

تعیین تاریخ مراحل فنولوژیک و نیازهای حرارتی گیلاس (مطالعه موردی شهر بزرک)

مرضیه مجد برزکی^۱، فاطمه بشیریان^{۲*}

۱ و ۲- دانشجوی دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه اصفهان

(دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۰۴، بازنگری: ۱۳۹۹/۰۳/۲۰، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۱۷، انتشار آنلاین: ۱۳۹۷/۰۷/۰۱)

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 بزرک 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 بزرک.

مقدمه

تولید کننده گیلاس در جهان هستند. کشور ترکیه با تولید ۳۹۰ هزار تن 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، به دلیل 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^۱، 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^۲ (۲۰۰۸) به جمع‌آوری مجموعه‌ای از دیتاهای فنولوژی گل درخت

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^۱ (۲۰۱۰) ترکیه، آمریکا، و ایران سه کشور بزرگ

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 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 ۱۲/۵ درجه سلسیوس است. میانگین گرم‌ترین ماه سال

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^۱ (۲۰۱۰) و پالتینیو و چیتو^۲ (۲۰۲۰) نشان دادند که نوسانات فصلی و تغییرات آب‌وهوایی نقش مهمی بر مراحل فنولوژی گل گیلاس دارد. لی^۳ 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^۴ و همکاران (۲۰۱۳) با رویکردی آماری نیازهای سرمای و گرمایی درختان گیلاس در آلمان را شناسایی کردند. بر این اساس رقم اشیدرس گیلاس در شهر بن 1375 ± 178 ساعت سرما و 3473 ± 236 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 می‌رسد و دوره رسیدن میوه ۶۷ روز است. فادن^۵ و همکاران (۲۰۱۵) مراحل فنولوژی دو نوع گیلاس شیرین را در ساراگوسای^۶ اسپانیا بر اساس مقیاس BBCH^۷ مشخص کردند. سنستی و هید^۸ (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

1. Tooke and Battey

3. Lil

5. Fadón

8. Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical industry

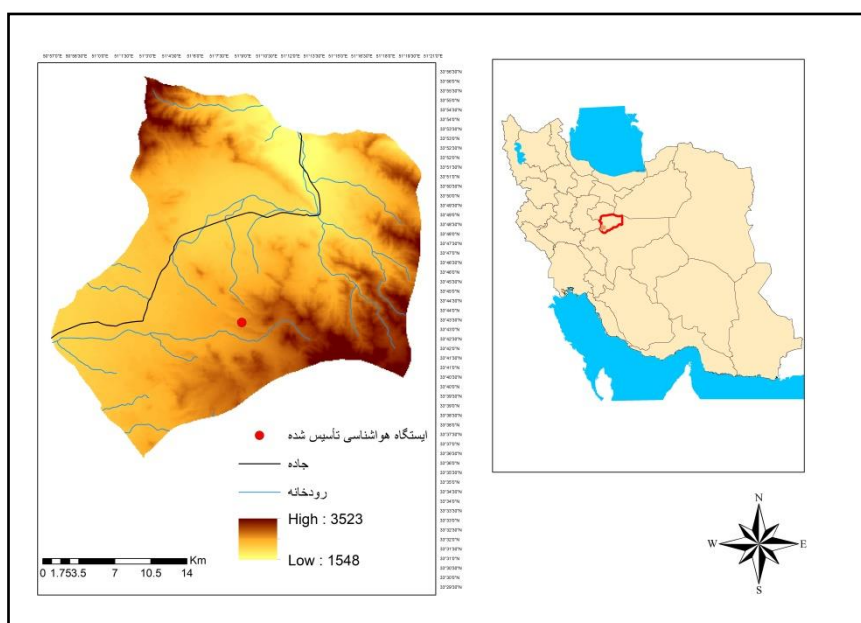
2. Paltineanu and Chitu

4. Luedeling

6. Zaragoza(spain)

8. Sønsteby and Heide

تیرماه با ۲۴/۹ (با میانگین حداکثر ۲۹/۷ و حداقل ۲۰/۱) درجه سلسیوس و میانگین سردترین ماه سال دی ماه برابر ۰/۱- درجه سلسیوس (با میانگین حداکثر ۳/۵ و میانگین حداقل ۳/۷- درجه سلسیوس) می باشد. میزان بارش سالانه برزک برابر ۲۱۳/۱۰ میلی متر بوده و پرباران ترین ماه آن فروردین برابر ۳۴/۴ و کم باران ترین ماه آن تیر ماه برابر ۷/۸ میلی متر بوده است. بررسی توزیع فصلی بارش نشان می دهد که حدود ۴۰٪ بارندگی، در فصل زمستان و ۳۴٪ در فصل بهار، ۲۰٪ در فصل



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

مواد و روش‌ها

نیازهای گرمایی هر یک از مراحل محاسبه شد. بنابراین مراحل فنولوژیکی گیلاس براساس مقیاس BBCH از مرحله جوانه زنی تا رسیدگی میوه یادداشت برداری و در کارت‌های ویژه ثبت گردید. این مقیاس که یک سیستم کدبندی برای میوه‌های هسته دار می باشد دارای یک جدول ۱۰۰ قسمتی از ۰ تا ۹۹ است. برای فازهای مختلف گیاهان طراحی شده است و مراحل رشد در آن به دو دوره اصلی و فرعی تقسیم می شوند. مراحل اصلی از صفر تا نه و هر یک از مراحل اصلی به مراحل ثانویه از ۰۱ تا ۹۹ ادامه می یابد. لازم به ذکر است که برخی گیاهان ممکن است فاقد یک یا چند مرحله اصلی و فرعی باشند (خوشحال و همکاران، ۱۳۹۲).

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

لازم به ذکر است که سال آبی مورد مطالعه، مطابق شاخص بارش استاندارد شده (SPI¹)، دارای شرایط نرمال اقلیمی بوده است.

$$GDD = \sum_{i=1}^n (\bar{T}_i - T_b) \Rightarrow \text{if } \bar{T}_i > T_b \quad (1)$$

اندرسون و همکاران (۱۹۸۶) نیاز سرمایی را برای گیلاس شیرین ارزیابی کردند. در این محاسبات دمای پایه^۳، مطلوب^۴ و دمای بحرانی^۵ گیلاس به ترتیب ۴، ۲۵ و ۳۶ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد. همچنین زاوالونی و همکاران^۶ (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).

$$Hu = \sum_{i=1}^n T_i \Rightarrow \text{if } T_i > 0 \quad (2)$$

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^۷ (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، ۱۳/۶ درجه سلسیوس بودند (شکل (۲) و (۳)).

تشریح مراحل رشد گیلاس

در این پژوهش، مراحل رشد گیلاس به مرحله توسعه جوانه‌زنی (۰)، مرحله نموبرگ (۱)، مرحله نمو شاخه (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^۲ (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 در طول 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).

1. Standardized Precipitation Index
3. Base temperature
5. Critical temperature
7. Bud development

2. Growth degree days
4. Optimum temperature
6. Zavalloni

- **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 ۱۴/۴ درجه 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 نمودار برگ (۱):** این مرحله در تاریخ یکم اردیبهشت با ظاهر شدن اولین برگ آغاز و در نهم اردیبهشت زمانیکه اولین برگ کاملاً رشد یافت
- **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 بزرک 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 ۳- ظهور برگ سبز در نوک جوانه



شکل ۲- مرحله تورم جوانه



شکل ۵- توسعه شاخه



شکل ۴- توسعه اولین برگ

درصد سبزی 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 ۱۰/۲ درجه سلسیوس بود. در این مدت متوسط درجه حرارت هوا 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 و ۹/۷ درجه سلسیوس بود (شکل ۱۳).

• **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 به ترتیب 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 گلبرگ‌ها 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

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 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.

• **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 ۲۷۷۵ واحد حرارتی بر



شکل ۸- مرحله پایانی ظهور گل آذین



شکل ۷- شکفتن جوانه



شکل ۶- متورم شدن جوانه گل آذین



شکل ۱۰- پایان گلدهی



شکل ۹- اوج گلدهی



شکل ۱۲- سایز نهایی میوه



شکل ۱۱- مرحله نمو 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
مرحله نمو و توسعه جوانه (۰)	۸/۶	۱۲۶	-	۱۲۶	۲۲۴	-
مرحله نمو برگ (۱)	۱۴/۱	۹۱	۱۲۶	۲۱۷	۲۲۴	۳۵۱
مرحله توسعه شاخه (۳)	۱۸/۱	۶۵۸/۵	۲۱۷	۸۷۵/۵	۸۴۵/۵	۱۱۹۶/۵
مرحله ظهور گل آذین (۵)	۸/۴	۱۲۷	۸۷۵/۵	۱۰۰۲/۵	۲۳۵/۵	۱۱۹۶/۵
مرحله گلدهی (۶)	۱۲/۷	۱۵۹/۵	۱۰۰۲/۵	۱۱۶۲	۲۲۹	۱۴۳۲
مرحله (۷) نمو میوه	۱۷/۵	۴۶۰	۱۱۶۲	۱۲۰۲۱۶۲۲	۵۹۶	۱۶۶۱
مرحله ۸ رسیدگی میوه (بلوغ)	۲۰/۷	۴۱۸	۱۶۲۲	۲۰۴۰	۵۱۸	۲۲۵۷
جمع کل	۱۰۰	۲۰۴۰			۲۷۷۵	

نتیجه گیری

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 می باشد و در نیمه اول تیر برداشت میوه آغاز می گردد. 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 می باشد و کمترین واحد حرارتی با ۹۱ درجه روز مؤثر و ۱۲۷ درجه روز فعال مربوط به مرحله نموبرگ است.

منابع

۱. حاجی حسنی، ع.، ع. ژندرزمی و م. فردوسی زاده، ۱۳۹۱، زراعت و باغبانی عمومی، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران، ۱۲۸ صفحه.
۲. خوشحال، ج.، د. رحیمی، م. مجد برزکی، ۱۳۹۲، تعیین مراحل فنولوژی و محاسبه نیازهای حرارتی گل محمدی

در این مطالعه، مراحل فنولوژی گیلاس براساس مقیاس BBCH برای میوه های هسته دار 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 ۱۳/۶ درجه 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 از میان مراحل فنولوژیک گیلاس طولانی ترین مرحله مربوط به نمو جوانه های جانبی (رشد شاخه از نظر طولی) است و کوتاه ترین آن مرحله

- cherry, *Acta Horticulturae*, PP: 71-78, DOI.10.17660/ActaHortic.1986.184.7, منطقه برزک کاشان، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۴، صفحات: ۱۷۸ - ۱۶۹.
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, 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.
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, ۴. 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.
14. FAO, 2010, Statistics available at <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, ۵. گنجی مقدم، الف و ن. بوذری، ۱۳۸۹، راهنمای عملی و کاربردی گیلاس: کاشت، داشت و برداشت، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، ۳۴۴ صفحه.
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, ۶. 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.
16. Haferkamp, M. R, 1988, Environmental factors affecting plant productivity, fort Keogh research symposium, PP: 27-36, ۷. مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵، آمار و اطلاعات استان اصفهان، <https://www.amar.org.ir>.
17. Kimber, D. S and D. I. McGregor, 1995, Brassica Oilseed: Production and Utilization, CAB International, ۸. مناف دلستان، 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.
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 (*Prunus avium* L.) under different climate conditions in China, *Horticultural Science*, PP: 6-13, DOI. 10.17221/36/2009-HORTSCI, ۹. مؤمنی، م و ن. صابری‌زاده، ۱۳۹۵، گرده افشانی در گیلاس، انتشارات چشم انداز قطب، ۱۰۰ صفحه.
19. Luedeling, E., A. Kunz, M and M. Blanke, 2013, Identification of chilling and heat requirements of cherry trees—a statistical approach, *International Horticultural Science*, PP: 6-13, DOI. 10.17221/36/2009-HORTSCI, 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 همدان آبرسد، 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

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, Phenological 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.
- 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](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108762).

Determination of Phonological Stages and Temperature Requirements of Cherry *Prunus avium* (Case Study of Barzok City)

M. Majd Borzaki¹, F. Bashirian^{2*}

1, 2. PhD Student of Climatology, University of Isfahan

(Received: 23 March 2020, Revised: 09 June 2020, Accepted: 07 July 2020, Published online: 22 September 2020)

Abstract

Phenology is concerned with the study of natural period events in the life of plants and animals. Changes in phenological events are one of the important reactions of Living creatures to climate change. In this research, the phenological stages and thermal requirements of black Mashhad sweet cherry cultivar were investigated in the Barzok region of Kashan during the years 1394-95. For this purpose, the monitoring site of the meteorological parameters and phenological stages was created and phenological observations were carried out simultaneously with meteorological observations in accordance with the BBCH scale. The results showed that in the studied area, the cherry tree in its annual biological cycle needs up to 2040 degree-day in terms of effective temperature and 2775 thermal units in terms of active temperature by the end of the period. The highest thermal unit requirement for cherry is related to the shoot development phase, which is equal to 658.8 degree-day in terms of effective temperature and 845.5 thermal units in terms of active temperature, and the lowest thermal unit is 91 degree- day in terms of effective temperature and 127 thermal units in terms of active temperature related to the leaf development stage.

Keywords: cherry, phenology, BBCH scale, degree days, Barzok city.

* Corresponding author:

Email Address: Bashiryan.f@gmail.com