



## Estimation of Chilling and Heat Requirements of Different Cultivars of Blackberry in Field Conditions in East Mazandaran

Somayeh Tabari Juybari<sup>1</sup> | Mehdi Hadadinejad<sup>2✉</sup> | Reza Norooz Valashedi<sup>3</sup>

1. Department of Horticulture Sciences, Agronomy College, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: [somayeh.tabari@sanru.ac.ir](mailto:somayeh.tabari@sanru.ac.ir)
2. Corresponding Author, Department of Horticulture Sciences, Agronomy college, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: [m.hadadinejad@sanru.ac.ir](mailto:m.hadadinejad@sanru.ac.ir)
3. Department of Water Engineering, Agronomy College, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: [rezanorooz@sanru.ac.ir](mailto:rezanorooz@sanru.ac.ir)

### Article Info

#### Article type:

Research Article

#### Article history:

Received 11 June 2022

Received in revised form

10 January 2023

Accepted 9 February 2023

Published online 13 December 2023

#### Keywords:

*Bud bursting*

*Dynamic model*

*Early ripen*

*Field*

*Thornless cultivar*

### ABSTRACT

**Objective:** This research tried to determine the chilling and heat requirements of blackberry (*Rubus* sp.) cultivars.

**Methodes:** Three thorny (Tupy, Marion, Silvan) and two thornless (Merton and Red immature) cultivars after the onset of dormancy and after exposing the chilling requirement were collected from Blackberries collection of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU) and evaluated via factorial randomized complete block design (RCBD) included cultivars (2 thornless and 3 thorny cv.) and chilling hours (500, 700 and 900) on three replication in a greenhouse at 2019. Then the chilling and heat requirement models were calculated.

**Results:** The highest percentage of the first bud burst related to thorny cultivar Silvan after 500 hours chilling. Marion and Tupy, and Red immature burst in 700 hours of chilling but Merton thornless burst after 900 hours. Also, the minimum day number for 50% bud burst in all cultivars was obtained in 700 hours of chilling.

**Conclusion:** It should be noted that only thorny cultivars reached full bloom and therefore are the most suitable cultivars for the development in eastern of south of Caspian Sea region. Thornless cultivars did not reach full bloom even after receiving 900 hours of chilling. The heat required for 50% of buds to bloom varied from 6324 GDH in thornless Merton cultivar to 1116 GDH in Tupy cultivar. Using complementary treatments such as Hydrogen cyanamide to improve bud burst can be helpful.

**Cite this article:** Tabari Juybari, S., Hadadinejad, M., & Norooz Valashedi, R. (2023). Estimation of Chilling and Heat Requirements of Different Cultivars of Blackberry in Field Conditions in East Mazandaran. *Journal of Crops Improvement*, 25 (4), 1101-1116. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2023.344327.2720>





## برآورد نیاز سرمایی و گرمایی ارقام مختلف تمشک سیاه در شرایط مزرعه‌ای شرق مازندران

سمیه طبری جویباری<sup>۱</sup> | مهدی حدادی نژاد<sup>۲</sup> | رضا نوروز ولاشندی<sup>۳</sup>

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: [somayeh.tabari@sanru.ac.ir](mailto:somayeh.tabari@sanru.ac.ir)
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: [m.hadadinejad@sanru.ac.ir](mailto:m.hadadinejad@sanru.ac.ir)
۳. گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: [r.norooz@sanru.ac.ir](mailto:r.norooz@sanru.ac.ir)

### اطلاعات مقاله

### چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

**هدف:** به منظور تعیین نیاز سرمایی و گرمایی ارقام تمشک سیاه (*Rubus sp.*) این پژوهش انجام شد. **روش پژوهش:** قلمه‌های سه رقم خاردار (توپای، سیلوان و ماریون) و دو رقم بی‌خار (قرمز نارس و مرتون) پس از شروع رکود و تأمین نیاز سرمایی مختلف در سال ۱۳۹۸ از کلکسیون تمشک دانشگاه علوم کشاورزی ساری جمع‌آوری و به صورت فاکتوریل شامل ارقام (سه رقم خاردار و دو رقم بی‌خار) و ساعت‌های سرمایی (۵۰۰، ۷۰۰، ۹۰۰) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه ارزیابی شد. سپس مدل‌های نیاز سرمایی و گرمایی محاسبه گردید.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۰/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۹/۲۲

**یافته‌ها:** رقم خاردار و زودرس سیلوان پس از دریافت ۵۰۰ ساعت نیاز سرمایی، بیش‌ترین درصد شکوفایی اولین را جوانه داشت. اولین شکوفایی در ارقام خاردار میان‌رس و دیررس (ماریون و توپای) و رقم بی‌خار قرمز نارس در ۷۰۰ ساعت سرما اما در رقم بی‌خار مرتون در ۹۰۰ ساعت مشاهده گردید. کم‌ترین تعداد روزی که همه ارقام خاردار و بی‌خار توانستند به مرحله شکوفایی ۵۰ درصدی جوانه‌ها برسند وقتی بود که حداقل ۷۰۰ ساعت سرما را دریافت نمودند.

### کلیدواژه‌ها:

رقم بی‌خار

زودرس

شکوفایی

مدل دینامیک

مزرعه

**نتیجه‌گیری:** با این حال، تنها ارقام خاردار بودند که به شکوفایی کامل رسیدند و به همین دلیل مناسب‌ترین ارقام جهت توسعه کشت در شرق مازندران می‌باشند. ارقام بی‌خار حتی با دریافت ۹۰۰ ساعت سرما به شکوفایی کامل نرسیدند. نیاز گرمایی لازم جهت شکوفایی ۵۰ درصد جوانه‌ها بین ۱۱۱۶ GDH (رقم خاردار و دیررس توپای) تا ۶۳۲۴ GDH (رقم بی‌خار مرتون) متغیر بود. در مورد ارقام بی‌خار استفاده از تیمارهای تکمیلی مثل سیانامید هیدروژن جهت بهبود شکوفایی جوانه می‌تواند راه‌گشا باشد.

**استناد:** طبری جویباری، سمیه؛ حدادی نژاد، مهدی و نوروز ولاشندی، رضا (۱۴۰۲). برآورد نیاز سرمایی و گرمایی ارقام مختلف تمشک سیاه در شرایط مزرعه‌ای شرق مازندران. *به زراعی کشاورزی*، ۲۵ (۴)، ۱۱۰۱-۱۱۱۶. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2023.344327.2720>



## ۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، میوه‌های ریز مانند تمشک سیاه توجه پژوهش‌گران، تولیدکنندگان میوه و مصرف‌کنندگان را به دلیل حضور مواد مغذی اساسی، فیبر، مواد معدنی، ویتامین‌ها و ترکیبات فنولی مختلف به خود جلب کرده است. تمشک سیاه (*Rubus sp.*) متعلق به خانواده Rosaceae است و قبلاً به‌عنوان یک میوه وحشی شناخته می‌شد که امروزه کشت ارقام خاردار و بی‌خار در کشورهای مختلف دارای اهمیت بسیاری است (Hussain et al., 2016). مهم‌ترین ارقام تمشک سیاه که در گذر زمان به ایران وارد و به‌طور عمده در شمال کشور کشت شده‌اند شامل ارقام خاردار رونده سیلوان (زودرس) و ماریون (میان‌رس) و رقم نیمه‌ایستاده (توپای/توپای) با نام علمی *R. fruticosus* aggr. و ارقام بی‌خار نارس سبز از گونه *R. ulmifolius* (تورنلس اورگرین، اورتورنلس، مرتون) و نارس قرمز از گونه *R. laciniatus* (با میوه نارس به رنگ قرمز) می‌باشند (عبدی و همکاران، ۱۳۹۹). خارهای تمشک سیاه در واقع برآمدگی‌هایی حاصل از بخش بیرونی کورتکس آوندی هستند. این خارها زائده‌های اپیدرمی می‌باشند که از کرک‌های چوبی تشکیل شده‌اند (Finn et al., 2005).

در شرایط رشدی مناطق معتدله، شاخه‌های اولیه<sup>۲</sup> تمشک‌های سیاه دو سال بارده<sup>۳</sup> دارای یک دوره خواب هستند که در نتیجه طول روز کوتاه و دمای پایین در پاییز القا شده و این شاخه که اکنون فلوریکن<sup>۴</sup> نامیده می‌شود با دریافت سرمای زمستان و شکستن رکود، رشد را آغاز می‌کند (Graham & Brennan, 2018). اصولاً 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. در واقع گاهی نیاز سرمایی و گاهی نیاز گرمایی در زمان گلدهی، بیش‌ترین نقش را دارند اگر رقمی در ناحیه‌ای کشت شود که نیاز سرمایی آن به اندازه کافی تأمین نشود دچار اختلالاتی در رشد رویشی و زایشی می‌شود (Samish & Lavee, 1982). رکود ناقص و برآورده‌نشدن نیاز سرمایی جوانه موجب تأخیر در شکستن خواب جوانه، کاهش جوانه‌های شکوفا شده و گلدهی نابهنگام می‌شود (Erez, 2000). اگر رقمی با نیاز سرمایی کم در منطقه‌ای با زمستان‌های خنک کشت شود به دلیل تأمین سریع نیاز سرمایی آن دچار خسارت ناشی از وقوع دماهای پایین (یخبندان زمستانه) و سرمازدگی بهاره شده و با کاهش عملکرد روبرو خواهد شد (Scorza & Okie, 1990). در مناطقی که زمستان‌های خیلی سرد دارد دما ممکن است در طول دوره رکود به حدی پایین باشد که در دامنه تأمین نیاز سرمایی مورد نیاز قرار نگرفته و در نتیجه نیاز سرمایی را تأمین نکند (Finetto, 1997). به‌طور کلی ارقام مختلف تمشک سیاه از لحاظ نحوه برداشت و زمان رسیدن، اندازه میوه، عملکرد کلی هر بوته، عطر و طعم، شکل، رنگ و سایر صفات با یکدیگر متفاوت می‌باشند (Finn et al., 2005) که عوامل دمایی نیز بر آن مؤثر است. روند رو به رشد تولید تمشک سیاه به گونه‌ای است که تنها در سال ۲۰۱۴ در ایالات متحده ۶۰۰ هکتار زیر کشت تمشک سیاه قرار گرفته است (Dixon et al., 2015). همچنین میزان تولید آن در کشور آمریکا در سال ۲۰۱۶، ۴۳۶۰۰۰۰ تن بود که نشان از اهمیت و تولید بالای این محصول است. براساس گزارش جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۷ سطح کاشت تمشک ۴۴ هکتار و میزان تولید آن در کشور ایران ۶۷ تن بوده و سطح کاشت آن در مازندران ۱۷ هکتار و میزان تولید آن ۴۸ تن گزارش شده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷). میزان عملکرد برای ارقام خاردار ۱۰ تا ۲۰ تن در هکتار گزارش شده است (FAO, 2019). اختلاف عملکرد گزارش شده بین شرق و غرب مازندران مشهود است، این اختلاف عملکرد می‌تواند ناشی از نوع رقم، مدیریت داشت و یا عدم تأمین نیاز سرمایی باشد. هدف از این پژوهش محاسبه و تعمیم مناسب‌ترین مدل تأمین نیاز سرمایی برای ارقام خاردار و بی‌خار تمشک سیاه در شرق استان مازندران است.

1. Prickles
2. Primocane
3. Floricane Bearing
4. Floricane

## ۲. پیشینه پژوهش

مقدار نیاز سرمایی برای شکستن رکود به گونه، رقم، نوع جوانه و نوع تأمین سرما بستگی دارد (Hauagge & Cummins, 1991). به‌منظور انتخاب ارقام و گونه‌های مناسب میوه برای شرایط آب‌وهوایی منطقه موردنظر، پژوهش‌گران مدل‌های نیاز سرمایی را توسعه داده‌اند که دماهای ثبت‌شده را به واحدهای سرمایی تبدیل می‌کند (Fennell, 1999; Luedeling *et al.*, 2009). نخستین مدل، استفاده از تعداد ساعات با دمای زیر  $7/2$  درجه سانتی‌گراد بود که به‌علت عدم تأثیر دمای یخبندان در تجمع سرمای زمستان، محدودهٔ صفر تا  $7/2$  درجه سانتی‌گراد را در مدل ساعات سرمایی محاسبه کردند (Luedeling *et al.*, 2009). یکی دیگر از مدل‌های مورد استفاده، مدل یوتا است که مدل وزنی ساعات سرمایی است و تأثیر منفی در تجمع واحدهای سرمایی را در نظر دارد. با توجه به دماهای بالای روزانه در مناطقی با زمستان‌های معتدل، مدل یوتا می‌تواند اثر منفی دماهای بالا را در محاسبه تجمع نیاز سرمایی تاحدی کاهش دهد (Richardson *et al.*, 1974). مدل دینامیک (Fishman *et al.*, 1987) برای فلسطین اشغالی توسعه یافته است و برای مناطقی که در فصل زمستان در بعضی مواقع دمای گرم اتفاق می‌افتد، مفید است (Campoy & Ruiz, 2011; Fishman *et al.*, 1987). در این مدل طول دورهٔ سرما و تناوب دمای بالا طی دورهٔ سرما اهمیت زیادی دارد. به‌طور مثال، دماهای  $13$  تا  $16$  درجه سانتی‌گراد به‌تنهایی اثر مثبت در تأمین نیاز سرمایی ندارند، اما در صورتی که با دمای پایین در تناوب قرار گیرند می‌توانند پاسخ گیاه را افزایش دهند (Luedeling *et al.*, 2009). نیاز سرمایی و گرمایی  $69$  رقم زردآلوی ژاپنی براساس مدل دینامیک در چین بررسی شدند و براساس نیاز سرمایی به سه گروه کم‌تر از  $50$ ، بخش سرما، بین  $50$ – $70$  بخش سرما و بیش‌تر از  $70$  بخش سرما تقسیم‌بندی شدند (Zhuang *et al.*, 2016). نتایج نشان داد که نیاز سرمایی این ارقام با محل پیدایش آن‌ها همبستگی داشت اما بین نیاز گرمایی و محل پیدایش آن‌ها ارتباط مشخصی پیدا نشد (Richardson *et al.*, 1974). زمان شکوفه‌دهی وابستگی معنی‌داری به میزان نیاز گرمایی دارد (Citadin, 2001). همچنین گزارش شده که زمان تمام گل در درختان میوه مناطق معتدله به میزان نیاز سرمایی برای غلبه بر رکود و میزان نیاز حرارتی پس از اتمام رکود، بستگی دارد (Alburquerque *et al.*, 2008). تاریخ گلدهی یک رقم با نیاز سرمایی و نیز با واحد گرمای تجمعی تعیین می‌شود (Brown, 1957; Cesaraccio *et al.*, 2004). توسعه دوره شکوفایی یکی دیگر از ابزارهای تولید میوه در مناطقی با خطر آسیب ناشی از دمای پایین‌تر از دمای بهینه در بهار است (Benedikova, 2004). شروع گلدهی درختان میوه معتدله علاوه بر برآورده شدن نیاز سرمایی و نیاز گرمایی، جوانه به یک آستانه دمایی نیز بستگی دارد. جوانه گل برخی از گونه‌های درختان میوه به‌طور متوسط در هشت درجه سانتی‌گراد شروع به شکوفایی می‌کند اما، برخی دیگر تا قبل از رسیدن به دمای  $15$  درجه سانتی‌گراد شکوفه نخواهند داد (فاوست، ۱۳۷۷). معمولاً نیاز گرمایی از جمله ویژگی‌های یک رقم است. ارقام زودگل نسبت به ارقام دیرگل نیاز گرمایی کم‌تری دارند (فاوست، ۱۳۷۷).

بین نیاز سرمایی موردنیاز برای شکستن خواب و نیاز گرمایی موردنیاز برای گلدهی یک رابطه منفی وجود دارد (Ruiz *et al.*, 2007). در زمانی که نیاز سرمایی به اندازه کافی تأمین شده باشد میزان نیاز گرمایی کم‌تر می‌شود و معمولاً درختانی که نیاز سرمایی بالاتری دارند نیاز گرمایی کم‌تری دارند (فاوست، ۱۳۷۷). نیاز سرمایی به ارقام وابسته است. دامنه قابل‌توجهی در موردنیاز سرمایی در بین ارقام تمشک سیاه وجود دارد، دامنه حدود  $200$  تا  $900$  ساعت نیاز سرمایی وجود دارد که در صورت عدم تأمین آن در فصل رکود با افزایش نیاز گرمایی گیاه جبران می‌شود (Hall & Funt, 2017). لذا جهت بررسی سازگاری ارقام مختلف، تعیین نیاز گرمایی جوانه‌ها ضرورت دارد برای این کار از درجه ساعت رشد<sup>۱</sup> و یا

درجه روز رشد<sup>۱</sup> استفاده می‌شود (Saur, 1985). در پژوهشی (عابدی قشلاقی و همکاران، ۱۳۹۷)، نیاز سرمایی ارقام هایوارد، توموری و ژنوتیپ‌های طلایی نر و ماده کیوی، براساس مدل‌های ساعات سرمایی، یوتا و دینامیک و نیاز گرمایی به روش درجه ساعت رشد (GDH) بررسی کردند و دریافته‌اند با تداوم دریافت سرما در جوانه کیوی، نیاز گرمایی برای شکفتن کاهش یافت و همبستگی منفی و معنی‌داری بین نیاز سرمایی و گرمایی برای شکفتن جوانه به‌دست آوردند.

### ۳. روش شناسی پژوهش

#### ۳.۱. شرایط اجرا

پس از تعیین نیاز سرمایی ارقام در محیط آزمایشگاهی (طبری جویباری و همکاران، ۱۴۰۱) این آزمایش در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در طول جغرافیایی ۳۶/۴۰ و عرض جغرافیایی ۵۳/۴ درجه به‌منظور تعیین اثر تیمارهای مختلف سرمای طبیعی بر نیاز سرمایی ارقام مختلف تمشک خاردار شامل (Tupy, Silvan, Marion) و ارقام بی‌خار (Red immature, Merton) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار (۱۰ قلمه در هر تکرار) انجام شد. فاکتور اول شامل ارقام مختلف (سه رقم خاردار و دو رقم بی‌خار) و فاکتور دوم شامل ساعات‌های سرمایی (۵۰۰، ۷۰۰ و ۹۰۰) بود.

#### ۳.۲. نحوه اجرا

به‌منظور تعیین نیاز سرمایی پس از دریافت سرمای طبیعی شامل ۵۰۰، ۷۰۰ و ۹۰۰ ساعت سرما در مزرعه، قلمه‌هایی به طول ۲۰ سانتی‌متر از شاخه‌های پریمو کین سرما دیده (فلوری کین) ارقام تمشک سیاه دو سال بارده جمع‌آوری و به شرایط گلخانه‌ای منتقل گردیدند. در گلخانه قلمه‌ها در آب مقطر، شرایط ۱۶ ساعت نور و دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. هر پنج روز انتهای قلمه‌ها (برای جلوگیری از مسدود شدن آوندها در زیر آب) در حدود ۰/۵ سانتی‌متر برش داده شده و هر دو روز یک‌بار آب گلدان‌ها تعویض شد. ارزیابی به‌منظور تعیین درصد جوانه‌زنی سه بار در هفته انجام شد. معیار شکفتن جوانه‌ها نمایان شدن رنگ سبز در نوک جوانه بود. اثر زمان مختلف نمونه‌برداری جوانه (جوانه‌هایی که سرما طبیعی دریافت کرده بودند) بر درصد شکوفایی اولین جوانه، شمار روز تا شکوفایی ۵۰ درصد جوانه و درصد نهایی شکوفایی جوانه به‌منظور تخمین مقدار نیاز سرمایی در هر تکرار، ثبت شد.

#### ۳.۳. محاسبه مدل‌ها

همچنین نیاز سرمایی مطابق مدل‌های مختلف سرمایی (ساعت سرمایی، مدل یوتا و دینامیک) براساس بوته‌های موجود در مزرعه محاسبه و ارزیابی گردید. جهت برآورد مقدار نیاز سرمایی از نرم‌افزار R (نسخه ۴/۲/۱) کتابخانه Chill نسخه (۰/۷۰/۲۱) اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک دشت ناز در مجاورت محل آزمایشات و اندازه‌گیری‌ها استفاده شد. در این مدت میزان تجمع سرما به سه روش مدل ساده CH (Bennett, 1949) و یوتا UM (Richardson et al., 1974) و دینامیک DM (Fishman et al., 1987) نیز بررسی شد. روابط موردنیاز جهت برآورد واحد نیاز سرمایی به شرح ذیل بود:

$$CH_t = \sum_{t-1}^t CH \begin{cases} T < 0^\circ C & : 0 \\ 0^\circ C \leq T_t \leq 7.2^\circ C & : 1 \\ T_t > 7.2^\circ C & : 0 \end{cases} \quad \text{مدل ساده صفر-۷ درجه نیاز سرمایی (CH)}$$

$$ucut_t = \sum_{t=1}^t T_u \begin{cases} t \leq 1.4^\circ\text{C} & : +0.0 \\ 1.4^\circ\text{C} < T \leq 2.4^\circ\text{C} & : +0.5 \\ 2.4^\circ\text{C} < T \leq 9.1^\circ\text{C} & : +1.0 \\ 9.1^\circ\text{C} < T \leq 12.4^\circ\text{C} & : +0.5 \\ 12.4^\circ\text{C} < T \leq 15.9^\circ\text{C} & : +0.0 \\ 15.9^\circ\text{C} < T \leq 18.0^\circ\text{C} & : -0.5 \\ T \geq 18.0^\circ\text{C} & : -1.0 \end{cases}$$

مدل یوتا (UM) UCUt model

$$X_i = \frac{e^{\frac{SIP \cdot tom \cdot T_K - teanit}{T_K}}}{1 + e^{\frac{SIP \cdot teanir \cdot T_K - teanir}{T_K}}}$$

مدل پویا یا دینامیک (DM) CP model

$$x_s = \frac{a0}{a1} \cdot e^{\frac{e_1 - e_0}{T_K}}$$

$$ak_1 = a_1 \cdot e^{\frac{e_1}{T_K}}$$

$$inter_E = x_s - (x_s - inter_s) \cdot e^{-ak_1}$$

$$inter_s = \begin{cases} t = t_0 & 0 \\ t > t_0 \wedge inter_{E_{t-1}} < 1 & inter_{E_{t-1}} \\ t > t_0 \wedge inter_{E_{t-1}} \geq 1 & inter_{E_{t-1}}(1 - xi) \end{cases}$$

delt

$$= \begin{cases} t > t_0 \wedge interE \end{cases}$$

$$< 1 \quad \begin{matrix} t = t_0 & : 0 \\ & : 0 \end{matrix}$$

$$t > t_0 \wedge interE \geq 1 \quad : xi \cdot interE$$

$$cpt = \begin{cases} t = t_0 & : del \\ t \geq t_0 & : del + cpt_{t-1} \end{cases}$$

میزان نیاز گرمایی بر پایه درجه ساعت رشد (GDH) برای هر رقم طبق فرمول زیر محاسبه شد (Gu, 2016):

$$\text{Growth degree hours} = \left( \frac{\text{Max}^\circ\text{C} + \text{Min}^\circ}{2} - b \right) a$$

a: ساعت پس از پایان تیمار سرمایی

b: دمای پایه (دمایی که در آن دما شروع به شکوفایی جوانه می‌کند که برای تمشک ۶ درجه سانتی‌گراد است).

### ۴.۳. تجزیه آماری

داده‌ها براساس طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه گردید. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD<sup>۱</sup> انجام و نمودارها با نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ رسم گردید. در تحلیل و محاسبه نمایه‌های سرمایی از اطلاعات میانگین دمای هوا و کمینه و بیشینه دما و اطلاعات ساعتی دیدبانی شده استفاده شد. پس از کنترل کیفی اطلاعات و تأیید نرم‌الیت از آن در روابط برآورد نیاز سرمایی استفاده شد.

#### ۴. یافته‌های پژوهش

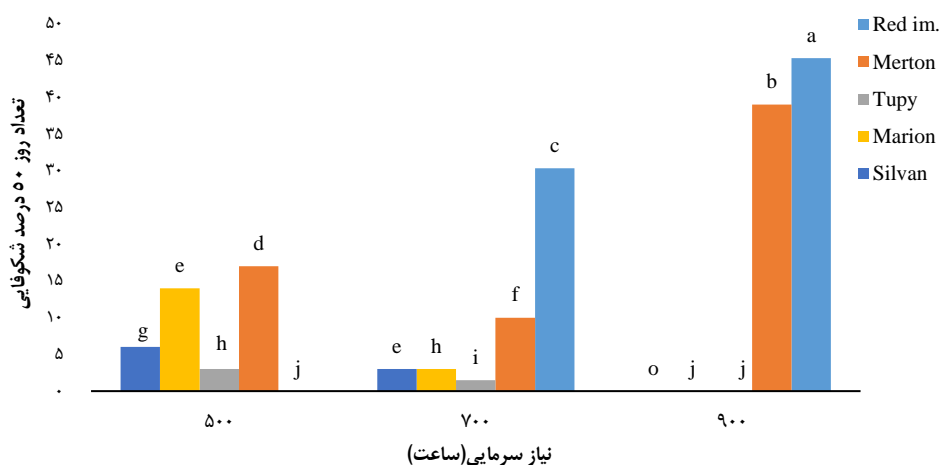
نتایج نشان داد اثر سرمای محیط، رقم و اثر متقابل آن‌ها بر شکوفایی اولین جوانه، شکوفایی ۵۰ درصد جوانه‌ها، شکوفایی کامل جوانه‌ها و نیاز گرمایی تمشک سیاه بسیار معنی‌دار است (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس نیاز سرمایی ارقام تمشک در شرایط مزرعه

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
نیاز گرمایی	شمار روز تا شکوفایی نهایی جوانه	شمار روز تا شکوفایی ۵۰ درصد جوانه	شکوفایی جوانه		
۲۵۷۵۴۱۲/۶۵۳**	۶۵۷/۷۰**	۷۲۷/۱۸**	۲۳۵۴/۸۹**	۵	سرما
۱۸۱۴۲۵۰/۵۴**	۲۴۰/۱۰**	۵۶۷/۹۳**	۶۹۷/۶۶**	۴	رقم
۳۹۴۵۱۴۹/۷۳**	۱۱۴/۱۰**	۳۳۸/۳۸**	۵۴۷/۰۵**	۲۰	اثر متقابل
۱۰/۵۰	۰/۲۰	۰/۲۹	۰/۴۰	۶۰	خطا
۸/۹۴	۱۱/۲۷	۹/۴۹	۶/۶۹		ضریب تغییرات (%)

\*\* معنی‌دار معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

بنابر نتایج ارقام خاردار سیلوان، ماریون و توپای بیش‌ترین تعداد روز برای رسیدن به ۵۰ درصد شکوفایی جوانه را وقتی نشان دادند که ۵۰۰ ساعت نیاز سرمایی دریافت نموده بودند (شکل ۱).



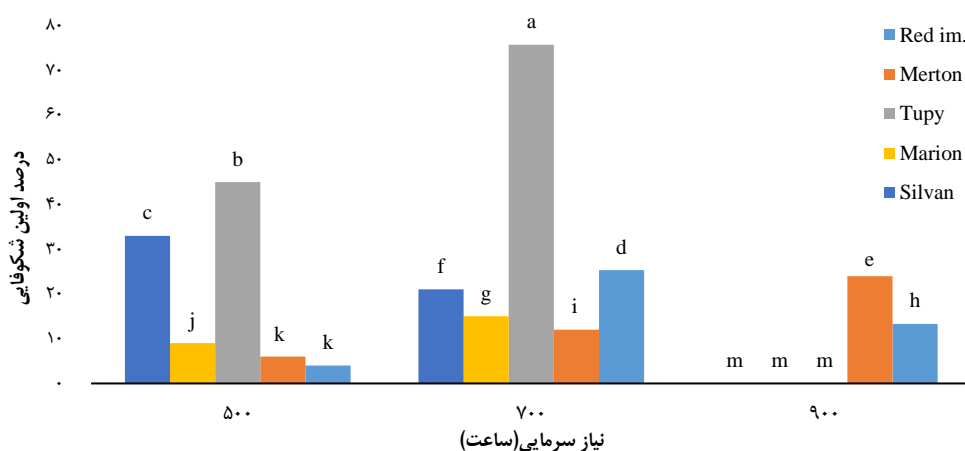
شکل ۱. اثر متقابل نیاز سرمایی بر تعداد روز تا شکوفایی ۵۰ درصد جوانه ارقام خاردار و بی‌خار تمشک سیاه در شرایط مزرعه

نتایج حاکی از آن بود که با دریافت سرمای ۵۰۰ ساعت ارقام سیلوان، ماریون و توپای به‌ترتیب بعد از ۱۴ و ۳ و ۳ روز به ۵۰ درصد شکوفایی رسیدند، این درحالی است که همین ارقام در زمان دریافت ۷۰۰ ساعت نیاز سرمایی به‌ترتیب بعد از ۳، ۳ و ۱/۵ روز به ۵۰ درصد شکوفایی جوانه می‌رسند.

هم‌چنین بررسی ارقام بی‌خار نیز نشان داد که در زمان دریافت ۵۰۰ ساعت نیاز سرمایی، رقم مرتون پس از ۱۷ روز به ۵۰ درصد شکوفایی رسیده اما در رقم نارس قرمز، شکوفایی انجام نمی‌شود. بهترین عملکرد ارقام بی‌خار در شکوفایی ۵۰ درصد جوانه در بوته، وقتی مشاهده شد که ۷۰۰ ساعت سرما دریافت نمودند، به‌طوری‌که رقم مرتون پس از ۱۰ روز و رقم نارس قرمز پس از ۳۰ روز به شکوفایی ۵۰ درصدی رسیدند. در سرمای ۹۰۰ ساعت نیز رقم مرتون پس از ۳۹ روز و

رقم نارس قرمز پس از ۴۵ روز به ۵۰ درصد شکوفایی جوانه رسیدند (شکل ۱). تفاوت ژنتیکی و منشأ ارقام مختلف را می‌توان از مهم‌ترین دلایل بروز این اختلاف‌ها دانست. هرچند بروز تفاوت در بین ارقام مختلف یک گونه معتدله در زمان کاشت در مناطق نیمه‌گرمسیری قابل پیش‌بینی است اما نکته مهم اینجاست که این تفاوت‌ها باید شناسایی شوند تا منجر به نوسان عملکرد نگردد.

نتایج نشان داد در رقم توپای درصد شکوفایی اولین جوانه در زمان دریافت ۷۰۰ ساعت نیاز سرمایی در بیش‌ترین میزان (۷۵/۶ درصد) بود. کم‌ترین درصد شکوفایی اولین جوانه به میزان چهار درصد در زمان دریافت نیاز سرمایی (۵۰۰ ساعت) در رقم بی‌خار قرمز مشاهده شد (شکل ۲).



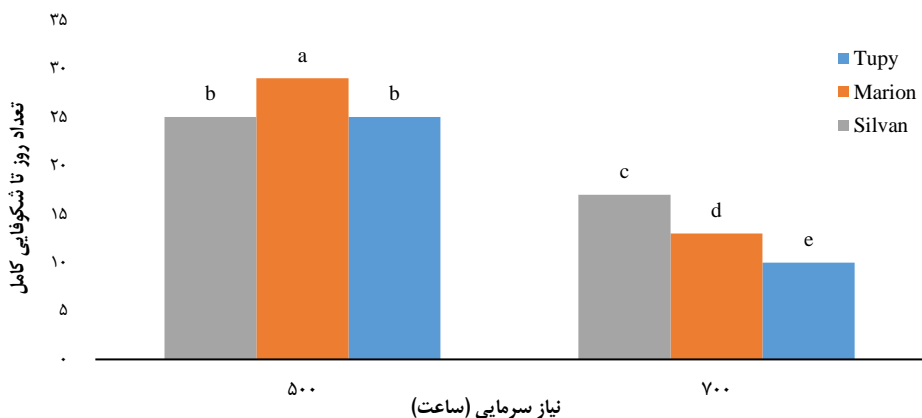
شکل ۲. اثر متقابل نیاز سرمایی بر درصد شکوفایی اولین جوانه ارقام خاردار و بی‌خار تمشک سیاه در شرایط مزرعه

در ارقام خاردار توپای و ماریون و رقم بی‌خار مرتون هم‌زمان با افزایش ساعت نیاز سرمایی، روند افزایشی در درصد شکوفایی اولین جوانه دریافتی مشاهده شد. در رقم خیلی زودرس و خاردار سیلوان روند کاهشی مشاهده شد و در رقم بی‌خار قرمز نارس این روند تا زمان دریافت ۷۰۰ نیاز سرمایی افزایشی و سپس در ۹۰۰ ساعت کاهش معنی‌داری نشان داد (شکل ۲). بررسی‌ها نشان داد که تنها ارقام خاردار در شرایط مزرعه به شکوفایی کامل رسیدند هرچند در ساعات مختلف سرما و تعداد روزها متفاوت بودند. به‌طوری‌که در ۵۰۰ ساعت سرما تعداد روز بیش‌تری لازم بوده تا به شکوفایی کامل برسند، این در حالی است که با ۷۰۰ ساعت سرما زودتر شکوفایی کامل اتفاق افتاد. ارقام سیلوان، ماریون و توپای با ۵۰۰ ساعت سرما به ترتیب پس از ۱۷، ۱۳ و ۱۰ روز شکوفایی کامل جوانه‌ها را نشان دادند (شکل ۳). سرما نه‌تنها به درصد باز شدن جوانه‌ها بلکه بر سرعت شکفتن آن‌ها نیز اثر دارد (Walser et al., 1981).

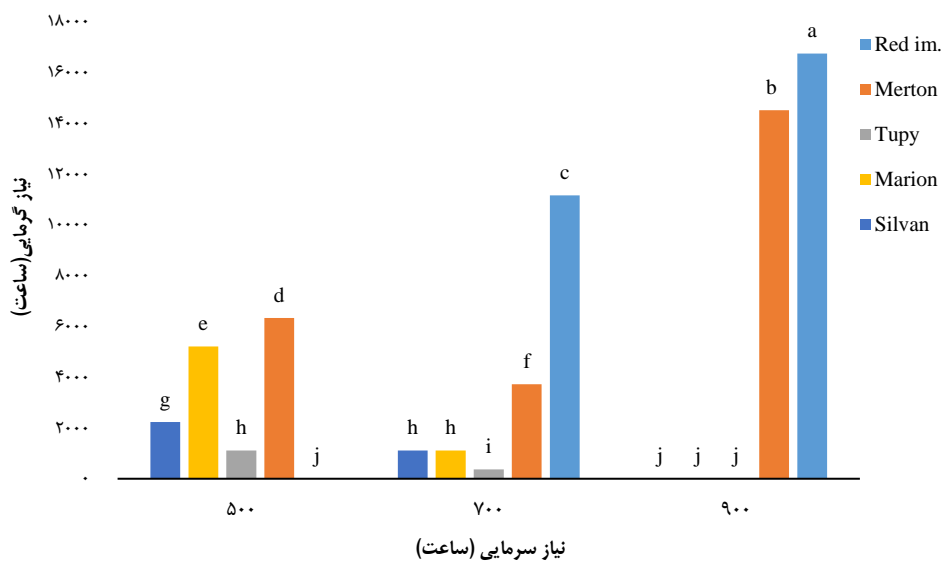
نتایج بررسی نیاز گرمایی ارقام مختلف تمشک سیاه در شرایط مزرعه نشان داد که رابطه معکوسی بین نیاز سرمایی و نیاز گرمایی وجود دارد. به‌طوری‌که گیاهانی که ۵۰۰ ساعت سرما دریافت نمودند، نیاز گرمایی بیش‌تری داشتند. اگرچه میان ارقام خاردار و بی‌خار تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بیش‌ترین مقدار نیاز گرمایی جهت شکوفایی ۵۰ درصد جوانه در رقم بی‌خار مرتون با ۶۳۲۴ ساعت در شرایط ۵۰۰ ساعت سرما مشاهده شد که با سایر ارقام تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهد. در بین ارقام خاردار، رقم خاردار ماریون پس از رقم مرتون با ۵۲۰۸ ساعت در ۵۰۰ ساعت سرما در سطح بالایی قرار دارد. رقم سیلوان با ۲۲۳۲ ساعت و رقم توپای با ۱۱۱۶ ساعت مقدار گرمای کم‌تری نیاز دارند. ارقام سیلوان، ماریون و



توپای در شرایط ۷۰۰ ساعت سرما، نیاز گرمایی کمتری را نشان دادند. به طوری که این ارقام به ترتیب ۱۱۱۶، ۱۱۱۶ و ۳۷۲ ساعت گرما نیاز داشتند (شکل ۴).



شکل ۳. اثر متقابل نیاز سرمایی بر تعداد روز تا شکوفایی کامل جوانه ارقام خاردار و بی‌خار تمشک سیاه در شرایط مزرعه



شکل ۴. اثر متقابل نیاز سرمایی بر نیاز گرمایی ارقام خاردار و بی‌خار تمشک سیاه در شرایط مزرعه

بنابر نتایج نیاز گرمایی در شرایط مزرعه‌ای با افزایش ساعات سرمایی روند کاهشی را داشته و در ارقام مختلف با رسیدن از ۳۰۰ به ۵۰۰ ساعت سرما، از مقدار آن کاسته شده است. همچنین رقم بدون خار مرتون بیشترین نیاز گرمایی را از خود نشان داده است. به طور کلی می‌توان بیان کرد که ارقام خاردار برای باز شدن اولین جوانه و رسیدن به شکوفایی کامل ساعات سرمایی کمتری نسبت به ارقام بی‌خار نیاز داشته و با فاصله زمانی کوتاهی نسبت به یکدیگر شکوفا می‌شوند. در مکان‌هایی که نیاز سرمایی به خوبی برآورده می‌شود تفاوت زمان شکوفایی ارقام کم است (رضایی، ۱۳۹۱). در این آزمایش سرمای دریافتی جهت جوانه‌زنی کامل ارقام خاردار و بی‌خار تمشک سیاه براساس مدل‌های مورد مطالعه اختلاف نشان دادند (جدول ۲).

جدول ۲. برآورد نیاز سرمایی برای جوانه‌زنی کامل ارقام مختلف تمشک سیاه برحسب مدل‌های مختلف

UTAs	DM	CH	تاریخ شمسی	*DOY	رقم	نوع
۱۵۲۳.۲	۸۲.۱	۱۰۵۷	۱۳۹۹/۱۲/۱۵	۹۴	مرتون	بی‌خار
۱۵۲۸.۸	۸۱.۵	۱۰۵۵	۱۳۹۹/۱۲/۱۲	۹۱	قرمز نارس	
۱۱۹۸.۰	۶۰.۷	۸۳۴	۱۳۹۹/۱۱/۴	۵۴	ماریون	
۱۱۷۳.۵	۵۹.۵	۸۱۹.۵	۱۳۹۹/۱۱/۲	۵۲	سیلوان	خاردار
۱۱۳۵.۶	۵۷.۷	۷۹۷.۵	۱۳۹۹/۱۱/۳۰	۵۰	توپای	

\*DOY=Day of Years=jday روزشمار ژولیوسی، که مبدأ آن اولین روز سال میلادی است.

به‌طوری‌که براساس مدل ساعت سرمایی ارقام خاردار توپای سیلوان و ماریون به‌ترتیب ۷۹۷، ۸۱۹ و ۸۳۴ ساعت و ارقام بی‌خار قرمز نارس و مرتون به‌ترتیب به ۱۰۵۵ و ۱۰۵۷ ساعت سرمای زیر ۷ درجه نیاز داشتند همچنین براساس مدل دینامیک کم‌ترین نیاز سرمایی مربوط به رقم خاردار توپای با ۵۷/۷ و بیش‌ترین آن مربوط به رقم مرتون با ۸۲/۱ بخش سرمایی است. کم‌ترین واحد سرمای دریافتی نیز براساس مدل یوتا به رقم خاردار توپای به میزان ۱۱۳۵ واحد و بیش‌ترین آن به رقم مرتون با ۱۵۲۳ واحد سرمایی تعلق دارد. همچنین کم‌ترین تعداد روز جهت جوانه‌زنی رقم خاردار توپای به‌مدت ۵۰ روز و بیش‌ترین آن مربوط به رقم بی‌خار مرتون به‌مدت ۹۴ روز است (جدول ۲).

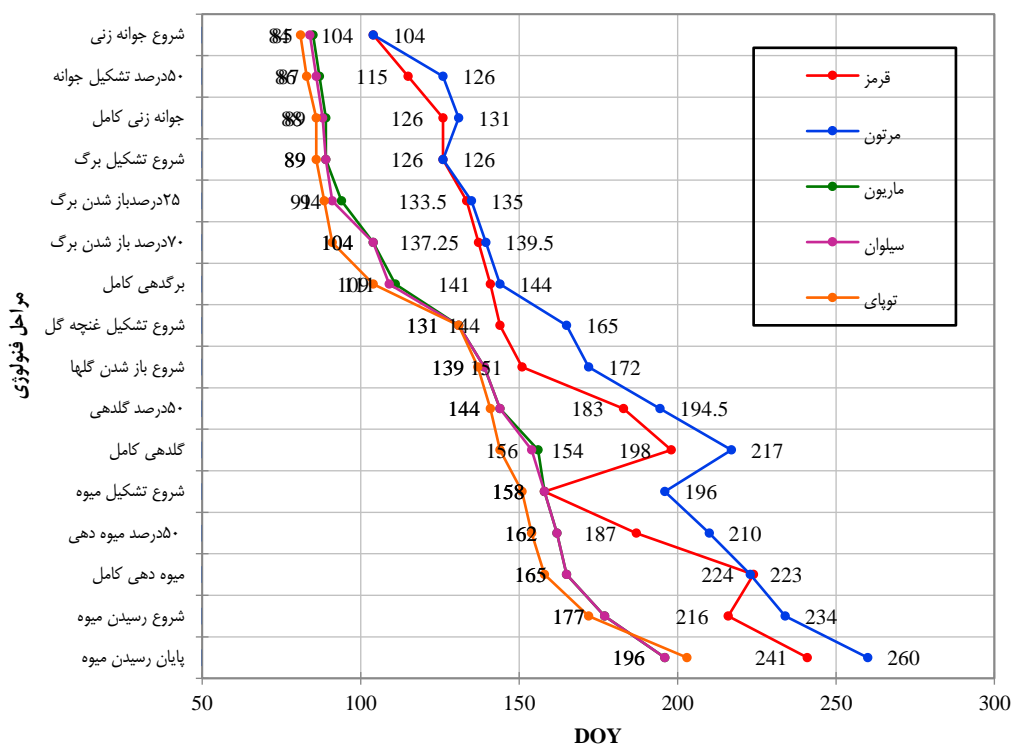
مقایسه مدل‌های مختلف نیاز سرمایی برای صفت جوانه‌زنی ارقام تمشک نشان داد که براساس همه مدل‌ها ارقام بی‌خار بدون اختلاف معنی‌دار (حروف مشابه)، بیش‌ترین نیاز سرمایی را دارا می‌باشند. ولی ارقام خاردار براساس مدل‌های یوتا و ساعت سرمایی از اختلاف معنی‌داری با یکدیگر برخوردار بودند (جدول ۳). بر طبق مدل دینامیک رقم‌های خاردار سیلوان (زودرس) و ماریون (میان‌رس) در یک گروه قرار گرفته و رقم خاردار توپای (دیررس) با نیاز سرمایی کم‌تر در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت. بنابراین می‌توان گفت مدل دینامیک بهترین مدل جهت ارزیابی نیاز سرمایی ارقام مختلف تمشک است (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه مدل‌های مختلف ارزیابی نیاز سرمایی برای صفت جوانه‌زنی کامل ارقام تمشک

	CH	DM	UTA	
مرتون	۱۰۵۶/۹۶۶a	مرتون	۸۲/۱۱۰a	قرمز
قرمز	۱۰۵۴/۹۶۰a	قرمز	۸۱/۵۱۲a	مرتون
ماریون	۸۳۳/۹۸۶b	ماریون	۶۰/۷۱۸b	ماریون
سیلوان	۸۱۹/۴۶۰c	سیلوان	۵۹/۵۲۹b	سیلوان
توپای	۷۹۷/۵۴۰d	توپای	۵۷/۶۶۱c	توپای
Pr> F(Model) Significant	< 0.0001 Yes	Pr> F(Model) Significant	< 0.0001 Yes	Pr> F(Model) Significant
Pr> F(Varite) Significant	< 0.0001 Yes	Pr> F(Varite) Significant	< 0.0001 Yes	Pr> F(Varite) Significant

اثر تکمیل‌نشدن نیاز سرمایی (در مواردی که وجود داشته) مربوط به اثر ساعت‌های سرمادهی به‌صورت شکل (۵) نشان داده شده است. داده‌های مربوط به آغاز شکوفایی، ۵۰ درصد و پایان شکوفایی جوانه‌ها به‌صورتی که نشان‌دهنده طول دوره برای هر رقم باشد در این شکل آورده شده است (شکل ۵).

مقایسه DOY در پنج رقم مختلف نشان داد که ارقام خاردار DOY کم‌تر داشته و میان ارقام خاردار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشده است. درحالی‌که ارقام بی‌خار دارای DOY بیش‌تر بوده و در برخی مراحل فنولوژیکی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری، نشان می‌دهند (شکل ۵). در واقع این نتایج بیانگر آن است که نیاز سرمایی این ارقام متفاوت است و بر مراحل فنولوژی تأثیر گذاشته است.



شکل ۵. بررسی DOY در مراحل مختلف فنولوژی پنج رقم تمشک سیاه

## ۵. بحث

در پژوهشی عابدی و همکاران (۱۳۹۷) نیز با ارزیابی زمان شکوفایی ۵۰ درصد از جوانه‌های کیوی معیار زمانی مناسب پایان رکود و تأمین نیاز سرمایی را اعلام نمودند، به طوری که ارقام هایوارد و توموری کم‌تر از ۲۵ روز زمان لازم داشتند تا پس از دریافت بیش از ۶۹۰ ساعت نیاز سرمایی به مرحله پایان رکود رسیده و پنجاه درصد جوانه‌های آن‌ها شکوفا شود.

در پژوهشی Hall & Funt (2017) دریافتند نیاز سرمایی به ارقام وابسته است و دامنه قابل توجهی از حدود ۲۰۰ تا ۹۰۰ ساعت نیاز سرمایی در بین ارقام تمشک سیاه وجود دارد. ارقام خاردار کیووا و پرایم-جیم به ۱۰۰ تا ۳۰۰ ساعت سرما، رقم بی‌خار اوچیتا حدود ۴۵۰ ساعت، شائونی، چاکتو و بی‌خار آراپاهو به ۳۰۰ تا ۶۰۰ ساعت و ارقام بی‌خار ناواهو، خاردار چیکساو، بی‌خار آپاچی به بیش‌تر از ۷۰۰ ساعت سرما (زیر ۷ درجه سانتی‌گراد) برای شکفتن جوانه نیاز دارند. تمشک سیاه بی‌خار آراپاهو، خاردار کیووا کوتاه‌ترین دوره رکود و ارقام بی‌خار ناواهو، خاردار چیکساو و شائونی نیاز سرمایی متوسط و ارقام دارو و بی‌خار آپاچی بیش‌ترین نیاز سرمایی را داشتند.

اختلاف در برآورد نیاز سرمایی ارقام را می‌توان نتیجه نوسانات فیزیولوژی بوته، بارندگی، شرایط دمایی محل آزمایش و حتی روش و مدل برآورد نیاز سرمایی دانست (عابدی و همکاران، ۱۳۹۷). بنابراین محاسبه نیاز سرمایی و مدل مناسب آن می‌تواند از مهم‌ترین فاکتورهای مربوط به انجام مطالعات اقلیم‌شناسی برای پیشنهاد رقم مناسب منطقه باشد.

کشت در مناطق با زمستان‌های معتدل، به علت تأمین زودتر نیاز و شکوفه دهی زودتر ممکن است جوانه‌های متورم‌شده ناشی از تأمین نیاز سرمایی را در معرض، دماهای پایین و خسارت‌بار قرار دهد (عابدی و همکاران، ۱۳۹۷). چراکه جوانه‌های متورم به دلیل داشتن آب بیش‌تر از نظر فنولوژی به سرمای زودرس حساس‌تر هستند.

در پژوهشی Hall & Funt (2017) دریافتند نیاز سرمایی به ارقام وابسته است و دامنه قابل توجهی از حدود ۲۰۰ تا

۹۰۰ ساعت نیاز سرمایی در بین ارقام تمشک سیاه وجود دارد. ارقام خاردار به نیاز سرمایی کم‌تر و ارقام بی‌خار به ساعت نیاز سرمایی بیش‌تر (سرما زیر ۷ درجه سانتی‌گراد) برای شکفتن جوانه نیاز داشتند.

در این پژوهش نیاز سرمایی در بین ارقام سازگاری یافته با شرق مازندران ارزیابی شد و نشان داد در این بخش از استان، نیاز سرمایی ارقام خاردار در کم‌تر از ۵۰۰ ساعت و نیاز سرمایی ارقام بی‌خار بیش از ۹۰۰ ساعت برآورده می‌شود. هرچند نیاز سرمایی اساس ژنتیکی دارد، اما به‌شدت به‌وسیله شرایط دمایی دوره قبل از سرما، در طول دوره سرما و بعد از دوره سرما تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

نتایج به‌دست‌آمده در مورد اثر متقابل بین نیاز سرمایی و گرمایی در این پژوهش، با نتایج به‌دست‌آمده در پژوهش‌های مشابه در سایر میوه‌ها مطابقت داشت. در پژوهشی که (Campoy *et al.*, 2011) در مورد تکمیل نیاز گرمایی ارقام زردآلو با نیاز سرمایی پایین و هم‌چنین Couvillon (1985) به تأثیر سطح و مدت دماهای بالا بر رکود در هلو، بیان شده که با ادامه تجمع واحدهای سرمایی بعد از رفع نیاز سرمایی، از میزان نیاز گرمایی جوانه‌ها کاسته می‌شود. گزارش‌های متفاوتی درباره مؤثر بودن نیاز سرمایی یا نیاز گرمایی در شکفتن جوانه‌ها وجود دارد. در تاریخ گل‌دهی ارقام هلو اثر معکوس بین نیاز سرمایی و گرمایی گزارش شده است (Citadin, 2001).

در پژوهشی گاراژیان و همکاران (۱۳۹۷) به‌منظور تعیین نیاز سرمایی و گرمایی نژادگان‌های تمشک سیاه بومی ایران، نشان دادند که نیاز سرمایی نژادگان‌های موردبررسی از ۳۰۰ تا ۵۰۰ ساعت سرمادهی متغیر بود. هم‌چنین مقدار نیاز گرمایی در گستره‌ای از ۴۸۲۴ (آبیدر) تا ۷۶۶۸ (کازرون) درجه ساعت متغیر بود. نتایج ایشان با نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش که بیانگر رابطه عکس مقدار نیاز سرمایی و گرمایی تمشک سیاه است، همخوانی دارد و تا حدودی توجیه‌کننده علت زودرسی ارقام تجاری تمشک سیاه (سیلوان، ماریون و توپای) نسبت به نژادگان‌های وحشی است.

در پژوهش رضایی (۱۳۹۱) نیاز سرمایی و گرمایی گلدهی شش رقم زردآلو به‌عنوان حساس‌ترین درخت باغبانی به سرمای زودرس بهاره در شاهرود بررسی کردند. نتایج نشان داد به‌جز رقم خیارلی بقیه ارقام گلدهی خود را وقتی آغاز کردند که کم‌تر از ۷۵۰ ساعت تأمین نیاز شدند. نتایج نشان داد اختلاف کم ارقام از نظر نیاز سرمایی برحسب مدل‌ها مختلف بود. براساس مدل یوتا، کارولینای شمالی و نیاز سرمایی کم برای ارقام بررسی‌شده به‌ترتیب حدود ۱۰۰۰، ۷۴۰ و ۷۷۰ واحد بود. در حالی که نیاز سرمایی براساس مدل دینامیکی برای همه ارقام ۷۱ قسمت بود. ارقام از لحاظ شروع گلدهی اختلاف چندانی با یکدیگر نداشتند اما، بین طول مدت گلدهی آن‌ها حدود یک هفته اختلاف وجود داشت. در مکان‌هایی که نیاز سرمایی به‌خوبی برآورده می‌شود تفاوت زمان شکوفایی ارقام کم است.

گزارش شده نیاز گرمایی موردنیاز کیوی برای شکفتن نخستین جوانه در رقم گلدن دراگون ۹۵۰۰ ساعت، رقم گلدنسانشین ۱۵۰۰۰ ساعت، و رقم هایوارد ۱۳۰۰۰ ساعت دمای بالای ۴/۴ درجه سانتی‌گراد است (Wall *et al.*, 2008)، که نشانگر تفاوت در نیاز گرمایی ارقام مختلف است. در این پژوهش نیز ارقام خاردار و بی‌خار تمشک سیاه تفاوت معنی‌داری را از لحاظ نیاز گرمایی نشان دادند.

برآورد نیاز گرمایی هر مرحله نمو برای انجام به موقع شیوه‌های مدیریتی همان مرحله می‌تواند اهمیت قابل توجهی در تولید و کیفیت میوه داشته باشد، به‌طوری‌که اختلاف دمای روزها در سال‌های مختلف می‌تواند مراحل مختلف نمو را تحت تأثیر قرار دهد (عابدی و همکاران، ۱۳۹۷). واحدهای گرمایی موردنیاز برای گلدهی به طرز چشم‌گیری با رقم تفاوت دارد و در بین ارقام مختلف بیش از دو برابر تفاوت GDH وجود داشت که نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی قابل توجهی بود. به‌طوری‌که در رقم‌های مختلف تمشک سیاه موردبررسی در گستره وسیعی از ۹۲۰۰ واحد گرمایی (GDH) برای رقم Chickasaw تا ۱۸۹۰۰ واحد گرمایی برای رقم MertonThornless متفاوت بود (Black *et al.*, 2008). هم‌چنین در

پژوهش دیگر میزان نیاز گرمایی ارقام تمشک سیاه از ۴۳۰۰۰ تا ۵۱۰۰۰ ساعت متفاوت گزارش شده است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۹).

با این حال، باید توجه داشت که اختلاف در برآورد نیاز سرمایی و گرمایی ارقام را می‌توان نتیجه‌ی نوسانات فیزیولوژی بوته، بارندگی، شرایط دمایی محل آزمایش و حتی روش و مدل برآورد نیاز سرمایی دانست (عابدی و همکاران، ۱۳۹۷). بنابراین محاسبه نیاز سرمایی و مدل مناسب آن می‌تواند از مهم‌ترین فاکتورهای قبل از پیشنهاد رقم مناسب منطقه باشد. با توجه به شرایط اقلیمی منطقه تصور می‌شود مدل‌های یوتا و دینامیک کارایی بیش‌تری از مدل ساعتی صفر تا ۷ درجه سانتی‌گراد داشته باشد. تجمع سرما براساس مدل‌های مختلف تابع شرایط اقلیمی منطقه است. در مدل دینامیک فرایند شکستن رکود را یک واکنش دو مرحله‌ای پیشنهاد کردند، درحالی‌که مرحله اول به‌وسیله دماهای بالا قابل برگشت اما مرحله دوم برگشت‌ناپذیر است. بنابراین مدل دینامیکی مقداری از مشکلات مدل یوتا را به‌ویژه در زمستان‌های ملایم بهبود می‌بخشد. در مدل دینامیکی تجمع پروتئین‌های سرمایی باعث تکمیل بخش‌های سرمایی می‌شود. این مدل میزان تجمع سرما را در بخش‌های سرمایی با استفاده از دامنه دمایی از ۱/۵ تا ۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه می‌کند. برخی از دماها مؤثرتر از دیگران هستند. در این مدل در نوسان‌های دمایی گرم از بین رفتن تجمع سرمایی رخ می‌دهد. رابطه‌های این مدل که توسط پژوهش‌گران شرح داده شده است پیچیده‌تر از دیگر مدل‌ها است (نکونام و همکاران، ۱۳۹۷).

در بررسی نیاز سرمایی ارقام زردآلو در منطقه شاهرود، سرمای دریافتی براساس مدل دینامیک برای شش رقم زردآلو یکسان و براساس مدل ساعت سرمایی خیلی نزدیک به هم بود، بنابراین برخلاف پژوهش حاضر، مدل دینامیک نتوانست برای بررسی نیاز سرمایی ارقام زردآلو در آن منطقه مناسب باشد (رضایی، ۱۳۹۱). در پژوهشی در نانجینگ چین که به بررسی مدل‌های مختلف سرما برای ارزیابی نیاز سرمایی ارقام و ژنوتیپ‌های زردآلو انجام شد، با توجه به شرایط اقلیمی آن منطقه، مدل دینامیک به‌عنوان بهترین مدل پیشنهاد شد (Gao et al., 2012) که حاکی از تأثیرپذیری مدل دینامیک از منطقه آب‌وهوایی است.

## ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مجموع، نتایج ارزیابی نیاز سرمایی ارقام تمشک سیاه در شرایط مزرعه‌ای نشان از تفاوت ارقام مختلف داشت، به‌طوری‌که منطبق با مشاهدات میدانی تمشک‌کاران، بیش‌ترین درصد اولین شکوفایی ارقام خاردار ماریون و توپای و رقم بی‌خار قرمز نارس در ۷۰۰ ساعت مشاهده گردید. درحالی‌که ارقام ۹۷۶ واحد سرمایی ۴۹ بخش سرما و ۵۸۶۷ درجه ساعت را در طبیعت دریافت کرده بودند. تنها ارقام خاردار سیلوان (زودرس)، ماریون (میان‌رس) و توپای (دیررس) با دریافت ۷۰۰ ساعت سرما به شکوفایی کامل رسیدند و به همین دلیل مناسب‌ترین ارقام جهت توسعه کشت آن‌ها در شرق مازندران می‌باشند. هم‌چنین ارقام بی‌خار با وجود این‌که ۹۰۰ ساعت سرما، ۶۶ بخش سرما (DM) و ۱۳۱۵ واحد سرما (UTA) و ۸۲۲۹ درجه ساعت را در طبیعت دریافت کرده بودند به مرحله شکوفایی کامل جوانه‌ها نرسیدند. که تأییدی بر گلایه تمشک‌داران از این شکوفایی کم و کاهش عملکرد این رقم و نشانگر اهمیت توجه به این مسئله بود. با کاهش سرمای دریافتی مدت زمان لازم برای شکفتن جوانه افزایش می‌یابد. اما با تداوم سرما واکنش جوانه‌ها به‌صورت شکفتن به‌طور فزاینده‌ای افزایش یافته است، به‌طوری‌که در مدت زمان کم‌تری به شکوفایی کامل رسیدند. بررسی نیاز گرمایی ارقام مختلف تمشک سیاه در شرایط مزرعه نشان داد بین مقدار نیاز گرمایی جهت شکوفایی ۵۰ درصد جوانه در ارقام خاردار و بی‌خار تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به‌طوری‌که رقم بی‌خارمرتون با ۶۳۲۴ ساعت بیش‌ترین و رقم توپای با ۱۱۱۶ ساعت کم‌ترین نیاز گرمایی را داشتند. هم‌چنین رابطه معکوسی بین نیاز سرمایی و نیاز

گرمایی وجود داشت، به‌طوری که همین ارقام با دریافت سرمای بیش‌تر نیاز گرمایی کم‌تری جهت شکوفایی ۵۰ درصد جوانه‌ها داشتند. این اطلاعات می‌تواند برای تولید محصول مجدد و خارج از فصل این ارقام در شرایط کشت محافظت‌شده موردتوجه قرار گیرد.

## ۷. تشکر و قدردانی

از همکاری صمیمانه مدیر و اعضای گروه علوم باغبانی و دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## ۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

## ۹. منابع

- احمدی، کریم؛ عبادزاده، حمیدرضا؛ حاتمی، فرشاد؛ عبدشاه، هلدا و کاظمیان، آرزو (۱۳۹۷). *آمارنامه کشاورزی*. تهران: وزارت جهاد کشاورزی.
- طبری جویباری، سمیه؛ حدادی‌نژاد، مهدی و نوروز ولاشیدی، رضا (۱۴۰۲). برآورد نیاز سرمایی و گرمایی ارقام تمشک سیاه خاردار و بی‌خار در شرایط آزمایشگاهی. *مجله علوم و فنون باغبانی ایران*. ۲۵ (۱)، ۱۶-۲۵.
- رضایی، مهدی (۱۳۹۱). برآورد نیاز دمایی شش رقم تجاری زردآلوی منطقه شاهرود در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای. *به‌زراعی کشاورزی*. ۱۴ (۱)، ۳۲-۲۱.
- فاوست، میکولوس (۱۳۷۷). *فیزیولوژی درختان میوه مناطق معتدله*. ترجمه علی‌رضا طلایی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- عابدی‌قشلاقی، ابراهیم؛ ربیعی، ولی؛ قاسمی، مالک؛ رضوی، فرهنگ و فتاحی‌مقدم، جواد (۱۳۹۷). برآورد نیازهای سرمایی و گرمایی برخی ارقام و ژنوتیپ‌های تجاری کیوی در منطقه غرب مازندران. *به‌زراعی کشاورزی*. ۲۰ (۱)، ۸۵-۱۰۰.
- عبدی، ناهید؛ مرادی، حسین و حدادی‌نژاد، مهدی (۱۳۹۹). تنوع ژنتیکی برخی از تمشک‌های سیاه ایران بر پایه صفات ریخت‌شناسی. *مجله علوم باغبانی ایران*. ۲۳ (۴)، ۹۱۵-۹۲۷.
- گاراژیان، مهدی؛ عشقی، سعید و قرقانی، علی (۱۳۹۷). نیاز سرمایی و گرمایی و همبستگی آن‌ها با شرایط محیطی در نژادگان‌های تمشک سیاه بومی ایران، *مجله علوم و فنون باغبانی ایران*. ۱۹ (۱)، ۱۱۵-۱۲۶.
- محمدی، امیر علی؛ نوروز ولاشیدی، رضا و حدادی‌نژاد، مهدی (۱۳۹۹). بررسی نیاز گرمایی و پارامترهای رشد سه رقم تمشک سیاه (*Rubus sp.*) در شرایط اقلیمی ساری. *نشریه هواشناسی کشاورزی*. ۸ (۲)، ۳۴-۲۶.
- نکونام، فاطمه؛ فتاحی‌مقدم، محمدرضا و زمانی، ذبیح‌اله (۱۳۹۷). برآورد نیاز سرمایی و گرمایی جوانه‌های گل سه رقم تجاری زردآلو با استفاده از مدل‌های مختلف. *علوم باغبانی ایران*. ۴۹ (۱)، ۳۶-۲۵.

## References

- Abdi, N., Moradi, H., & Hadadinejad, M. (2021). Evaluation of Genetic Diversity in Blackberry Germplasm in Iran by Using Inter Simple Sequence Repeats (ISSR) Markers. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(4) 915-927. (In Persian).
- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Abdoshah, H., & Kazemian, A. (2018). *Agricultural Iran statistics*. Tehran: Ministry of Jihad and Agriculture (MAJ). (In Persian).
- Abedi, E., Rabie, V., Ghasemi, M., Razavi, F., & Fattahi, J. (2018). Assessment of chilling and heat requirements in some commercial cultivars and genotypes of kiwifruit in the west of Mazandaran. *Journal of Crop Improvement*, 20(1), 85-100. <http://dx.doi.org/10.22059/jci.2017.60471>. (In Persian).

- Albuquerque, N., Garcia-Montiel, F., Carrillo, A. & Burgos, L. (2008). Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. *Environmental and Experimental Botany*, 64(2), 162-170.
- Benedikova, D. (2004). The importance of genetic resources for apricot breeding in Slovakia. *Fruit Ornamental and Plant Research*, 12, 107-113.
- Bennett, J. (1949). Temperature and bud rest period: effect of temperature and exposure on the rest period of deciduous plant leaf buds investigated. *California Agriculture*, 3(11), 9-12.
- Black, B., Frisby, J., Lewers, K., Takeda, F., & Finn, C. (2008). Heat unit model for predicting bloom. Dates in Rubus. *Horticultural Science*, 43(7), 2000-2004.
- Brown, D. S. (1957). The rest period of apricot flower buds as described by a regression of time of bloom on temperature. *Plant Physiology*, 32, 75-85.
- Campoy, J. A., Ruiz, D., & Egea, J. (2011). Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: A review. *Scientia Horticulturae*, 130, 357-372.
- Cesaraccio, C., Spano, D., Snyder, R. L., & Duce, P. (2004). Chilling and forcing model to predict bud-burst of crop and forest species. *Agricultural and Forest Meteorology*, 126, 1-13.
- Citadin, I., Raseria, M. C. B. Herter, F. G., & Baptista da Silva, J. (2001). Heat requirement for blooming and leafing in peach. *Horticultural Science*, 36, 305-307.
- Couvillon, G. A., & Erez, A. (1985). Effect of level and duration of high temperatures on rest completion in peach. *American Society for Horticultural Science*, 110, 579-581.
- Dixon, E. K., Strik, B. C., Valenzuela-Estrada, L. R., & Bryla, D. R. (2015). Weed management, training, and irrigation practices for organic production of trailing black berry, mature plant growth and fruit production. *Journal of Horticulture*, 50(8), 1165-1177.
- Erez, A. (2000). Bud dormancy; phenomenon, problems & solutions in the tropics and subtropics. In *Temperate Fruit Crops in Warm Climates*. Edited by Erez, A. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- FAO. (2019). FAOSTAT database collections. Food & Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Access date: 2021-01-13. URL: <http://faostat.fao.or>
- Fennell, A. (1999). Systems & approaches to studying dormancy: introduction to the workshop. *Horticultural Science*, 34, 1172-1173.
- Finetto, G. A. (1997). Effect of hydrogen cyanamide treatment after various periods of chilling on breaking endodormancy in apples bud. *Acta Horticulture (ISHS)*, 441, 191-200.
- Finn, C. E., Yorgey, B. M., Strik, B. C., Hall, H. K., Martin, R. R. & Qian, M. (2005). 'Black Diamond' thornless trailing blackberry. *Horticultural Science*, 40(7), 2175-2178.
- Fishman, S., Erez, A., & Couvillon, G.A. (1987a). The temperature dependence of dormancy breaking in plants: mathematical analysis of a two-step model involving a cooperative transition. *Theoretical Biology*, 124, 473-483.
- Fishman, S., Erez, A., & Couvillon, G. A. (1987b). The temperature dependence of dormancy breaking in plants: computer simulation of processes studied under controlled temperatures. *Journal of Theoretical Biology*, 126(3), 309-321.
- Gao, Z. H., Zhuang, W. B., Wang, L. J., Shao, J., Luo, X. Y., Cai, B. H., & Zhang, Z. (2012). Evaluation of chilling and heat requirements in Japanese apricot with three models. *Horticultural Science*, 47(12), 1826-1831.
- Garajian, M., Eshghi, S., & Gharghani, A. (2018). Chilling and Heat Requirements and Their Correlations with Environmental Conditions in Iranian Native Blackberry Genotypes. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 19(1), 126-115. (In Persian).
- Graham, J., & Brennan, R. (2018). Introduction to the Rubus Genus. In *Raspberry*. Berlin: Springer.
- Hauage, R., & Cummins, J. N. (1991). Seasonal variation in intensity of bud dormancy in apple cultivars and related Malus species. *American Society for Horticultural Science*, 116, 107-15.
- 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' blackberries grown in a subtropical area. *Scientia Horticulturae* 201, 78-83.
- Luedeling, I., Minghua, Z., Luedeling, V., & Girvetz, E. H. (2009). Sensitivity of winter chill models for fruit and nut trees to climatic changes expected in California's Central Valley. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 133, 23-31.
- MAJ. (2018). *Horticultural Statistics* Tehran: Ministry of Agriculture and Jihad.

- Mohammadi, 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. *Scientific Journal of Agricultural Meteorology*, 8(2), 26-34. (In Persian).
- Nekounam, F., Fattahi Moghaddam, M., & Zamani, Z. O. (2018). Evaluation of chilling and heat requirements of flower buds in three commercial apricot cultivars by using different models. *Iranian journal of Horticultural science*, 49(1), 25-36. <http://dx.doi.org/10.22059/ijhs.2017.141416.926>. (In Persian).
- Rezaei, M. (2012). Evaluation of temperature requirements of six apricot cultivars under lab and field conditions in Shahrood. *Journal of Crop Improvement*, 14(1), 21-32. <http://dx.doi.org/10.22059/jci.2012.25041>. (In Persian).
- Richardson, E. A., Seeley, S. D., & Walker, D. R. (1974). A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *Horticultural Science*, 1, 331-332.
- Ruiz, D., Campoy, J. A., & Egea, J. (2007). Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. *Environmental and Experimental Botany*, 61, 254-263.
- Samish, R. M., & Lavee, S. (1982, March). *The chilling requirement of fruit trees*. In Proceedings of the XVI International Horticultural Congress. 372-388.
- Saur, M. C. (1985). Dormancy release in deciduous fruit trees. *Horticultural Reviews*, 7, 239-299.
- Scorza, R., & Okie, W. R. (1990). Peaches (*Prunus persica* L. Batsch). *Acta Horticulture*, 290, 177-231.
- Takeda, F. (2017). Climatic Requirements. In *Blackberries and their hybrids*. Edited by Hall, H. K., & Funt, R. C. Ohio: CABI International.
- Miklos, F. (1998). *Physiology of temperate zone fruit trees*. Translated by Talaei, A. R. Tehran: University of Tehran. (In Persian).
- Tabari, S., Hadadinejad, M. & Norooz Valashedi, R. (2022). Investigation of the Chilling Requirement of Thorny and Thornless Blackberry Cultivars. Master Thesis. Sari: Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. (In Persian).
- Wall, C., Dozier, W., Ebel, R. C., Wilkins, B., Woods, F., & Foshee, W. (2008). Vegetative and floral chilling requirements of four new kiwi cultivars of *Actinidiachinensis* and *A. deliciosa*. *Horticultural Science*, 43(3), 644-647.
- Walser, R. H., Walker, D. R., & Seeley, S. D. (1981). Effect of temperature, fall defoliation, and gibberellic Acid on the rest period of peach leaf bud. *American Society for Horticultural Science*, 106, 91-94.
- Zhuang, W., Binhua, C., Zhihong, G., & Zhen, Z. (2016). Determination of chilling and heat requirements of 69 Japanese apricot cultivars. *European Journal of Agronomy*, 74, 68-74.