



بررسی نیاز گرمایی و پارامترهای رشد سه رقم تمشک سیاه (*Rubus sp.*) در شرایط اقلیمی ساری

امیرعلی محمدی^۱، رضا نوروز ولاشیدی^{۲*}، مهدی حدادی نژاد^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۰

چکیده

هر گیاه با توجه به شرایط اقلیمی محل رویش خود نیازمند دریافت مقدار معینی گرما برای تکمیل فصل رشد است. در این پژوهش به بررسی واحدهای گرمایی مراحل فنولوژی سه رقم تمشک سیاه خاردار پرداخته شده است. ارقام مورد بررسی پس از رفع نیاز سرمایی به گلخانه منتقل شدند. رقم سیلوان (زودرس)، ماریون (میان‌رس) و توپای (دیررس) به ترتیب برابر ۹۱، ۱۰۹ و ۱۱۸ روز از کاشت تا برداشت را در گلخانه سپری نمودند. نتایج نشان داد که نیاز گرمایی ارقام مختلف تمشک جهت تکمیل مراحل فنولوژی با یکدیگر تفاوت دارند. تمشک سیاه زودرس نیاز گرمایی (۴۳۰۰۰ درجه ساعت) کمتری داشته و نسبت به والد خود رقم میان‌رس با نیاز گرمایی (۵۱۰۰۰ درجه ساعت) میوه درشت‌تری تولید می‌نماید. رقم زودرس در شرایط اقلیمی ساری، با استفاده از ظرفیت ژنتیکی خود توانست محصول خود را در بازه زمانی ۹۱ روزه به بار برساند، درحالی‌که استفاده از ظرفیت گلخانه منجر شد که میوه این رقم دو ماه زودتر از شرایط رایج در اقلیم محل کاشت به بار نشسته و منجر به تولید محصول خارج از فصل شود. در رقم توپای که در اکثر صفات با ارقام زودرس و میان‌رس تفاوت داشته، دوره فنولوژی طولانی‌تر بوده و وزن تک میوه و طول پاجوش نسبت به سایر ارقام بیشتر بوده است. این در حالی است که در این رقم، جوانه‌ها زودتر از سایر ارقام باز شده و برخی مراحل فنولوژی آن، از رقم میان‌رس زودتر اتفاق افتاد، اما نیاز گرمایی بالاتر از زمان تشکیل میوه تا رسیدن (۵۵۰۰۰ درجه ساعت) منجر به دیررسی محصول شد. مطالعات تکمیلی در زمینه نیازهای اقلیمی-زیستی ارقام مشابه این گیاه جهت اتخاذ شیوه‌های مناسب مدیریت کشت و افزایش عملکرد توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: باز شدن جوانه، رسیدگی میوه، نیاز سرمایی، تمشک، گلخانه

مقدمه

مناسبتی را برای انجام اقدامات کشت و یا تأیید وقوع یک رخداد مهم مانند یخبندان و خشکی همراه با مراحل مشخص تعیین کند (Hussain et al., 2016). شناخت درست و صحیح مراحل مختلف فنولوژیکی تمشک و انجام به‌موقع شیوه‌های مدیریتی در هر مرحله می‌تواند اهمیت قابل توجه در تولید و کیفیت میوه داشته باشد. زیرا در دوره فنولوژی گیاه طی فرآیند رشد فیزیولوژیکی از یک مرحله وارد مرحله رشدی جدید می‌شود (Ghamghami et al., 2017). میوه‌های معتدله برای جلوگیری از صدمات سرما در زمستان دارای دوره رکود می‌باشند. پدیده فیزیولوژیکی رکود، مهم‌ترین عامل در نحوه پراکنش گیاهان است. این پدیده وجه ممیزه گیاهان بومی مناطق گرمسیری از مناطق سردسیری است (Harrington et al., 2010).

فنولوژی، مطالعه پدیده‌های طبیعی است که به عوامل ژنتیکی، شرایط زیست‌محیطی و آب‌وهوا بستگی دارد. بنابراین توصیف فنولوژیکی تمشک سیاه، جزئیات چرخه رشد گیاه را توصیف می‌کند، که اجازه می‌دهد زمان

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه باغبانی، دانشکده علوم زراعی،

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

^۲ استادیار هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
(* نویسنده مسئول: rezanorooz@yahoo.com)

^۳ استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده علوم زراعی و پژوهشکده فناوری‌های زیستی گیاهان دارویی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

نحوه ارجاع مقاله:

محمدی، ا.ع.، نوروز ولاشیدی، ر.، حدادی نژاد، م. ۱۳۹۹. بررسی نیاز گرمایی و پارامترهای رشد سه رقم تمشک سیاه (*Rubus sp.*) در شرایط اقلیمی ساری. نشریه هواشناسی کشاورزی، ۸ (۲): ۲۶-۳۴. DOI: 10.22125/agmj.2020.208040.1082

Mohammadi, A.A., Norooz Valashedi, R., Hadadinejad, M. 2020. Evaluation of heat requirement and growth parameters of three cultivars of Blackberry (*Rubus sp.*) under climatic conditions of Sari, Iran. Journal of Agricultural Meteorology, 8(2): 26-34. DOI: 10.22125/agmj.2020.208040.1082

تمشک سیاه (*Rubus L.*) گیاهی از آب‌وهوای معتدل و دارای نیاز سرمایی است، که در آب‌وهوای گرمسیری عملکرد مطلوبی ندارد. بوته این گیاه در زمستان تا دمای ۲۰ درجه سلسیوس زیر صفر را تحمل می‌نماید، اما گل‌ها و میوه‌های کوچک آن در پایین‌تر از دو درجه سلسیوس زیر صفر از بین می‌روند (Hussain et al., 2016). ارتباط مؤثری میان نیاز سرمایی و نیاز گرمایی وجود دارد. چنانچه نیاز سرمایی به‌طور کامل برطرف نشود، می‌تواند سبب نازک شدن برگ و شکوفه شود و همچنین اندازه و زمان بلوغ نقصان یافته و درنهایت می‌تواند کیفیت میوه‌ها را کاهش دهد. با این حال، گرم شدن در طول دوره رشد میزان انباشت گرما را افزایش می‌دهد، این عامل با توجه به جبران کمبود ساعات سرمایی، بر مراحل فنولوژی گیاه اثر می‌گذارد (Ruiz et al., 2007). واحد گرمایی به‌عنوان یکی از عوامل مهم تأثیرگذار در وقوع و رشد رویدادهای مختلف فنولوژیکی در گیاهان در نظر گرفته شده است. همچنین عامل تعیین‌کننده مهمی برای عملکرد و کیفیت آن است. هرگونه انحراف در پارامترهای آب و هوایی در طی مراحل رشد بر توسعه مراحل رشد (فنوفازها) و همچنین عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد. شرح دقیق و استاندارد رویدادهای فنولوژیکی برای اقدامات زراعی مؤثر و درک رفتار رشد محصولات با توجه به آب‌وهوا حیاتی است (Kishore, 2019). در مقایسه با دیگر مطالعات در مورد اثر تغییرات دمای پایین زمستان، مطالعات در مورد گرما ناچیز بوده و اثرات تجمع گرما در تاریخ‌های گلدهی کمتر گزارش می‌شود (Citadin et al., 2001). از جمله مهم‌ترین مراحل فنولوژیکی در درختان میوه خزان‌کننده، مرحله شکوفه‌دهی است، که در این مرحله گیاه به تنش‌های محیطی به‌ویژه سرما و یخبندان بسیار حساس می‌باشد. لذا بررسی مراحل فنولوژی در اقلیم متفاوت، می‌تواند بسیاری از پارامترهای زراعی از جمله تاریخ کاشت مناسب، آبیاری به هنگام، زمان مناسب برداشت، زمان مبارزه با آفات و بیماری‌ها و به انتخاب ارقام مناسب منجر شود. به‌طور کلی ارزیابی نیاز سرمایی و گرمایی گیاهان خزان‌کننده از جمله عوامل تعیین‌کننده در تولید موفق می‌باشند. همچنین دما، عامل اساسی در کنترل رشد و نمو خصوصاً گلدهی به شمار می‌رود (Fallah Ghalhary

and Ahmadi., 2017). فنولوژی و بیولوژی گلدهی در هر دو گونه تمشک سیاه و تمشک فرنگی در شرایط مختلف زیست‌محیطی در اسکاتلند و سراسر آمریکا، از جمله در مارلند، میسوری، اورگان و غرب ویرجینیا مورد مطالعه قرار گرفته است (Hoover et al., 1989). در این گزارش در سال ۱۹۸۹ آمده است زمانی که ارقام تمشک در محدوده‌ای از مناطق آمریکای شمالی رشد می‌کنند، دما به‌عنوان عامل بحرانی رشد شاخه‌ها عمل می‌کند، چرا که طول فصل با انباشت گرما (پایه ۵ درجه سلسیوس) همبستگی دارد. در شرایط رشدی مناطق معتدله، تمشک سیاه دو سال بارده دارای یک دوره خواب است که در نتیجه طول روز کوتاه و دمای پایین در پاییز القا شده و بعد از شکستن رکود با دریافت سرمای زمستان، رشد را آغاز می‌کند (Moore and Caldwell, 1985). میزان نیاز سرمایی ارقام مختلف تمشک از ۳۰۰ ساعت در ارقام خاردار تا بیش از ۱۰۰۰ ساعت در ارقام بی‌خار تفاوت دارد، که در صورت عدم تأمین آن در فصل رکود با افزایش نیاز گرمایی گیاه جبران می‌شود. لذا جهت بررسی سازگاری ارقام مختلف، تعیین نیاز گرمایی جوانه‌ها ضرورت دارد (Overcash, 1963). برای این کار از ساعات درجه رشد (GDH)^۱ و یا درجه روز (GDD)^۲ استفاده می‌شود (Saur, 1985). بیداری گیاهان مناطق معتدله تحت کنترل دو عامل مهم، یعنی نیاز سرمایی و گرمایی قرار دارد که نقش و اهمیت هر کدام بسته به آب‌وهوای منطقه در طول پاییز و زمستان متفاوت است (Citadin et al., 2001). مطالعات زیادی در دنیا راجع به ارقام مختلف تمشک سیاه از جمله «Marion» و «Silvan» در مقایسه با ارقام تجاری مانند، *Marion, Boysen* و *Young* از لحاظ نحوه برداشت و زمان رسیدن، اندازه میوه، عملکرد کلی هر بوته، عطر و طعم، شکل، رنگ و غیره شده است، برخی زودرس‌تر بوده و تحمل بیشتری در برابر گرمای زیاد، باد سنگین و خشک‌سالی داشته‌اند (Finn et al., 2005; Clark, 2008; Finn and Clark, 2012; Oliveira et al., 2014). در پژوهشی در سال ۲۰۱۸ به‌منظور تعیین نیاز سرمایی و گرمایی نژادگان‌های تمشک سیاه بومی ایران، شاخه‌های یک‌ساله ۱۵ نژادگان از چهار گونه تمشک سیاه

¹ Growing Degree Hours

² Growing Degree Days

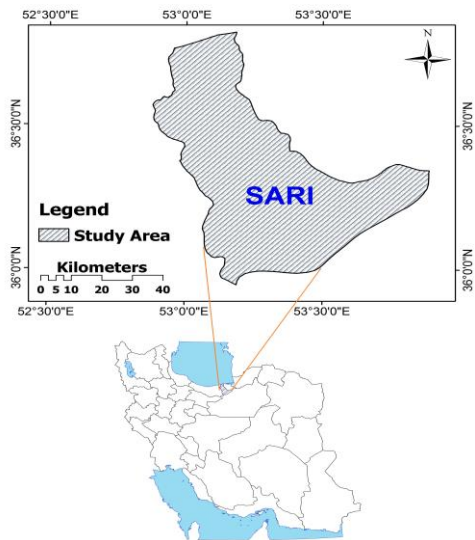
مدیریت مواد غذایی، آفت و بیماری و مرحله بلوغ میوه به شناخت مراحل خاص فنولوژی بستگی دارد. علاوه بر این، رابطه بین نیاز واحد گرما و مراحل رشد گیاه می‌تواند ابزاری مفید برای پیش‌بینی تقویم فنولوژی محصول و همچنین ارزیابی پاسخ مراحل رشد به متغیرهای آب و هوایی باشد (Kishore, 2019). لذا هدف از انجام این پژوهش برآورد نیاز گرمایی مراحل مختلف رشد سه رقم تمشک سیاه خاردار جهت بکارگیری و بهینه‌سازی تولید خارج از فصل و یا تولید محصول دوم و تشریح شرایط مورد نیاز رقم مناسب آن است. به‌طوری‌که جهت ارائه و ترویج ارقام مختلف تمشک در مناطق هدف با توجه به شرایط اقلیمی موجود و پتانسیل سرمایی و گرمایی موجود در جغرافیای مورد نظر بسیار ضروری و مفید باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام این پژوهش، سه رقم از تمشک سیاه خاردار جمع‌آوری و شناسایی شده در کلکسیون دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری مورد استفاده قرار گرفت. این ارقام شامل زودرس Zs (سیلوان)، میان‌رس Mm (ماریون) و دیررس Dt (توپای) است. ارقام مورد استفاده در زمستان سال ۱۳۹۵ به روش قلمه ریشه تکثیرشده و سپس در گلدان قرار گرفتند. پس از رشد رویشی مناسب، در اواخر آبان ۹۶، رفع نیاز سرمایی آن‌ها به مدت ۴ تا ۵ هفته انجام شد. به‌منظور رفع نیاز سرمایی، بوته‌ها از گلدان خارج شده و در دمای کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. با بررسی دمای محیط نگهداری بوته‌ها، پس از گذشت ۳۰۰ ساعت (Carter et al., 2006)، با فرض آنکه نیاز سرمایی بوته‌ها برطرف شد، در ابتدای دی‌ماه ۱۳۹۶ به گلخانه منتقل شده و در معرض دماهای بالاتر جهت تکمیل مراحل فنولوژی قرار گرفتند. درنهایت بوته‌ها در بستر مناسبی از خاک در گلدان قرار گرفت. دمای گلخانه در روز ۲۵ درجه سلسیوس و در شب ۱۸ درجه سلسیوس تنظیم شد. پس از آن ساعات دماهای اشاره شده یادداشت گردید. در ادامه تاریخ‌های باز شدن جوانه‌ها، گلدهی، تشکیل میوه و رسیدن میوه‌ها در ارقام مختلف تمشک سیاه ثبت شد. برای کار با داده‌های روزانه هواشناسی و تبدیل ساعتی آن و همچنین ترسیم نمودار

در هنگام خزان از کلکسیون تمشک سیاه دانشگاه شیراز جمع‌آوری و سپس در یخچال و دمای ۲/۵ درجه سلسیوس قرار دادند (Garazhian et al., 2018). تیمارهای سرمایی شامل صفر (بدون سرمادهی)، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ ساعت سرمادهی بود. برای تعیین مقدار نیاز گرمایی از مدل درجه ساعت استفاده شد. نتیجه‌های به‌دست‌آمده ایشان نشان داد که نیاز سرمایی نژادگان‌های مورد بررسی از ۳۰۰ تا ۵۰۰ ساعت سرمادهی متغیر بود. همچنین مقدار نیاز گرمایی در گستره‌ای از ۴۸۲۴ (آبیدر) تا ۷۶۶۸ (کازرون) درجه ساعت متغیر بود. نتیجه‌های به‌دست‌آمده نشان داد که مقدار نیاز سرمایی و گرمایی با یکدیگر رابطه عکس دارد و با افزایش ارتفاع و مقدار بارندگی در هر منطقه، مقدار نیاز گرمایی کاهش می‌یابد. همچنین نیاز سرمایی تمشک سیاه بومی ایران با میانگین دمای محیط و میانگین سرعت باد رابطه عکس داشت. نتایج پژوهشی که به بررسی فنولوژی و پتانسیل زراعی تمشک سیاه پرداخته شد، نشان داد که دوره فنولوژی ارقام مختلف از ۱۰۹ تا ۱۶۲ روز و ۱۱۴ تا ۱۴۲ روز در محصول اول و دوم متفاوت است. همچنین میزان تولید محصول ارقام مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشت (Rotili et al., 2019). در پژوهشی دیگر، نتایج نشان داد که نیاز گرمایی تجمعی بیشتری برای رشد شاخه و میوه‌ها مورد نیاز است. ایشان بیان داشتند که شرح مراحل رشد فنولوژیکی و نیازهای گرمایی نه‌تنها در حصول اطمینان از مدیریت کارآمد باغ بلکه در ارزیابی پاسخ محصول به متغیرهای اقلیمی و پتانسیل سازگاری آن نیز مفید خواهد بود (Kishore, 2019). روند تولید تمشک سیاه به‌گونه‌ای است که در سال ۲۰۱۴ سطح زیر کشت آن، تنها در آمریکا به شش هزار هکتار رسیده است (Dixon et al., 2015). میزان تولید تمشک سیاه در سال‌های اخیر افزایش چشمگیری داشته، به‌طوری‌که تمشک برداشت‌شده از منابع طبیعی، باغات و حتی به‌صورت گلخانه‌ای در کشور ۷۱ تن بوده، که بیشتر آن در استان مازندران تولید شده است (Hadadinejad et al., 2017). آگاهی از مراحل فنولوژیک برای استفاده مؤثر از منابع و دستیابی به عملکرد بالاتر و کیفیت بهتر میوه ضروری است زیرا اقدامات مهم زراعی مانند مدیریت آب،

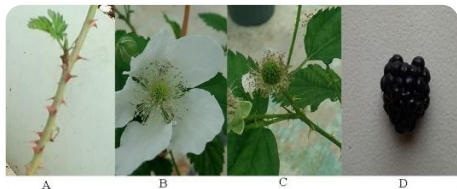
ثبت مراحل فنولوژی و تعداد ساعت‌های لازم تا رسیدن به هر یک از مراحل فنولوژی در سه رقم سیلوان، ماریون و توپای و محاسبه درجه ساعت رشد تجمعی لازم برای رسیدن به هر یک از این مراحل نشان داد تفاوت معنی‌داری در شکل ۳ با یکدیگر دارند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure 1- Geographical location of the study area

مطابق جدول ۱ در اولین مرحله رشدی (سبز شدن و ظهور جوانه‌ها)، رقم توپای (دیررس) ۱۸ روز پس از انتقال به گلخانه شروع به سبز شدن کرد که درجه ساعت مورد نیاز برای باز شدن جوانه رقم توپای ۱۱۲۱۳ بود، در حالیکه جوانه رقم‌های سیلوان و ماریون دیرتر از رقم توپای باز شده است. مطابق شکل ۴ در رقم سیلوان (زودرس) ۲۶ روز پس از انتقال به گلخانه با درجه ساعت ۱۴۷۸۳ و در رقم ماریون (میان‌رس) ۳۳ روز پس از انتقال به گلخانه و با درجه ساعت ۱۷۸۸۱ شکوفایی جوانه‌ها اتفاق افتاد. پس از باز شدن جوانه تا زمان گلدهی، ارقام مختلف ساعات مختلفی را نیاز داشتند. گلدهی در ارقام مختلف بین ۴۵ تا ۵۹ روز انجام گرفت.



شکل ۲- مراحل مختلف فنولوژی تمشک سیاه (A) باز شدن جوانه (B) گلدهی تمشک سیاه (C) تشکیل میوه (فروت ست) تمشک سیاه (D) رسیدگی میوه تمشک سیاه

Figure 2- Different stages of blackberry phenology -

از نرم‌افزارهای آماری R x64 3.1.0، Excel و MINITAB 14 استفاده شد. با توجه به هدف پژوهش که بررسی و برآورد واحدهای گرمایی موردنیاز در هر مرحله فنولوژی ارقام مختلف تمشک بوده است. از مدل CHILLR و مدل رشد گام‌به‌گام (GDH) استفاده شده است. مدل GDH فرض می‌کند که گرما زمانی که دمای ساعت (Ti) بین دمای پایه (Tb) و دمای بحرانی (Tc) با حداکثر انباشت گرما در دمای مطلوب (Tu) تنظیم می‌شود، تکمیل شود. تابع محاسبه GDH در معادله ۱ آمده است (Guo et al., 2013).

$$GDH = \begin{cases} F \left(\frac{T_u - T_b}{2} \right) \\ \left(1 + \cos \left(\pi + \pi \frac{T_i - T_b}{T_u - T_b} \right) \right) \cdot T_u \geq T_i \geq T_b \\ F(T_u - T_b) \\ \left(1 + \cos \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi T_i - T_u}{2 T_c - T_u} \right) \right) \cdot T_c \geq T_i \geq T_u \\ 0 \\ T_i > T_c \text{ or } T_i < T_b \end{cases} \quad (1)$$

که در آن F یک عامل تنش گیاهی است که به‌طور معمول اگر تنش خاصی وجود نداشته باشد، برابر ۱ است. عوامل Tb، Tu و Tc در معادله ۱ به ترتیب برابر ۴، ۲۵ و ۳۶ درجه سلسیوس بوده که توسط (Anderson et al., 1986) برای درختان میوه معتدله پیشنهاد شده است. همچنین برخی صفات مرتبط در جدول ۳ با شاخه‌های رویشی و شاخه‌های بارده نیز اندازه‌گیری شد، که شامل موارد ذیل است. صفات شاخه‌های رویشی شامل تعداد و طول آن‌ها است. همچنین میزان فتوسنتز خالص ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) و حداکثر بازده کوانتومی فتوسنتز II در شاخه‌های بارده با دستگاه فتوسنتز متر (مدل Walz-GFS-3000 ساخت کشور آلمان) ارزیابی شد. در نهایت پارامترهای pH آب‌میوه، مواد جامد محلول (با رفرکتومتر چشمی مدل (ATC-20E Atogo)) و وزن میوه نیز مورد اندازه‌گیری شد. محل انجام آزمایش گلخانه آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در عرض شمالی و طول شرقی به ترتیب ۳۶/۳۳ و ۵۳/۱۱ درجه و ارتفاع ۱۷ متر از سطح دریاهای آزاد بوده که در شکل ۱ مشخص شده است.

نتایج و بحث

مقایسه مراحل فنولوژی و نیاز گرمایی

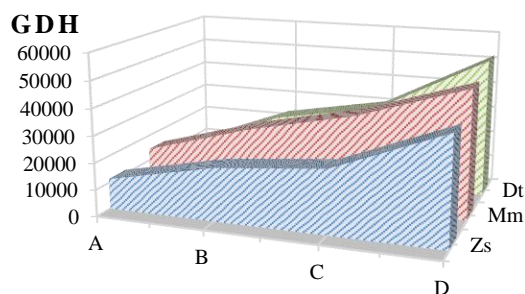
نیاز به واحدهای گرمایی بیشتری داشته و ۶۵ روز پس از گلدهی و در ۳ اردیبهشت، اتفاق افتاد.

جدول ۱- مقادیر تجمعی واحدهای گرمایی GDH مراحل مختلف ارقام تمشک

GDH	Exp.	DOY	Date Milady	Date shamsi
0	Chill Start	327	23-Nov-2017	1396/09/02
3323	Chill End	360	26-Dec-2017	1396/10/05
11213	AD	13	13-Jan-2018	1396/10/23
14743	AZ	21	21-Jan-2018	1396/11/01
17881	AM	28	28-Jan-2018	1396/11/08
23240	BZ	40	9-Feb-2018	1396/11/20
26876	BD	48	17-Feb-2018	1396/11/28
27272	CZ	49	18-Feb-2018	1396/11/29
29523	BM	54	23-Feb-2018	1396/12/04
34391	CD	65	6-Mar-2018	1396/12/15
38350	CM	74	15-Mar-2018	1396/12/24
43602	DZ	86	27-Mar-2018	1397/01/07
51671	DM	104	14-Apr-2018	1397/01/25
55693	DD	113	23-Apr-2018	1397/02/03

به طوری که ۴۸ روز پس از تشکیل میوه، زمان لازم بود تا مراحل رشد و رنگ گیری میوه انجام شود. به طور کلی نتایج حاکی از آن بود که تولید گلخانه‌ای تمشک سیاه موجب شد نسبت به شرایط مزرعه‌ای، محصول تقریباً ۲ ماه زودرس شود، به طوری که در شرایط گلخانه‌ای در ابتدای فروردین و در شرایط مزرعه‌ای در اوایل خرداد باردهی صورت گرفت که این امر از لحاظ اقتصادی نیز بسیار مطلوب بود. اگرچه نتایج این پژوهش نشان داد که میوه‌های ارقام زودرس، میان‌رس و دیررس در گلخانه به ترتیب رسیده و مسلماً گرمای تجمعی آن‌ها نیز از رقمی به رقم دیگر افزایش می‌یابد، اما نتایج حاکی از آن بود که جوانه‌های رقم دیررس زودتر از سایر ارقام باز شده و حتی تشکیل میوه در رقم دیررس زودتر از رقم میان‌رس انجام گرفت. در واقع مراحل فنولوژی در این سه رقم قبل از تشکیل میوه از الگوی مشخصی پیروی نکرده که به نظر می‌رسد به دلیل وجود تفاوت ژنتیکی این ارقام است. به طور کلی رقم زودرس ۹۱، رقم میان‌رس ۱۰۹ روز و رقم دیررس ۱۱۸ روز پس از ورود به گلخانه دوره فنولوژی خود را تکمیل نموده‌اند. در مطالعات انجام شده با ارقام تمشک سیاه توپای و زاوانته در منطقه شمالی ایالت پارانا،

A) bud opening B) blackberry flowering-C) fruit formation (Fruit set) blackberry-D) blackberry fruit ripening



شکل ۳- مقادیر نیاز گرمایی مراحل مختلف فنولوژی، مطابق شکل شماره ۲ نشان ارقام سیلوان (Zs)، ماریون (Mm) و توپای (Dt) تمشک سیاه

Figure 3 - The heat requirement values of the different Phenological stages of cultivars Silvan (Zs), Marion (Mm) and Tupy (Dt) Blackberries

در رقم میان‌رس که پس از ۵۹ روز گلدهی انجام گرفت، به گرمای تجمعی بیشتری (۲۹۵۲۳ درجه ساعت) برای گلدهی نیاز بود. پس از آن رقم دیررس ۲۶۸۷۶ درجه ساعت و رقم سیلوان کمترین نیاز گرمایی (۲۳۲۴۰ درجه ساعت) از باز شدن جوانه تا گلدهی را نیاز داشتند. تشکیل میوه در رقم زودرس ۵۴ روز پس از انتقال به گلخانه و با ۲۷۲۷۲ درجه ساعت گرمای تجمعی انجام گرفت. پس از رقم زودرس، میوه‌های رقم دیررس تشکیل شد. میوه‌های دیررس پس از ۷۰ روز در گلخانه و با گرمای تجمعی ۳۴۳۹۱ درجه ساعت تشکیل شد. تشکیل میوه در رقم میان‌رس دیرتر از سایر ارقام انجام شد. در این رقم ۷۹ روز پس از انتقال به گلخانه و دریافت گرمای تجمعی ۳۸۳۵۰ درجه ساعت میوه‌ها تشکیل شد. مراحل فنولوژی در شکل ۲ با آغاز میوه‌دهی در ارقام مختلف تکمیل شد. اولین میوه برداشت شده مربوط به رقم زودرس و در تاریخ ۷ فروردین ۱۳۹۷ بوده است. در واقع ۴۶ روز پس از گلدهی، رشد و رنگ‌گیری میوه به اتمام رسیده و میوه قابل برداشت بود که با توجه به ایام تعطیلات نوروز بازار فروش بسیار مناسبی را پیش رو داشت. همچنین اولین میوه رقم میان‌رس نیز در ۲۵ فروردین و ۵۰ روز پس از گلدهی برداشت شد. در رقم دیررس که تشکیل میوه^۱ آن زودتر از رقم میان‌رس صورت گرفت، اما رسیدگی میوه

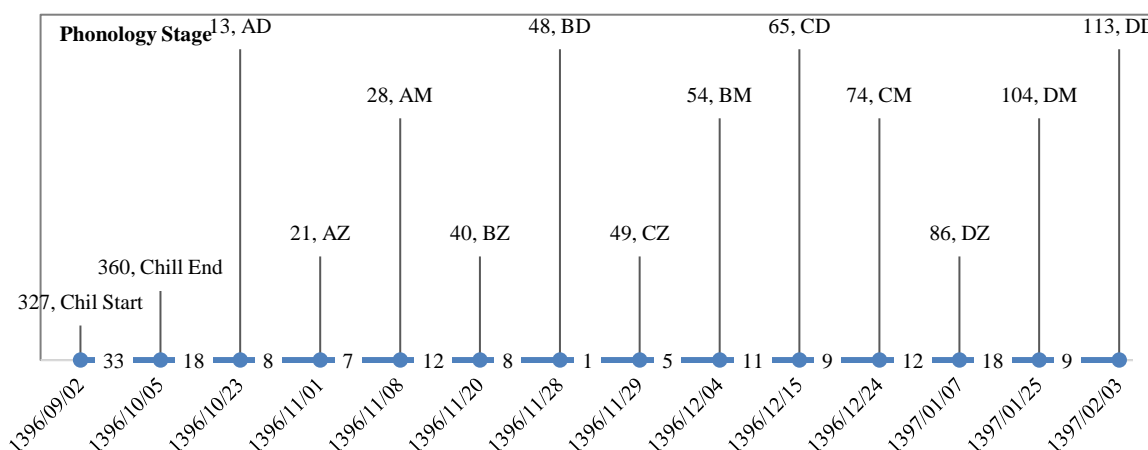
¹ Fruit set

است. برای شکفتن جوانه‌ها علاوه بر تأمین نیاز سرمایی، تأمین نیاز گرمایی جوانه‌ها ضروری است. آغاز تورم جوانه بیشتر تحت تأثیر تأمین نیاز سرمایی بوده و نمو بعدی آن تحت تأمین نیاز گرمایی است (Abedi Gheshlaghi et al., 2016). میزان گرمای مورد نیاز برای شکوفه‌دهی می‌تواند تحت تأثیر میزان سرمای دریافتی یک گیاه قرار گیرد. به غیر از گرما و سرما، عوامل دیگری ممکن است باعث ایجاد تفاوت شوند، که می‌توان به سن و قدرت گیاه، موقعیت جوانه در شاخه و ژنتیک اشاره نمود. با توجه به تنوع ژنتیکی، احتمالاً برای مشخص کردن دمای خاصی در هر ژنوتیپ امکان‌پذیر است (Black et al., 2008). شناخت درست و صحیح مراحل مختلف فنولوژیکی میوه‌های ریز مانند تمشک، همچنین برآورد نیاز گرمایی هر مرحله نمو برای انجام به‌موقع شیوه‌های مدیریتی در هر مرحله می‌تواند اهمیت قابل‌توجهی در تولید و کیفیت میوه داشته باشد، به طوری که اختلاف دمای روزها در سال‌های مختلف می‌تواند مراحل مختلف نمو را تحت تأثیر قرار دهد (Abedi Gheshlaghi et al., 2016). واحدهای گرما مورد نیاز برای گلدهی به طرز چشمگیری با ژنوتیپ تفاوت داشتند و در بین ژنوتیپ‌ها بیش از دو برابر تفاوت GDH وجود داشت که نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی بود. به طوری که در رقم‌های مختلف تمشک سیاه مورد بررسی قرار دادند که در گستره وسیعی از ۹۲۰۰ واحد گرمایی (GDH) برای رقم «Chickasaw» تا ۱۸۹۰۰ واحد گرمایی برای رقم Merton Thornless متفاوت بود (Black et al., 2008). در مورد مکانیسم اثر واحدهای گرمایی بر نیاز سرمایی اطلاعات دقیقی در دسترس نیست اما با این حال مشخص شده است که حتی با وجود واحدهای گرمایی فراوان در ابتدای بهار، گیاهان مناطق معتدله تا حدودی بایستی در معرض سرما قرار گیرند در غیر این صورت شکوفایی جوانه و گلدهی موفقی را نخواهند داشت (Harrington et al., 2010). همچنین Ruiz et al., (2007) نشان دادند که گیاهانی که نیاز سرمایی بالایی دارند، بومی مناطقی هستند که در طی فصل خفتگی دوره سرمای طولانی‌تری (دماهای سرد بین صفر تا ۷ درجه سلسیوس) را تجربه می‌کنند. در چنین شرایطی گیاهان نیاز گرمایی پایین‌تری نیز دارند و

مراحل فنولوژی به ترتیب ۱۱۰ و ۱۲۱ روز به دست آمدند (Hussain et al., 2016). همچنین در پژوهشی دیگر چرخه فنولوژی در دو رقم تمشک سیاه ۱۰۹ تا ۱۶۲ و ۱۱۴ تا ۱۴۸ روز متفاوت بود. اختلاف مشاهده‌شده در چرخه‌های فنولوژیکی ممکن است به دلیل عواملی مانند ویژگی‌های ژنتیکی هر رقم و انواع روش‌های مدیریتی باشد. توصیف مراحل فنولوژیکی چرخه تولید میوه‌های ریز، با آگاهی از هر مرحله از توسعه، اطلاعات مهمی را برای تولیدکنندگان میوه فراهم می‌کند، در نتیجه هزینه‌های تولید از قبیل هزینه سموم کشاورزی را کاهش داده و با استفاده از هزینه کمتر، برنامه‌ریزی برای برداشت محصول و دوره‌های پس از برداشت فراهم و امکان مدیریت تولید خارج از فصل مهیا می‌گردد (Rotili et al., 2019). نتایج این بررسی نشان داد که ارقام مختلف تمشک سیاه، از لحاظ مراحل مختلف فنولوژیکی دارای نیاز گرمایی متفاوتی بوده و در بازه زمانی نتایج پژوهشی نشان داد که نیاز گرمایی مراحل مختلف فنولوژیکی ارقام زودرس و میان‌رس بسیار به یکدیگر شباهت داشته و تنها رقم زودرس در مدت زمان کمتری رسیده و میوه‌های درشت‌تری را تولید می‌نماید، که این ویژگی مختص این رقم است. رقم دیررس نیز با این دو رقم متفاوت بوده و زمان بیشتری برای رسیدن لازم دارد (Hadadinejad et al., 2017). از آنجا که ارقام مختلف، واکنش متفاوتی از خود نشان می‌دهند. ارزیابی فنولوژیک ممکن است برای معرفی یک کشت در منطقه از اهمیت حیاتی برخوردار باشد (Segantini et al., 2015). طبق بررسی‌های صورت گرفته تمشک سیاه معمولاً ۶۰-۳۵ روز پس از شروع گلدهی می‌رسد (Shires, 2015)، که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. به طوری که در رقم زودرس ۴۵ روز، در دیررس ۵۳ روز و در رقم دیررس ۵۹ روز پس از گلدهی میوه‌ها رسیده‌اند، که به نظر می‌رسد در ارقام مختلف به دلیل تفاوت نیاز گرمایی این روند مشاهده شده است. همچنین این تفاوت می‌تواند به این دلیل باشد که میزان شکوفایی و تمایز در ژنوتیپ‌های مختلف تمشک سیاه متفاوت بوده و زمان تمایز جوانه‌ها و گلدهی متغیر است (Hussain et al., 2016). نیاز گرمایی به عنوان تنظیم‌کننده گلدهی بوده و برای کشت میوه بسیار مهم

اجتناب کنند. مشابه نتایج (Garazhian et al., 2018) که یافتند، مقدار نیاز سرمایی و گرمایی با یکدیگر رابطه عکس دارد.

به همین دلیل است که در ابتدای بهار سریع‌تر رشد خود را آغاز می‌کند. از سوی گیاهانی که نیاز سرمایی پایین‌تری دارند نیز با داشتن نیاز گرمایی بالا از مواجه شدن با سرمای دیررس و آسیب‌های ناشی از آن



شکل ۴- تاریخ (DOY) وقوع مراحل فنولوژی تمشک سه رقم Zs زودرس (سیلوان)، Mm میان‌رس (ماریون)، Dt دیررس (توپای) (مراحل فنولوژی مختلف تمشک A, B, C و D مطابق شکل ۲)

Figure 4. Date (DOY) occurrence of different blackberry phenology stages of three early Zs cultivars (Silvan), Mm Myers (Marion), Dt late (Tupy) (different blackberry phenology stages A, B, C and D according to Figure 1)

تعداد پاجوش، طول شاخه رویشی و مواد جامد محلول با یکدیگر در یک سطح آماری قرار گرفته و با رقم توپای تفاوت دارند. اگرچه وزن تک میوه در رقم سیلوان تفاوت معنی‌داری با رقم ماریون داشته و میوه آن درشت‌تر است. با توجه به نتایج (Perkins et al., 1996)، ارقام تمشک سیاه دارای تفاوت‌هایی مانند تاریخ رسیدن، طعم میوه، شکل، اندازه و رنگ هستند. رقم زودرس (سیلوان) در بیشتر صفات بسیار به رقم میان‌رس (ماریون) شبیه بوده و در مدت زمان کمتری رسیده و میوه درشت‌تری هم تولید می‌نماید (Hadadinejad et al., 2017). این نتایج با پژوهش حاضر همخوانی دارد. برخی پژوهشگران زودرسی و زود باردهی تمشک را مرتبط با ژنتیک دانسته و بیان داشته که علی‌رغم تشابهات بالای ارقام، رقم زودرس (سیلوان) با رقم دیررس (توپای) از لحاظ ژنتیکی متفاوت است (Strik, 2017). نتایج جدول ۳ حاکی از آن بود که ارقام ماریون و سیلوان اگرچه از لحاظ صفات مرتبط با شاخه‌های رویشی و قدرت رشد شاخه‌های بارده با یکدیگر شباهت دارند اما به جهت زمان رسیدن، اندازه میوه، عملکرد کلی هر بوته، عطروطعم، شکل، رنگ و غیره با

نتایج صفات مرتبط با شاخه‌های رویشی و بارده

نتایج تجزیه واریانس جدول ۲ نشان داد که اثر رقم بر تعداد پاجوش، طول شاخه، pH آب‌میوه، مواد جامد محلول و وزن میوه معنی‌دار شده است. تعداد پاجوش در رقم ماریون با میانگین ۱/۶۶ بیشتر از رقم توپای با تعداد یک بود، اگرچه با رقم سیلوان با میانگین ۱/۳۳ تفاوت معنی‌داری نشان نداد. طول شاخه رویشی در رقم توپای به میزان ۱۰۱ سانتی‌متر بود که اختلاف معنی‌داری با دو رقم دیگر داشت. اگرچه طول شاخه در رقم ماریون نیز بیشتر از سیلوان به دست آمد. در بررسی صفات مرتبط با میوه‌ها مشخص گردید که pH در رقم ماریون با ارقام توپای و سیلوان تفاوت معنی‌داری نشان داد. همچنین مواد جامد محلول در رقم سیلوان با میانگین ۱۲/۹ بود که رقم ماریون تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین مواد جامد محلول در رقم توپای با ۶/۹۵ درصد حاصل شد. وزن تک میوه در رقم توپای ۴/۵۹ گرم مشاهده شد. این مقدار با رقم سیلوان که دارای وزن ۴/۲۵ گرم بوده تفاوت معنی‌داری نشان نداد. به طور کلی نتایج بررسی برخی صفات، حاکی از شباهت ارقام سیلوان و ماریون و تفاوت این دو رقم با توپای بوده است. به طوری که در صفات

یکدیگر متفاوت می‌باشند (Finn et al., 2005)، که نتایج این پژوهش با آن همسو است.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات بررسی شده در سه رقم تمشک سیاه

Table 2. Analysis of variance of traits examined in three blackberry cultivars

Change Sources	Degrees of freedom	Sucker	Shoot Length	Fv/Fm	Photosynthesis	pH	Soluble Solids	Fruit Weight
Varieties	2	0.33*	**604.7	0.0006 ^{ns}	0.28 ^{ns}	*0.004	**30.45	**1.34
Error	6	0.22	7.88	0.0001	1.29	0.002	0.53	0.83
C. V.	-	35.35	13.30	7.84	16.25	10.41	6.90	22.53

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات بررسی شده در سه رقم تمشک سیاه

Table 3. Comparison of mean traits examined in three blackberry cultivars

Varieties	Sucker (n)	Shoot Length (cm)	Fv/Fm	Photosynthesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	pH	Soluble Solids (Brix)	Fruit Weight (g)
Silvan	1.33 ab	bc 73.66	0/74 a	6.88 a	3.27 b	12.9 a	4.25 ab
Marion	1.66 a	80.66 b	0.77 a	7.34 a	3.39 a	11.9 a	3.29 b
Tupy	1 b	101 a	0.74 a	6.75 a	3.22 b	6.95 b	4.59 a

حروف مختلف به معنی تفاوت معنی‌دار میانگین در سطح احتمال ۵ درصد است.

نتیجه‌گیری

آن که، جوانه‌هایش زودتر از سایر ارقام باز شده و برخی مراحل فنولوژی آن نیز از رقم میان‌رس زودتر اتفاق افتاد، اما از زمان تشکیل میوه تا رسیدن آن نیاز گرمایی بیشتری را لازم داشته و در نتیجه دیررس‌تر است. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که باوجود تشابه زمانی ارقام در شروع رشد، به دلیل تفاوت نیاز گرمایی مراحل مختلف فنولوژیکی آن‌ها، استفاده از رقم زودرس تمشک سیاه خاردار، منجر به کوتاه‌تر شدن بازه رشد و رسیدن محصول می‌گردد و کنترل نیازمندی‌های گرمایی در گلخانه پس از تأمین نیاز سرمایی، منجر به تقریباً دو ماه زودرسی و تولید محصول تمشک خارج از فصل خواهد شد، استفاده از دیگر ارقام میان‌رس و دیررس خاردار منجر به تنوع و تداوم تولید محصول در این زمان خواهد شد. برای رسیدن به عملکرد بیشتر نیز پیشنهاد می‌شود، شرایط لازم برای تولید تمشک سیاه بی‌خار نیز سنجیده شود.

منابع

Abedi Gheshlaghi, E. Farzam, E. Javadi mojjadad, A. 2016. Study on Phenological growth stages of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) Hayward in the west of Guilan. Journal of Plant Production Research. 33 (4), 97-116. (In Farsi).
Anderson JL, Richardson EA, Kesner CD. 1986. Validation of chill unit and flower bud phenology models for "Montmorency" sour cherry. Acta Hort 184:71-78.
Black, B., J. Frisby, K. Lewers, F. Takeda, and C.

Carter, P.M., Clark, J.R., Drake Particka, C. and Yazzetti Crowne, D. 2006. Chilling response of Arkansas blackberry cultivars. Journal of the American Pomological Society. 60:187-197.
Citadin, I., Raseira, M.C., Herter, F.G. and da Silva, J.B., 2001. Heat requirement for blooming and leafing in peach. HortScience, 36 (2), pp.305-307.
Clark, J.R. 2008. Primocane-fruited blackberry breeding. HortScience 43, 1637-1639.
Dixon, E.K., Strik, B.C., Valenzuela-Estrada, L.R.

- Finn. 2008. Heat Unit Model for Predicting Bloom. Dates in Rubus. HortSci. 43 (7): 2000–2004.
- production of trailing blackberry: I. Mature plant growth and fruit production. HortScience, 50 (8): pp.1165-1177.
- Fallah Ghalhary, Gh. Ahmadi, H. 2017. Trend analysis of phenological stages length and chilling requirements of apple tree (Case study: Karaj station). Journal of Agricultural Meteorology. 5 (1), 57-70. (In Farsi).
- Finn, C.E. Clark, J.R., 2012. Blackberry. In Fruit breeding (pp. 151-190). Springer, Boston, MA.
- Finn, C.E., Yorgey, B.M., Strik, B.C., Hall, H.K., Martin, R.R. and Qian, M. 2005. Black Diamond' thornless trailing blackberry. HortScience, 40 (7), pp.2175-2178.
- Garazhian M, Eshghi S, Gharghani A. 2018. Chilling and Heat Requirements and Their Correlations with Environmental Conditions in Iranian Native Blackberry Genotypes. IJHST. 19 (1):115-126
- Ghamghami, M. Ghahreman, N. Irannejad, P. Pezeshk, H. 2017. Assessment of Bayesian structure of hidden Markov model for real time prediction of maize phenology. Journal of Agricultural Meteorology, 5 (1). 1-14.
- Guo L, Dai J, Ranjitkar S, Xu J, Luedeling E. 2013. Response of chestnut phenology in China to climate variation and change. Agric For Meteorol 180:164–172.
- Hadadinejad M., Moradi H., Sadeghi H., 2017. Superior Thorny and Thornless Cultivars from Long Time Collection and Evaluation of Mazandaran Germplasms via Breeding Program. First International Horticultural Scienc Conference of Iran (IrHC2017), poster presentation, complete article. Tarbiat Modares University, Tehran.
- Harrington, C.A., Gould, P.J. and Clair, J.B.S., 2010. Modeling the effects of winter environment on dormancy release of Douglas-fir. Forest Ecology and Management, 259 (4), pp.798-808.
- Hoover, E., Luby, J., Bedford, D., Pritts, M., Hanson, E., Dale, A., Daubeny, H. 1989. Temperature influence on harvest date and cane development of primocane-fruiting red raspberries. Acta Hort. 262, 297–303.
- Hussain, I., Roberto, S.R., Fonseca, I.C.B., de Assis, A.M., Koyama, R., Antunes, L.E.C. 2016. Phenology of 'Tupy' and 'Xavante' and Bryla, D.R. 2015. Weed management, training, and irrigation practices for organic blackberries grown in a subtropical area. Scientia Horticulturae 201:78–83.
- Kishore, K. 2019. Phenological growth stages and heat unit requirement of Indian blackberry (*Syzygium cumini* L., Skeels). Scientia Horticulturae, 249, 455-460.
- Moore, J.N., Caldwell, J.D. 1985. *Rubus*. In: Halevy, A.H. (Ed.), CRC Handbook of Flowering, 4. CRC Press, Boca Raton, Fla, pp. 226–238.
- Oliveira, D.M., Kwiatkowski, A., Rosa, C.I.L.F. and Clemente, E. 2014. Refrigeration and edible coatings in blackberry (*Rubus* spp.) conservation. Journal of food science and technology, 51 (9), pp.2120-2126.
- Overcash, J. P. 1963 Heat and chilling requirements for plum blossoming in Mississippi. Fruit Var. Hort. Dig. 17:33-35.
- Perkins-Veazie, P.M., J.K. Collins and J.R. Clark. 1996. Cultivar and maturity affect postharvest quality of fruit from erect blackberries. HortScience 31:258-261.
- Rotili, M. C. C., Villa, F., Silva, D. F. D., Rosanelli, S., Menegusso, F. J., and Ritter, G. 2019. Phenological behavior and agronomic potential of blackberry and hybrids in a subtropical region. Revista Ceres, 66 (6), 431-441.
- Ruiz, D., J. A. Campoy, and J. Egea. 2007. Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. Environ. Exp. Bot. 61: 254–263.
- Saur, M. C. 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. Horticultural Reviews. 7: 239-299.
- Segantini DM, Leonel S, Ripardo ACS, Tecchio MAT and Souza ME. 2015. Breaking dormancy of "Tupy" blackberry in subtropical conditions. American Journal of Plant Sciences, 6:1760-1767.
- Shires, D. 2015. Impact of bud/lateral thinning on subsequent growth and yield of erect blackberry. Presentation, tour XI International Rubus and Ribes Symposium, Asheville, North Carolina, June 21.
- Strik, B C. 2017. Growth and development blackberry. In Blackberries and Their Hybrids Book Crop Production Science in Horticulture. Hall, H.K. and Funt, R.C. (Ed).



Evaluation of heat requirement and growth parameters of three cultivars of Blackberry (*Rubus sp.*) under climatic conditions of Sari, Iran

A.A. Mohammadi¹, R. Norooz Valashedi^{2*}, M. Hadadinejad³

Received: 23/11/2019

Accepted: 31/10/2020

Abstract

Each plant requires specific amount of heat units complete its growing season. In this study, the heat units of different phenological stages of three cultivars of black raspberry have been investigated. After maintaining the chilling requirement, the studied cultivars were transferred to the greenhouse. The cultivars; Silvan (early), Marion (medium) and Topai (late) spent 91, 109 and 118 days from planting to harvest in the greenhouse, respectively. The results showed that the heat requirements of different raspberry cultivars to complete the phenological stages are different from each other. Early black raspberries variety has a lower heat requirement of 43,000 Cumulative Degree Growth Hours (CGDH) and produce larger fruits than their parent medium maturing variety with a heat requirement 51,000 CGDH. Under the climatic conditions of Sari, early maturing cultivars showed the capability to produce fruit in a 91 days period, while the same variety cultivated in the greenhouse, produced the fruits 2 month earlier, which is important in off-season production. For the Topai cultivar, which differs from early and middle cultivars in most traits, the phenological stages were longer and the single fruit weight and stalk length were higher comparing to other cultivars. However, in this cultivar, the buds break occurred earlier than other cultivars, although the higher heat requirement from fruit formation to ripening i.e. 55000 CGDH led to later ripening of the crop. Further studies on bioclimatic requirement of other blackberry varieties for proper management decisions and improving the production is recommended.

Keywords: Chilling Requirement, Fruit Ripening, Bud Break, Blackberry, Greenhouse



¹ M.Sc. Student of Horticulture, Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

² Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

(*Corresponding Author's Email Address: rezanorooz@yahoo.com)

³ Assistant professor, Department of Horticulture, Crop sciences college, Research Institute of Medicinal Plants Biotechnologies (RIMPBio), Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, Iran

نحوه ارجاع مقاله:

محمدی، ا.ع.، نوروز ولشدی، ر.، حدادی نژاد، م. ۱۳۹۹. بررسی نیاز گرمایی و پارامترهای رشد سه رقم تمشک سیاه (*Rubus sp.*) در شرایط اقلیمی ساری. نشریه هواشناسی کشاورزی، ۸ (۲): ۲۶-۳۴. DOI: 10.22125/agmj.2020.208040.1082

Mohammadi, A.A., Norooz Valashedi, R., Hadadinejad, M. 2020. Evaluation of heat requirement and growth parameters of three cultivars of Blackberry (*Rubus sp.*) under climatic conditions of Sari, Iran. Journal of Agricultural Meteorology, 8(2): 26-34. DOI: 10.22125/agmj.2020.208040.1082