، از دو روش متداول درجه-روز مؤثر و فعال استفاده می‌شود. در سامانه درجه- روز مؤثر، از دمای پایه بیولوژیکی گیاه استفاده می‌شود و در سامانه درجه- روز فعال، بیشتر دمای صفر درجه به عنوان دمای پایه، مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعیین درجه روز مؤثر با استفاده از رابطه (۱) انجام می‌شود که در آن T_b دمای پایه و T_i میانگین دمای روز و n فاصله دو مرحله نمو بر حسب روز هستند (کیمبر و جرگور، ۱۹۹۵).

$$GDD = \sum_{i=1}^{n} \left(\overline{T_i} - T_b\right) \Rightarrow \text{if } \overline{T_i} \succ T_b \qquad (۱)$$

اندرسون و همکاران(۱۹۸۶) نیاز سرمایی را برای گیلاس شیرین ارزیابی کردند. در این محاسبات دمای پایه[3]، مطلوب[4] و دمای بحرانی[5] گیلاس به ترتیب ۴، ۲۵ و ۳۶ درجه سلسیوس در نظرگرفته شد. همچنین زاوالونی و همکاران[6](۲۰۰۶) برای محاسبه درجه روز رشد نوعی گیلاس در میشیگان، دمای پایه را ۴ درجه سلسیوس انتخاب کردند. بنابراین بر اساس تحقیقات مذکور، دمای پایه ۴ درجه در این پژوهش مد نظر قرار گرفت. برای محاسبه درجه روز رشد فعال از رابطه (۲) استفاده می‌شود (کیمبر و جرگور، ۱۹۹۵).

$$Hu = \sum_{i=1}^{n} T_i \Rightarrow \text{if } T_i > 0 \qquad (۲)$$

چون در درجه حرارت فعال، دمای بالاتر از صفر در نظر گرفته می‌شود، در این رابطه T_b برابر صفر در نظر گرفته شده است.

یافته‌ها

طول دوره‌های اصلی مختلف رشد گیلاس، میانگین درجه حرارت روزانه، میانگین حداکثر و حداقل درجه حرارت هر مرحله در جدول (۱) درج شده است.

مشروح مراحل اصلی به همراه کدهای مربوطه به شرح ذیل می‌باشد:

مرحله نمو و توسعه جوانه[7] (۰): در این مرحله جوانه کاملاً بسته شده و با فلس‌های قهوه‌ای تیره پوشانده می‌شود و تا زمانی ادامه دارد که فلس‌های قهوه‌ای تیره می‌افتند و جوانه توسط فلس‌های سبز روشن احاطه می‌شود. در منطقه مورد مطالعه تورم جوانه درشش فروردین ماه آغاز گردید و در ۳۱ فروردین با ظهور برگ سبز در نوک جوانه به پایان رسید. این دوره ۲۶ روز بطول انجامید و در این دوره میانگین روزانه ۸/۴ درجه و حداقل و حداکثر دمای ثبت شده به ترتیب، ۳/۶، ۱۳/۶درجه سلسیوس بودند (شکل(۲) و (۳).

1. Standardized Precipitation Index
2. Growth degree days
3. Base temperature
4. Optimum temperature
5. Critical temperature
6. Zavalloni
7. Bud developmenet

- **مرحله خواب (۰۰):** جوانه کاملاً بسته است (خواب) و با فلس‌های قهوه‌ای تیره پوشانده شده‌است (قبل از ۶ فروردین).
- **مرحله تورم جوانه (۰۱):** در این مرحله فلس‌های قهوه‌ای روشن آشکار می‌شود. در ششم فروردین، زمانیکه متوسط درجه حرارت به ۱۰ درجه سلسیوس رسید؛ این مرحله آغاز گردید و در ۲۶ فروردین به پایان رسید. در این مرحله میانگین روزانه حداقل و حداکثر دما به ترتیب ۹ و ۱۴/۴درجه سلسیوس بوده است.
- **ظهور برگ سبز در نوک جوانه (۰۹):** زمانی است که فلس‌های قهوه‌ای می‌افتند و جوانه‌ها توسط فلس‌های سبز روشن احاطه می‌شوند. این مرحله در تاریخ ۳۱ فروردین ماه مشاهده گردید.

مرحله نموبرگ(۱):

این مرحله در تاریخ یکم اردیبهشت با ظاهر شدن اولین برگ آغاز و در نهم اردیبهشت زمانیکه اولین برگ کاملاً رشد یافت به پایان می‌رسد. طول دوره مورد نظر نه روز می‌باشد. در این دوره میانگین روزانه، حداقل و حداکثر دما به ترتیب ۱۴، ۲۶/۶و ۳/۵ درجه سلسیوس بوده است.

- **برگ پدیدار می‌شود (۱۰):** در این مرحله فلس‌های سبز به آهستگی باز می‌شوند و برگ ظاهر می‌شود. فاز مذکور در یکم اردیبهشت ماه در دیده‌بانی مشخص شد.
- **اولین برگ توسعه می‌یابد (۱۹):** اولین برگ کاملاً رشد می‌یابد. این مرحله در نهم اردیبهشت مشاهده گردید (شکل ۴).
- **مرحله توسعه شاخه (۳):** این مرحله در ۱۰ اردیبهشت با شروع رشد جوانه‌ها آغاز گردید و در تاریخ ۲۵ خرداد وقتی جوانه‌های انتهایی به ۹۰ درصد طول نهایی خود رسیدند به پایان رسید (شکل ۵). طول دوره مورد نظر ۴۷ روز به طول انجامید. در این دوره میانگین دمای روزانه برابر با ۱۸ و میانگین حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۸/۱ و ۲۷/۸ درجه سلسیوس بود.

جدول ۱- تاریخ آغاز و پایان هر یک از مراحل رشد گیلاس در منطقه برزک و میانگین دمای روزانه، حداقل، حداکثر هر دوره

مراحل رشد	تاریخ آغاز	تاریخ خاتمه	دوره رشد (روز)	میانگین دمای روزانه	میانگین دمای حداقل	میانگین دمای حداکثر
مرحله نمو و توسعه جوانه (۰)	۱۳۹۵/۱/۶	۱۳۹۵/۱/۳۱	۲۶	۸/۴	۳/۶	۱۳/۶
مرحله نمو برگ(۱)	۱۳۹۵/۲/۱	۱۳۹۵/۲/۹	۹	۱۴/۱	۳/۵	۲۴/۶
مرحله توسعه شاخه (۳)	۱۳۹۵/۲/۱۰	۱۳۹۵/۳/۲۵	۴۷	۱۸/۱	۸/۱	۲۷/۸
مرحله ظهور گل آذین(۵)	۹۴/۱۲/۲۸	۹۵/۱/۲۶	۲۸	۸/۶	۳/۲	۱۳/۵
مرحله گلدهی(۶)	۹۵/۱/۲۷	۹۵/۲/۱۳	۱۸	۱۲/۷	۴	۲۱/۴
مرحله نمو میوه(۷)	۹۵/۲/۱۴	۹۵/۳/۱۶	۳۴	۱۷/۵	۷/۷	۲۷/۵
مرحله رسیدگی میوه (بلوغ)(۸)	۹۵/۳/۱۷	۹۵/۴/۱۰	۲۵	۲۰/۷	۱۰/۲	۳۱/۲۴

شکل ۲- مرحله تورم جوانه

شکل ۳- ظهور برگ سبز در نوک جوانه

شکل ۴- توسعه اولین برگ

شکل ۵- توسعه شاخه

مرحله ظهور گل آذین (۵): آغاز ظهور گل آذین در تاریخ ۲۸ اسفندماه و پایان آن در ۲۶ فروردین ماه می‌باشد. دوره مذکور ۲۸ روز طول کشید. میانگین دمای روزانه برابر با ۸/۴ و میانگین حداقل و حداکثر آن به‌ترتیب ۳/۲ و ۱۳/۵ بوده است. مرحله گل آذین به مراحل فرعی زیر تقسیم می‌شود:

- **متورم شدن جوانه گل آذین (فلس‌های قهوه‌ای روشن ظاهر می‌شود(۵۱):** در این مرحله غنچه بسته است و فلس‌های قهوه‌ای روشن پدیدار می‌شود. آغاز این مرحله در تاریخ ۲۸ اسفند ماه و پایان این مرحله در ۱۶ فروردین مشاهده گردید. میانگین دمای روزانه در این دوره برابر با ۷/۵ و میانگین حداکثر و حداقل آن به ترتیب ۱۳/۷ و ۱/۷ درجه سلسیوس ثبت شد (شکل ۶).
- **شکفتن جوانه (۵۳):** در این مرحله فلس‌ها جدا می‌شوند و جوانه‌ی سبز روشن جدا شده، پدیدار می‌شود که آغاز آن در تاریخ ۱۷ فروردین و پایان آن در ۱۹ فروردین بود. میانگین دمای روزانه در این دوره برابر با ۹/۵ و میانگین حداکثر و حداقل آن به ترتیب ۱۵ و ۵/۹ درجه سلسیوس می‌باشد (شکل ۷).
- **مرحله پایانی ظهور گل آذین(۵۹):** زمانی است که بیشتر گلبرگ‌ها تشکیل یک گوی توخالی را می‌دهند. قبل از این مرحله سفیدی نوک گلبرگ ها پدیدار می‌شود. این مرحله در ۲۶ فروردین مشاهده شد (شکل ۸).

مرحله نمو میوه(۷)

- **مرحله نمو میوه از رشد تخمدان(۷۱):** مرحله نمو میوه از رشد تخمدان آغاز و در نهایت وقتی میوه به ۹۰ درصد سایز نهایی خود می‌رسد پایان می‌یابد. در منطقه مطالعاتی این مرحله حدوداً از ۱۴ اردیبهشت آغاز و در ۱۶ خرداد پایان یافت. طول دوره‌ی نمو میوه ۳۴ روز ثبت گردید. بنابراین می‌توان مرحله نمو میوه را در مقایسه با دیگر مراحل رشد، طولانی‌ترین دوره در نظر گرفت. نسبت به دوره گلدهی میانگین درجه حرارت هوا با ۵ درجه افزایش به ۱۷/۵ درجه سلسیوس رسید و میانگین حداکثر و حداقل آن به ترتیب ۲۷/۳ و ۷/۷ درجه سلسیوس ثبت گردید (شکل ۱۱).
- **اندازه نهایی میوه (۷۹):** در این مرحله که در مزرعه مطالعاتی در تاریخ ۱۶ خرداد ماه اتفاق افتاد؛ میوه گیلاس به ۹۰ درصد اندازه نهایی خود می‌رسد و بعد از این مرحله وارد مرحله رنگ انداختن می‌شود (شکل ۱۲).

مرحله رسیدگی میوه یا بلوغ(۸): این مرحله با رنگ انداختن گیلاس در تاریخ ۱۷ خرداد آغاز و با رسیدن میوه در تاریخ ۱۰ تیر به پایان رسید. این دوره ۲۵ روز بطول انجامید که در آن متوسط دما ۲۰/۷ درجه و حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۳۱/۲ و ۱۰/۲درجه سلسیوس بود. در این مدت متوسط درجه حرارت‌هوا به بیشترین مقدار خود(۲۰/۷ درجه سلسیوس) در مقایسه با مراحل رشد قبلی در طول دوره رشد رسید.

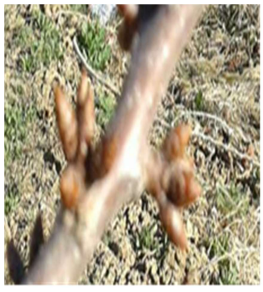
آغاز رنگ‌ریزی میوه(۸۱): این مرحله در تاریخ ۱۷ خرداد ماه آغاز شد و در تاریخ ۱ تیر به پایان رسید. طول دوره مورد نظر ۱۶ روز ثبت شد.

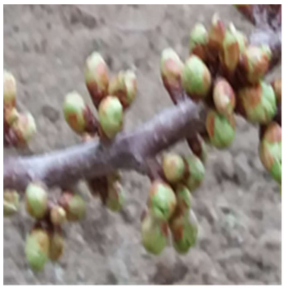
- در این مرحله متوسط دما ۲۰/۳ درجه و حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۳۰/۸ و۹/۷ درجه سلسیوس بود (شکل ۱۳).

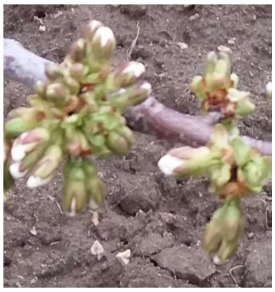
- **مرحله رسیدگی میوه(۸۹):** در مرحله رسیدگی، میوه گیلاس برای چیدن و مصرف مناسب می‌باشد. مرحله مذکور در تاریخ ۱۰ تیر مشاهده گردید (شکل ۱۴).

محاسبه نیازهای حرارتی مراحل اصلی رشد

برای محاسبه میزان واحد حرارتی مورد نیاز هر کدام از مراحل رشد گیلاس، از هر دو روش درجه حرارت مؤثر و فعال بهره گرفته شد. نتایج در جدول (۲) آورده شده است. بر این اساس درخت گیلاس، در مجموع برای تکمیل فعالیت بیولوژیکی خود تا پایان دوره رسیدگی میوه در منطقه مورد مطالعه به ۲۰۴۰ درجه روز برحسب دمای مؤثر و ۲۷۷۵واحد حرارتی بر حسب دمای فعال نیاز دارد که این دوره از ششم فروردین ماه تا دهم تیر سال ۱۳۹۵ در ۹۸ روز بطول انجامید. میزان مجموع درجه روزهای رشد محاسبه شده برای مرحله ظهور گل آذین تا شروع رنگ انداختن میوه (بلوغ) به ترتیب ۱۵۷۸/۵ و ۱۱۶۴/۵ درجه روز برحسب دمای فعال و دمای مؤثر می‌باشد. بیشترین واحد حرارتی مورد نیاز گیلاس تا پایان دوره، مربوط به فاز نمو شاخه است که به ترتیب برابر با ۶۵۸/۸ درجه روز مؤثر و۸۴۵/۵ درجه روز فعال می‌باشد و کمترین واحد حرارتی با ۹۱درجه روز مؤثر و ۱۲۷ درجه روز فعال مربوط به مرحله نموبرگ است.


شکل ۶- متورم شدن جوانه گل آذین

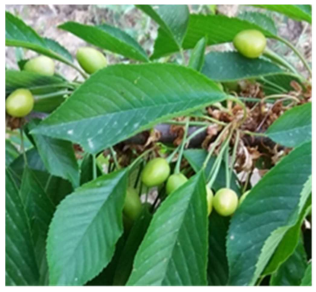

شکل ۷- شکفتن جوانه


شکل ۸- مرحله پایانی ظهور گل آذین

شکل ۹- اوج گلدهی

شکل ۱۰- پایان گلدهی

شکل ۱۱- مرحله نمو میوه


شکل ۱۲- سایز نهایی میوه

جدول ۲- درجه- روز مورد نیاز مراحل فنولوژیک(گیلاس) در منطقه برزک (۹۵-۱۳۹۴)

مراحل رشد گیلاس	میانگین دمای طول هر مرحله رشد	مجموع درجه روز مؤثر			میزان درجه روز فعال		
		مطلق	تجمعی تا شروع	تجمعی تا پایان	مطلق	تجمعی تا شروع	تجمعی تا پایان
مرحله نمو و توسعه جوانه (۰)	۸/۶	۱۲۶	-	۱۲۶	۲۲۴	-	۲۲۴
مرحله نمو برگ(۱)	۱۴/۱	۹۱	۱۲۶	۲۱۷	۱۲۷	۲۲۴	۳۵۱
مرحله توسعه شاخه (۳)	۱۸/۱	۶۵۸/۵	۲۱۷	۸۷۵/۵	۸۴۵/۵	۳۵۱	۱۱۹۶/۵
مرحله ظهور گل آذین(۵)	۸/۴	۱۲۷	۸۷۵/۵	۱۰۰۲/۵	۲۳۵/۵	۱۱۹۶/۵	۱۴۳۲
مرحله گلدهی(۶)	۱۲/۷	۱۵۹/۵	۱۰۰۲/۵	۱۱۶۲	۲۲۹	۱۴۳۲	۱۶۶۱
مرحله(۷) نمو میوه	۱۷/۵	۴۶۰	۱۱۶۲	۱۲۰۲۱۶۲۲	۵۹۶	۱۶۶۱	۲۲۵۷
مرحله ۸ رسیدگی میوه (بلوغ)	۲۰/۷	۴۱۸	۱۶۲۲	۲۰۴۰	۵۱۸	۲۲۵۷	۲۷۷۵
جمع کل	۱۰۰	۲۰۴۰			۲۷۷۵		

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، مراحل فنولوژی گیلاس براساس مقیاس BBCH برای میوه‌های هسته‌دار به مرحله نمو و توسعه جوانه (۰)، مرحله نمو برگ(۱)، مرحله توسعه شاخه (۳)، مرحله ظهور گل آذین(۵)، گلدهی(۶)، مرحله نمو میوه(۷) و مرحله رسیدگی میوه(۸) تقسیم بندی شد. نتایج پژوهش نشان داد که در سال آبی ۹۵-۱۳۹۴ که دارای شرایط نرمال اقلیمی بوده است؛ تورم جوانه در منطقه برزک از ششم فروردین ماه آغاز شد و در ۳۱ فروردین با ظهور برگ سبز در نوک جوانه به پایان رسید. در این دوره که ۲۶ روز بطول انجامید میانگین روزانه ۸/۶ درجه و حداقل و حداکثر دما به ترتیب ۳/۶ و ۱۳/۶درجه سلسیوس ثبت شد. در یکم اردیبهشت ماه با افزایش دما اولین برگ ظاهر و مرحله نمو برگ (۱) آغاز و در نهم اردیبهشت زمانیکه اولین برگ کاملاً رشد یافت به پایان رسید. طول دوره مورد نظر نه روز بود. در این دوره به ترتیب میانگین روزانه ،حداقل و حداکثر دما به ترتیب ۱۴، ۲۶/۶ و ۳/۵ درجه سلسیوس بود. کمترین و بیشترین دمای روزانه در طول دوره رشد گیلاس به ترتیب به مرحله جوانه زنی و رسیدگی میوه (بلوغ) تعلق گرفت. همچنین ازمیان مراحل فنولوژیک گیلاس طولانی‌ترین مرحله مربوط به نمو جوانه‌های جانبی (رشد شاخه از نظر طولی) است و کوتاه‌ترین آن مرحله نمو برگ است که به ترتیب ۴۷ و نه روز به طول انجامید. در مجموع گیلاس از زمان متورم شدن جوانه تا رسیدگی میوه (برداشت) به ۹۸ روز رشد نیاز دارد. به طور کلی شروع رشد این گیاه از اوایل فروردین ماه می‌باشد و در نیمه اول تیر برداشت میوه آغاز می‌گردد. درخت گیلاس در مجموع برای تکمیل فعالیت بیولوژیکی خود تا پایان دوره رسیدگی میوه به ۲۰۴۰ درجه روز برحسب دمای مؤثر و ۲۷۷۵ واحد حرارتی بر حسب دمای فعال در منطقه مورد مطالعه نیاز دارد. بیشترین واحد حرارتی مورد نیاز گیلاس تا پایان دوره، مربوط به مرحله نمو شاخه است که به ترتیب برابر با ۶۵۸/۸ درجه روز مؤثر و ۸۴۵/۵ درجه روز فعال می‌باشد و کمترین واحد حرارتی با ۹۱ درجه روز مؤثر و ۱۲۷ درجه روز فعال مربوط به مرحله نموبرگ است.

منابع

۱. حاجی‌حسنی، ع.، ع. ژندرزمی و م. فردوسی‌زاده، ۱۳۹۱، زراعت و باغبانی عمومی، شرکت چاپ ونشرکتاب‌های درسی ایران، ۱۲۸صفحه.

۲. خوشحال، ج.، د. رحیمی.، م. مجد برزکی، ۱۳۹۲، تعیین مراحل فنولوژی و محاسبه نیازهای حرارتی گل محمدی

منطقه برزک کاشان، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۴، صفحات: ۱۷۸ – ۱۶۹.

۳. صفوی، ب و ف. احمدی، ۱۳۸۴، ظرفیت‌سنجی توانمندی‌های تولیدی و صادراتی محصولات باغی استان کردستان، مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۵۲، صفحات: ۱۴۴-۱۳۳.

٤. عظیمی، م.، ص. زارع کیا.، م. بخشنده سواد رودباری و ت. میرحاجی، ۱۳۹۳، بررسی تأثیر درجه روز- رشد و رطوبت خاک بر فنولوژی گونه Salsola laricina (Pall) در مناطق خشک، نشریه مرتع داری، شماره ۱، صفحات: ۷۶-۶۳.

۵. گنجی مقدم، الف و ن. بوذری، ۱۳۸۹، راهنمای عملی و کاربردی گیلاس: کاشت، داشت و برداشت، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، ۳۴۴ صفحه.

٦. گنجی مقدم، الف و ز. هوشیار، ۱۳۹۳، معرفی برخی از خصوصیات فنولوژی، مورفولوژی و پومولوژیکی گیلاس رقم استلا در شرایط مشهد، نشریه یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی، شماره ۴، صفحات: ۲۶۵-۲۵۵.

۷. مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵، آمار و اطلاعات استان اصفهان، ttps://www.amar.org.ir/.

۸. مناف‌دلستان، ف.، م. اسمعیلی و م. تیموری بک، ۱۳۹۴، ارزیابی خواص بافتی و رنگ میوه گیلاس واریته سیاه مشهد در طی رسیدن، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، شماره ۳، صفحات: ۳۸۹-۳۷۹.

۹. مؤمنی، م و ن. صابری‌زاده، ۱۳۹۵، گرده افشانی در گیلاس، انتشارات چشم انداز قطب، ۱۰۰ صفحه.

۱۰. میرحاجی، ت.، ع. سندگل.، م. قاسمی و س. نوری، ۱۳۸۹، کاربرد درجه روز رشد(GDD) در تعیین مراحل فنولوژی چهارگونه از گندمیان در ایستگاه تحقیقات مراتع همند آبسرد، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، شماره ۳، صفحات: ۳۷۶-۳۶۲.

11. Anderson, j. L., E. A. Richardston and C. D. Kensner, 1986, validation of chill unit and flower bud phenology models for Montmorency sour cherry, Acta Horticulturae, PP: 71-78, DOI.10.17660/ActaHortic.1986.184.7.

12. Aono, Y and K. Kazui , 2008, Phenological data series of cherry tree flowering in Kyoto, Japan and its application to reconstruction of springtime temperatures since the 9th century, international journal of climatology, PP: 905–914, DOI. 10.1002/joc.1594.

13. Fadón, E., M. Herrero and J. Rodrigo ,2015, Flower development in sweet cherry framed in the BBCH scale, Scientia Horticulturae, PP: 141-147, DOI. //doi.org/10.1016/j.scienta.2015.05.027.

14. FAO, 2010, Statistics available at http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx.

15. Ganji Moghadam, E., P. Hosseini and A. Mokhtariana, 2009, Blooming phenology and self-incompatibility of some commercial cherry (Prunus avium L.) cultivars in Iran, Scientia Horticulturae, PP: 29-33, DOI. //doi.org/10.1016/j.scienta.2009.07.013.

16. Haferkamp, M. R, 1988, Environmental factors affecting plant productivity, fort Keogh research symposium, PP: 27-36.

17. Kimber, D. S and D. I. McGregor, 1995, Brassica Oilseed: Production and Utilization, CAB International.

18. Li. B., Z. Xie, A. Zhang, W. Xu, C. Zhang , Q. Liu, C. Liu and S. Wang, 2010, Tree growth characteristics and flower bud differentiation of sweet cherry (PrunusaviumL.) under different climate conditions in China, Horticultural Science, PP: 6–13, DOI. 10.17221/36/2009-HORTSCI.

19. Luedeling, E., A. Kunz, M and M. Blanke, 2013, Identification of chilling and heat requirements of cherry trees—a statistical approach, International

Journal of Biometeorology, PP: 679–689, DOI. //doi.org/10.1007/s00484-012-0594-y.

20. Paltineanu, C and E. Chitu, 2020, Climate change impact on phenological stages of sweet and sour cherry trees in a continental climate environment, Scientia Horticulturae, DOI. //doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109011.
21. Sønstebya, A and O. M. Heideb, 2019, Temperature effects on growth and floral initiation in sweet cherry (Prunus avium L.), Scientia Horticulturae, DOI. 10.1016/j.scienta.2019.108762.
22. Tooke, F and N. H. Battey, 2010, Temperate flowering phenology, Journal of Experimental Botany, PP: 2853–2862, DOI. 10.1093/jxb/erq165.
23. Zavalloni, C., J. A. Andresen and J. A. Flore, 2006, Phenolological models of flower bud stages and fruit growth of Montmorency sour cherry based on growing degree-day Accumulation, Journal of the American Society for Horticultural Science, PP:601-607, DOI. 10.21273/JASHS.131.5.601.