Journal of Geography and Planning
Online ISSN: 2717-3534 Print ISSN: 2008-8078
Homepage: https://geoplanning.tabrizu.ac.ir

Investigating the phenophases of barberry tree growth for its cold requirement in Iran

Hassan Rezaei[1]✉ | Abbas Fallahghalhari[2]

1. Corresponding author, Assistant Professor of Climatology, Imam Ali Military University, Tehran, Iran. Email: Rezaei_h@iamu.ac.ir
2. Professor of Climatology, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University Email: fa.ab789@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 03 September 2022
Received in revised form 24 December 2022
Accepted 27 January 2023
Published online 19 April 2024

Keywords:
phenology,
cold requirement,
cold clock, Utah unit,
barberry,
Iran.

ABSTRACT

Understanding the climatic potentials of the regions is very important for the diversity and talent of agricultural products. Barberry, one of the products of Iran, suffers from climate change and anomalies. In the present study, the phonological stages of barberry tree without any basis of field observations in Ghaen synoptic meteorological station were determined. To measure the accumulation of cooling needs based on the cold clock model and the Utah unit, the statistics of 18 valid meteorological stations from 1987 to 2017 on an hourly and daily time scale were used. The results showed that barberry needs six phonological stages to complete the growth period from early April to late November. The highest temperature requirement occurs in the ripening stage until fruit development. The cooling requirement of barberry tree in different stations varies from 1050 to 1960 hours depending on climatic conditions. Field observations showed that seedless barberry does not take on a full and commercial color if it does not meet the need for sufficient cooling. The study area was zoned according to the models of the cold clock and the Utah unit, based on which Ghaen and Zahedan stations have the highest cooling needs. Based on the validation indices of different models estimating the need for cooling, the root mean square criterion was used and the results show that the cold hour (CH) model has a higher performance due to the fact that the root mean square (RMSE) is less than the other model.

Cite this article: Rezaei, H., Fallahghalhari, A., (2024). Investigating the phenophases of barberry tree growth for its cold requirement in Iran. *Journal of Geography and Planning*, 28 (87), 199-210.
http//doi.org/10.22034/GP.2023.53277.3045

© The Author(s).
Publisher: University of Tabriz.
DOI: http//doi.org/10.22034/GP.2023.53277.3045

Extended Abstract

Introduction

Agriculture, as one of the most important economic sectors of the country, plays an important role in achieving sustainable development (Bastan et al., 2018). In order to achieve the maximum production capacity and reduce the overhead costs, it is necessary to cultivate any plant in the optimal range of its tolerance to environmental and climatic factors in order to bear the minimum environmental stresses and strains (Alegbeleye et al., 2018). The production efficiency of agricultural products is largely related to climatic conditions (Cotterman et al., 2018). Investigating the effects of climatic conditions on the production of agricultural products can be an effective help in choosing the most suitable plant species for crop cultivation (Etesami & Maheshwari, 2018). One of the most important effective factors in choosing suitable areas for growing different garden crops is paying attention to the cold accumulation of each area based on climatic conditions. In order to get out of the dormant state, trees must be exposed to predetermined amounts of cold temperatures, this process is called winter cold or spring dormancy (Ahmadi, 2016). In the fruit trees of the storage areas, the knowledge of the climatic conditions and cold accumulation can help the fruit growers of different regions in the direction of higher productivity. One of the most important aspects of the effects of climate change on orchards is the reduction in cold accumulation through mild winters (Alburquerque et al., 2008). Barberry trees should be exposed to predetermined values of cold temperatures in order to get out of hibernation. Insufficient cold demand can cause irregular growth and little germination, poor fruit development, small size and non-uniform ripening times of barberry fruit. With the arrival of autumn, the growth of barberry trees stops. Their leaves fall and they are resistant to winter cold. Finally, with the end of winter, stagnation in plants is naturally broken by winter cold, the amount of cold required depends on the plant species and variety. The minimum time required for chilling a barberry variety during the stagnation season, which causes it to resume its natural growth in the growing season, is called the chilling requirement of that variety (Sabzi Pervar and Valashdi, 2015). The optimal temperature range for cold accumulation and elimination of cold demand is between 1 and 7 degrees Celsius (Rezaei, 2018). No comprehensive research has been done about barberry shrub in Iran. The purpose of this research is to investigate the phenology stages of the seedless barberry tree and the changes in the accumulation of its cold requirement in Iran.

Data and Method

The research area of areas susceptible to barberry cultivation in Iran is 356858.1 square kilometers, equivalent to 1/22, and the eastern regions of the country include the provinces of South Khorasan (Qaen, Birjand), Fars (Shiraz and Abadeh), Hamedan, Arak, Isfahan, Shahrekord and Kerman is the best place to grow this product. Also, part of the northwestern provinces of Iran, along with Zahedan and the southern provinces of Razavi and Western Khorasan provinces (Saqez, Sanandaj, Kermanshah and Khorram Abad) are relatively suitable for barberry cultivation. In the field section, to identify the occurrence time of the phenology stages and temperature thresholds, a series of visits and daily and weekly notes were taken consecutively in the growing season of the barberry tree in the field. For this purpose, a private and fertile commercial garden with a suitable cultivated area of seedless barberry trees was selected. The BBCH coding system was used to record barberry tree phenology stages. This scale has a 100-part table in the form of codes from 0 to 99 and is designed for different phases (Rezaei, 1400). CH and Utah models were used to check the cold demand for barberry trees.

Results and Discussion

Based on the statistics of Qaen satellite station, the minimum and maximum temperature, effective and active growth degree days, day length and heat requirement in the form of GDD growth degree days are specified in Table 1. The barberry tree needs 200 days to complete its development from flowering to fruit harvesting. The growing season lasts 230 days in the form of vegetative and reproductive growth in this variety. The shortest time in the phenology stages occurs in the first and second phenology stages, i.e. bud development and leaf development, and the longest time in the phenology stages occurs in the fruit development stage. Based on the Qaen observation station in the statistical period (1987-2017), the amount of cold accumulation is 1824 hours based on the cold hour's model (Figure 3) and 1580 cold units based on the Utah model (Figure 4). Based on the results of the cold hour's model under the conditions of Hamdid Qaen station, the months of November, December, February, March, and January are considered to be the main providers of winter cold for barberry trees (Table 2). In January and March, less cooling occurs. The structure of the Utah model has caused temperatures between 1.4 and 10 degrees Celsius to be weighted, and in fact, mild temperatures are also effective as a cold value in the cumulative accumulation of cold.

Conclusion

The results showed that the barberry tree needs six phenology stages to complete its growth period. The growth period according to climatic conditions and topography lasts from the beginning of April to the end of November. The cooling requirement of the barberry tree in different stations varies from 1050 to 1960 hours according to the climatic conditions. Field observations showed that seedless barberry does not get full and commercial color if it does not meet the cold requirement. The studied area was zoned according to the cooling clock models and the Utah unit, and based on this, Qaen and Zahedan stations have the highest cooling needs.
Based on the results of the cold hour's model and Utah in the stations of Kermanshah, Saqqez, Sanandaj, Tabriz, Zanjan, Hamedan, Khorramabad, Abadeh and Shahr Kurd, the months of November, December, February, March and January provide the main winter cold for Barberry trees are considered. Yazd, Zahedan and Isfahan stations have their main cooling needs in December, February, January, March and November. The main cooling needs of Fasa and Shiraz stations are met in December, February, January, November and March. The months of November, December, January, February and March in Birjand station supply the cold needs of the barberry tree.

References

Alegbeleye, O. O., Singleton, I., & Sant'Ana, A. S. 2018. Sources and contamination routes of microbial pathogens to fresh produce during field cultivation: a review. Food microbiology, 73, 177-208.

Ahmadi, H., and Azizzadeh, J. 2018. Experimental agricultural meteorology (practical guide). Havar Publications, first edition.

Bastan, M., Khorshid-Doust, R. R., Sisi, S. D., & Ahmadvand, A. 2018. Sustainable development of agriculture: a system dynamics model. Kybernetes.

Cotterman, K. A., Kendall, A. D., Basso, B., & Hyndman, D. W. 2018. Groundwater depletion and climate change: future prospects of crop production in the Central High Plains Aquifer. Climatic change, Vol. 146. Pp, 187-200.

Etesami, H., & Maheshwari, D. K. 2018. Use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) with multiple plant growth promoting traits in stress agriculture: Action mechanisms and future prospects. Ecotoxicology and environmental safety, Vol. 156. Pp, 225-246.

Rezaei, H. 2021. Agricultural Climate Change, Academician Publications, Tehran, Iran.

Rezaei, H. 2018. Assessing the effects of climate change on barberry growing areas in Iran, doctoral dissertation in climatology, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.

Valashdi, N., and Sabzi Parvar, A. 2015. Evaluation of winter cooling demand estimation models using phenomenological observational data of apple tree in Urmia. Horticultural Sciences of Iran, 47(3):570-561.

جغرافیا و برنامه ریزی
شاپا چاپی: ۲۰۰۸-۸۰۷۸ شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۳۵۳۴
Homepage: https://geoplanning.tabrizu.ac.ir

بررسی میزان نیاز سرمایی درخت زرشک در ایران

حسن رضائی[۱]✉ | عباس فلاح قالهری[۲]

۱. استادیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه، افسری امام علی (ع)، تهران، ایران. رایانامه: Rezaei_h@iamu.ac.ir

۲. استاد اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری،سبزوار،ایران. رایانامه: fa.ab789@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۰/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۷
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۱/۳۱

کلیدواژه‌ها:
فنولوژی، نیاز سرمایی، ساعت سرمایی، واحد یوتا، زرشک، ایران.

چکیده

شناخت پتانسیل‌های اقلیمی مناطق برای تنوع و استعدادیابی محصولات کشاورزی از اهمیت زیادی برخوردار است. زرشک یکی از محصولات کشور ایران، از تغییرات و ناهنجاری‌های اقلیمی آسیب می‌بیند. در پژوهش حاضر، مراحل فنولوژیکی درخت زرشک بی‌دانه بر اساس مشاهدات میدانی در ایستگاه هواشناسی سینوپتیک قاین مشخص شد. برای سنجش وضعیت انباشت نیاز سرمایی بر اساس مدل ساعت سرمایی و واحد سرمایی یوتا، از آمار ۱۸ ایستگاه هواشناسی معتبر از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ در مقیاس زمانی ساعتی و روزانه استفاده شد. نتایج نشان داد که زرشک شش مرحله فنولوژیکی برای تکمیل دوره رشد و نمو از اوایل فروردین ماه تا اواخر آبان ماه نیاز دارد. بیشترین نیاز دمایی در مرحله گل‌دهی تا نمو میوه رخ می‌دهد. نیاز سرمایی درخت زرشک در ایستگاه های مختلف به میزان ۱۰۵۰ تا ۱۹۶۰ ساعت با توجه شرایط اقلیمی متغیر می‌باشد . مشاهدات میدانی نشان داد که زرشک بی دانه در صورت عدم تأمین نیاز سرمایی کافی رنگ کامل و تجاری به خود نمی‌گیرد. منطقه مورد مطالعه با توجه به مدل های ساعت سرمایی و واحد سرمایی یوتا، مورد پهنه بندی قرار گرفت که بر این اساس ایستگاه قاین و زاهدان بیشترین نیاز سرمایی را به خود اختصاص داده اند. بر اساس شاخص‌های اعتبارسنجی مدل‌های مختلف برآورد کننده نیاز سرمایی از معیار ریشه میانگین مربعات استفاده شد و نتایج نشان می‌دهد که مدل ساعت سرمایی(CH) با توجه به اینکه ریشه میانگین مربعات (RMSE) کمتر نسبت به مدل دیگر می‌باشد، از عملکرد بالاتری برخوردار می‌باشد.

استناد: رضائی، حسن؛ فلاح قالهری، عباس (۱۴۰۳). بررسی میزان نیاز سرمایی درخت زرشک در ایران. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۸ (۸۷)، ۲۱۰-۱۹۹.
http//doi.org/10.22034/GP.2023.53277.3045

ناشر: دانشگاه تبریز.

© نویسندگان.

مقدمه

کشاورزی به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور، نقش مهمی در رسیدن به توسعه‌ی پایدار دارد (باستان[1] و همکاران، ۲۰۱۸). برای رسیدن به حداکثر توان تولیدی و کاهش هزینه‌های سربار لازم است هر گونه گیاهی در دامنه‌ی مطلوب بردباری خود نسبت به عوامل محیطی و اقلیمی کشت شود تا حداقل تنش ها و استرس‌های محیطی را متحمل گردد (آلگبیلی[2] و همکاران، ۲۰۱۸). بازدهی تولید محصولات کشاورزی تا حدود زیادی با شرایط اقلیمی در ارتباط است (گاتمن[3] و همکاران، ۲۰۱۸). بررسی اثرات شرایط اقلیمی بر میزان تولید محصولات کشاورزی می‌تواند کمک موثری به انتخاب مناسب‌ترین گونه گیاهی برای کشت محصول بنماید (اتیسامی‌وماهیشاواری[4]، ۲۰۱۸). آب و هوا نه تنها محدودیتهایی را برای کشت یک محصول به وجود می آورد، بلکه تا حد زیادی ثبات سالیانه تولید محصول و کیفیت مورد نظر را نیز تعیین می نماید(فلاح قالهری و احمدی،۱۳۹۶). متغیرهای اقلیمی مانند دمای هوا، بارش، تابش خورشید و رطوبت، فاکتورهای مهمی هستند که رشد و نمو و عملکرد محصول را تعیین می‌کنند (احمدی و عزیززاده،۱۳۹۸). باغبانی بالاخص میوه کاری از اهمیت خاصی در دنیا برخوردار است. شناسایی مناطق مستعد کشاورزی بر پایه شناخت پتانسیل‌های طبیعی، می‌تواند ضمن فراهم‌سازی بسترهای مناسب برای فعالیتهای انسانی، در امر برنامه‌ریزی محیطی و آمایش سرزمین نقش عمده‌ای ایفا نماید(برنا و علیزاده ،۱۳۹۵). یکی از مهمترین عوامل موثر در انتخاب مناطق مناسب برای کشت محصولات باغی مختلف، توجه به انباشت سرمایی هر منطقه بر اساس شرایط اقلیمی می‌باشد. درختان جهت خارج شدن از حالت خواب، بایستی در معرض مقادیر پیش تعیین شده دماهای سرد قرار بگیرند، به این فرایند در اصطلاح سرمای زمستانه یا بهاره سازی گویند (احمدی ،۱۳۹۶). در درختان میوه مناطق خزان کننده، آگاهی از شرایط اقلیمی و انباشت سرمایی، می‌تواند میوه کاران مناطق مختلف را در جهت بهره‌وری بالاتر راهگشا باشد. یکی از جنبه‌های بسیار مهم اثرات تغییر اقلیم بر باغات میوه، کاهش در انباشت سرمایی از طریق زمستان‌های ملایم می‌باشد (آلبورکیورکیو[5] و همکاران، ۲۰۰۸).

درختان زرشک نیز جهت خارج شدن از حالت خواب زمستانی، بایستی در معرض مقادیر از پیش تعیین شده دماهای سرد قرار بگیرند. نیاز سرمایی ناکافی می‌تواند موجب رشد نامنظم و جوانه زنی اندک، نمو میوه ضعیف، کوچک ماندن اندازه و زمان‌های غیر یکنواخت رسیدگی میوه زرشک شود. با فرا رسیدن فصل پاییز، رشد درختان زرشک متوقف می‌شود. برگ‌های آنها می‌ریزد و در برابر سرمای زمستان مقاوم می‌شوند. در نهایت با پایان زمستان، رکود در گیاهان به طور طبیعی بوسیله سرمای زمستان شکسته می‌شود که مقدار سرمای مورد نیاز به گونه و رقم گیاهی بستگی دارد. حداقل زمان لازم برای سرمادهی یک رقم زرشک در طی فصل رکود که موجب از سرگیری رشد طبیعی آن در فصل رویش میشود، نیاز سرمایی آن رقم نامیده می‌شود (سبزی پرور و ولاشدی، ۱۳۹۵). دامنه دمایی مطلوب برای انباشت سرمایی و بر طرف شدن نیاز سرمایی در دامنه بین ۱ تا ۷ درجه سانتی‌گراد قرار دارد (رضائی، ۱۳۹۸).

نیاز سرمایی یک مکانیزم که به صورت ناگهانی بوسیله گیاهان کسب می‌شود، نیست، بلکه فرایندی پیوسته در طول فصل سرد (پاییز و زمستان) است تا گیاه به صورت کامل در رکود قرار بگیرد. بنابراین رکود در منطقه معتدله برای درختان میوه مانند زرشک یک فاز از نمو محسوب می‌شود که اجازه می‌دهد تا درختان در شرایط نامساعد زمستان زنده بمانند (ریور[6] و همکاران، ۲۰۰۷). رکود زمستانی معمول‌ترین رخداد در میان گونه‌های درختی مناطق معتدله از جمله درخت زرشک است که درخت را قادر می‌سازد تا شرایط سرد زمستان را تحمل نماید (فیری‌ووارینگتون[7]، ۲۰۰۳).

1. Bastan
2. Alegbeleye
3. Cotterman
4. Etesami & Maheshwari
5. Alburquerque
6. Ruiz
7. Ferree & Warrington

نیاز سرمایی در بین درختان میوه متفاوت است. گونه ها یا ارقامی که نیاز سرمایی کم یا متوسط دارند، نیاز سرمایی آنها به خوبی بر طرف شده و بنابراین توان آغاز زودتر رشد را دارند. بین نیاز سرمایی و گرمایی واکنش متقابل و در جهت عکس برقرار است (غریبی، ۱۳۹۵). اگر نیاز سرمایی جوانه های گل در زمستان مهیا نشود، جوانه های گل در فصل بهار به طور یکنواخت باز شده و تعداد قابل توجهی از آنها ریزش خواهند کرد (زرین و فراهانی، ۱۳۹۴).

نشانه های انباشت ناکافی سرما در درختان زرشک در دوره رکود در ظهور دیرهنگام و ضعیف جوانه ها، دوره گل‌دهی طولانی‌تر، نسبت کم اسپورهای گل‌دهی و نمو جوانه های کناری به صورت ضعیف مشاهده شده است (سازمان جهاد کشاورزی خراسان جنوبی، ۱۳۹۸).

مطالعه فنولوژی درختان میوه تنها رهیافت ممکن برای درک و شناسایی اثرهای اقلیم بر درختان محسوب می شود (ریا وایسل[1]، ۲۰۰۶).

در بین عناصر اقلیمی، مطالعه دما تنها رهیافت لازم برای سنجش انباشت سرمایی است. انباشت سرما از اواخر تابستان یا پاییز وقتی که دمای هوا به کمتر از ۷ درجه سانتی‌گراد نزول می کند آغاز می شود و به صورت تجمع ساعات سرمایی تا جوانه زنی ادامه دارد. اولین ارزیابی ها از انباشت سرمایی در باغات به وسیله مقایسه داده های اقلیمی برای دوره طولانی مدت بررسی شده است (اریز[2]، ۲۰۱۳). هرگاه از واحد سرمایی استفاده شود، به ساعات شکستن رکود یا خواب وزن داده می شود به طور نمونه، در مدل یوتا دمای هوا بین ۱/۵ تا ۱۲/۴ درجه سانتی‌گراد در رهایی از رکود نقش ایفا می‌کند. ملیون[3]و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی مدل‌های مختلف برآورد انباشت سرمایی و گرمایی بر روی درختان هلو و شلیل پرداختند. نتایج آنها نشان داد که انباشت سرمایی و گرمایی برای درختان میوه اهمیت بسیار زیادی دارد. کاسمولسکو و آینسکو[4] (۲۰۱۸) به بررسی تقویم فنولوژی، نیاز سرمایی، نیاز گرمایی و میانگین زمان جوانه زنی تا گل‌دهی ۲۸ ژنوتیپ گردو در رومانی و ارتباط آن با دمای هوا پرداختند. نتایج به دست آمده درک بهتری از پاسخ فنولوژیکی گردوها را به دما ارائه می دهد که برای تولید گردو مفید خواهد بود. همچنین با توجه به تغییرات آب و هوایی مورد انتظار، به توسعه اقدامات سازگاری کمک خواهد کرد. رودریگوزو[5] و همکاران (۲۰۱۹) انباشت سرمایی درختان میوه را در اسپانیا تحت تغییرات آب و هوا بررسی کردند. نتایج نشان داد بر اساس سناریوی تغیر اقلیم RCP، انباشت سرمایی کاهش می‌یابد.

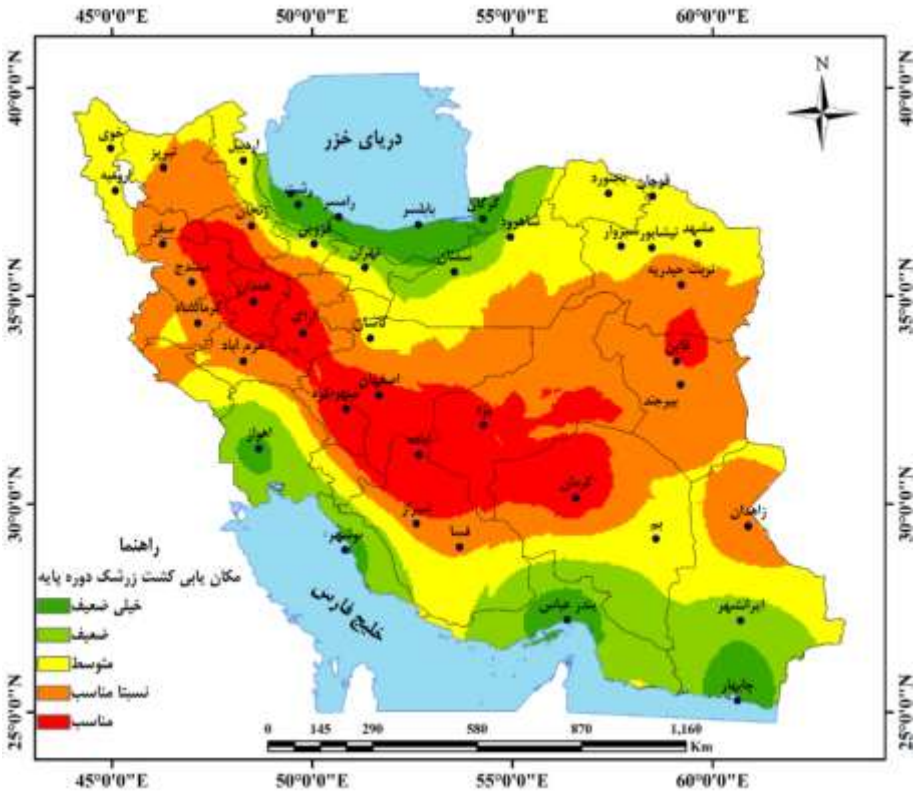
خوشحال و همکاران(۱۳۹۲) به بررسی مراحل فنولوژی در مقیاس BBCH و نیازهای حرارتی گل محمدی در منطقه برزک کاشان پرداختند. نتایج نشان داد که گل محمدی برای تکمیل فعالیت بیولوژیکی خود و با دمای پایه ۵/۲ درجه‌سانتی‌گراد نیاز به ۸۶۶/۲ درجه روز موثر و ۱۳۳۷ واحد حرارتی فعال در منطقه دارد. غریبی (۱۳۹۵) به بررسی میزان دریافت واحدهای حرارتی زیتون در منطقه طارم علیا پرداخت. نتایج نشان داد که روند منفی در انباشت سرمایی بر مبنای مدل یوتا وجود دارد و تغییرات کاهشی در واحد حرارتی دوره رکود زیتون شاخصی از تغییرات اقلیمی به شمار می‌رود. فلاح قالهری و احمدی (۱۳۹۶) به بررس مراحل فنولوژی و انباشت سرمایی و گرمایی درخت سیب تحت شرایط اقلیمی کرج پرداختند. نتایج نشان داد که در درخت سیب تابستانه هفت مرحله فنولوژی با طول فصل رشد ۱۳۲ روز رخ می‌دهد. انباشت سرمایی منطقه بر اساس مدل CH، ۱۰۴۱ ساعت، بر اساس مدل واحد سرمایی ۱۷۱۶ واحد و بر اساس مدل دینامیکی ۷۶ واحد سهم سرمایی مشخص شد. در مورد درختچه زرشک تحقیقی جامع در ایران انجام نشده است. هدف این تحقیق، بررسی مراحل فنولوژی درخت زرشک بی دانه و تغییرات انباشت نیاز سرمایی آن در ایران می‌باشد.

1. Rea & Eccel
2. Erez
3. Maulión
4. Cosmulescu & Bîrsanu Ionescu
5. Rodríguez

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

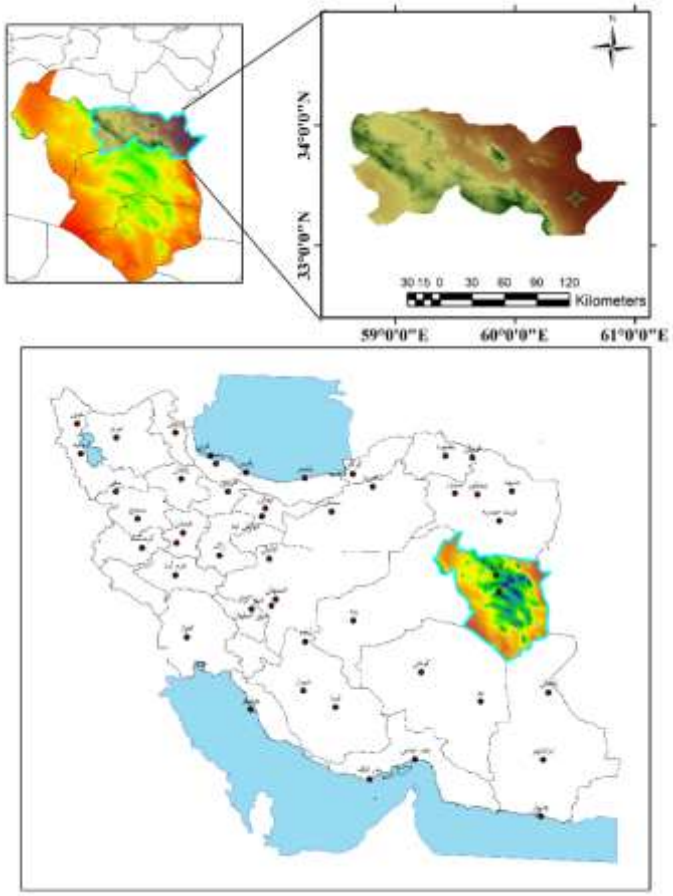
منطقه پژوهش مناطق مستعد کشت درخت زرشک در ایران بالغ بر ۳۵۶۸۵۸.۱ کیلومتر مربع معادل ۱/ ۲۲ درصد می‌باشد که مناطق شرق کشور شامل استان‌های خراسان جنوبی (قاین، بیرجند) ، فارس (شیراز و آباده)، همدان، اراک، اصفهان، شهرکرد و کرمان بهترین مکان برای کشت این محصول می‌باشند. همچنین بخشی از استان‌های شمال غرب ایران به همراه استان‌های زاهدان و جنوب استان خراسان رضوی و غربی (سقز، سنندج،کرمانشاه و خرم آباد نسبتا مناسب برای کشت زرشک هستند. (جهت اطلاعات تکمیلی به پژوهش رضایی و فلاح قالهری (۱۴۰۰) مراجعه نمایید).



شکل (۱). پهنه بندی مکان‌های مستعد برای کشت زرشک در ایران (منبع: نگارندگان: ۱۴۰۰).

روش پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ روش گردآوری اطلاعات از نوع میدانی- آماری و از نظر هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی به شمار می‌رود. در بخش میدانی، به منظور شناسایی زمان رخداد مراحل فنولوژی و آستانه های دمایی، به سلسله بازدیدها و یادداشت‌برداری‌های روزانه و هفتگی به صورت متوالی در فصل رشد و نمو درخت زرشک به صورت میدانی اقدام شد. برای این منظور، یک باغ تجاری خصوصی و بارور با سطح زیر کشت مناسب از درختان زرشک بی دانه انتخاب گردید. مجموعه باغ مورد مطالعه با ۳ هکتار سطح زیر کشت در شهرستان قاین به عنوان یکی از باغ های بارور در منطقه مشخص گردید. این باغ خصوصی در شهرستان قاین، در موقعیت ۳۳ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۴۳۲ متر از سطح دریا واقع شده است. در این مطالعه مراحل فنولوژی درخت زرشک بی دانه به عنوان یکی از ارقام تجاری ایران مشخص گردید.



شکل (۲). موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه.

از سیستم کدبندی BBCH برای ثبت مراحل فنولوژی درخت زرشک استفاده گردید. این مقیاس دارای یک جدول ۱۰۰ قسمتی به صورت کدهایی از ۰ تا ۹۹ بوده و برای فازهای مختلف طراحی شده است (رضائی، ۱۴۰۰). در ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شهر قاین در طی یک سال از آغاز جوانه‌زنی تا پایان دوره خواب استفاده شد. در واقع کدهای مراحل فنولوژی به صورت میدانی مشاهده و ثبت گردید. در فرایند اجرای مشاهدات میدانی، با کمک کارشناسان از مجموعه درختان زرشک، پنج درخت زرشک در مناطق مختلف باغ مشخص شد. سپس از زمان پایان رکود سال گذشته و آغاز تورم جوانه تا شروع دوره رکود سال جدید، مراحل فنولوژیکی در کُدهای اصلی و فرعی در مقیاس BBCH با بازدیدهای روزانه و هفتگی ثبت شد. در ادامه از آمار و اطلاعات ۱۸ ایستگاه هواشناسی معتبر با آمار طولانی مدت در مناطق مستعد کشت درخت زرشک در ایران استفاده شد. توزیع مکانی ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه در شکل(۱) مشخص شده است(مناطق مناسب ونسبتا مناسب). آمار لازم برای دوره آماری ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ به صورت ساعتی و روزانه از سازمان هواشناسی کشور تهیه و استخراج گردید. برای تعیین نیاز سرمایی منطقه از آمار دماهای ساعتی استفاده شد. ورودی تمام مدل های برآورد کننده نیاز سرمایی، داده دمای ساعتی می باشد. از آنجایی که این آمار به صورت سه ساعته اندازه گیری و گزارش شده لذا برای تعین نیاز سرمایی از میانگین سه ساعت استفاده گردید. با توجه به به دمای ساعتی برای ۲۴ ساعت شبانه روز، میزان نیاز سرمایی در دوره رکود درخت زرشک از ماه نوامبر تا آخر مارس تعیین گردید. تشریح هرکدام از این مدل ها در ادامه مشخص شده است.

مدل ساعات سرمایی CH

به احتمال زیاد معمول ترین مدل سرمایی و یکی از پرکاربردترین مدل ها می باشد. مدل CH یا ساعات سرمایی، اولین بار برای درختان هلو در جرجیا در ایالات متحده آمریکا ارائه شده است. تمام ساعات با دماهایی بین صفر تا ۷/۲ درجه سانتی گراد به

صورت موثر برای انباشت نیاز سرمایی استفاده می شود (راحمی و همکاران، ۲۰۲۱). معادله ۱، ساده ترین و قدیمی ترین روش محاسبه انباشت سرمایی است. تعداد ساعات سرمایی در زمان t (زمان از آغاز دوره رکود بر حسب ساعت) محاشبه می‌شود (رضائی،۱۴۰۰).

$$CH_t = \sum_{i=1}^{t} T_{7.2} \qquad T_{7.2} = \begin{cases} O^{\circ}C < T < 7.2^{\circ}C & 1 \\ else & 0 \end{cases}$$

معادله ۱

مدل واحدهای سرمایی Utah

مدل یوتا Utah براساس معادله ۲، توسط ریچاردسون (۱۹۷۴) ارائه شده است. این مدل که به صورت یک تابع وزنی برای تعیین سرماهای اثر بخش استفاده می‌شود، تأثیر منفی دماهای بالا بر روی تجمع سرمای زمستان را نیز محاسبه می نماید.

$$\mathrm{UC}U_t = \sum_{i=1}^{t} T_u \quad T_u = \begin{cases} T_u = T < 1.4 & : 0 \\ 1.4 < T < 2.4 & : 0.5 \\ 2.4 < T \leq 9.1 & : 1 \\ 9.1 < T \leq 12.4 & : 0.5 \\ 12.4 < T \leq 15.9 & : 0 \\ 18 \leq T & 0.5 \end{cases}$$

معادله ۲

در این مدل دماهای پایین تر از ۴/ ۱ و بالاتر از ۴/ ۱۲ درجه سانتی گراد هیچ ارزش سرمایی ندارند (اتینگر و همکاران، ۲۰۲۱). مدل یوتا دماهای ساعتی را به صورت واحدهای سرمایی انباشته می کند. دماهای ساعتی بین ۴/ ۲ تا ۱/ ۹ بیشترین ارزش سرمایی را دارا می باشند (رضائی، ۱۳۹۸).

جهت پهنه بندی نیاز سرمایی درخت زرشک از روش کریجینگ استفاده شد که یکی از مهمترین و گسترده‌ترین روش درونیابی آماری می‌باشد. این روش متکی بر منطق میانگین متحرک وزن‌دار و بهترین تخمین‌گر خطی نااریب می‌باشد که علاوه بر مقادیر تخمین، میزان خطای تخمین در هر نقطه را نیز مشخص میکند (رضائی، ۱۴۰۰).

یافته‌ها

بر مبنای آمار ایستگاه همدید قاین، کمینه و بیشینه دما، میزان درجه روزهای رشد موثر و فعال، طول روز و نیاز گرمایی در قالب درجه روز رشد GDD، در جدول ۱ مشخص شده است. درخت زرشک از زمان گل‌دهی تا برداشت میوه برای تکمیل نمو خود ۲۰۰ روز نیاز دارد. فصل رشد به صورت رشد رویشی و زایشی در این واریته، ۲۳۰ روز به طول می انجامد. کوتاه ترین زمان درون مراحل فنولوژی در مراحل اول و دوم فنولوژی یعنی نمو جوانه و نمو برگ و طولانی ترین زمان درون مراحل فنولوژی در مرحله نمو میوه رخ می دهد. درجه روزهای رشد موثر و فعال از ۷۵ درجه روز در مرحله اول فنولوژی به تدریج تا بیش از ۳۶۳۱ درجه روز در مرحله نمو میوه افزایش می یابد. بعد از مرحله نمو میوه میزان درجه روزها به تدریج روند نزولی پیدا می کنند. در واقع درختان زرشک علاوه بر نیاز سرمایی بالا برای حیات مجدد خود به تکمیل مراحل فنولوژیکی خود به نیاز گرمایی و درجه ساعت های بالایی نیاز دارند. همچنین نیاز درجه روزهای رشد موثر و فعال به ترتیب۱۵۹۸ و ۵۱۷۴ مشخص شده است. برمبنای آمار ایستگاه همدید قاین توان گرمایی لازم برای درخت زرشک به راحتی تأمین می شود.

جدول (۱). تاریخ آغاز و پایان مراحل فنولوژی و انباشت گرمایی درخت زرشک در مراحل مختلف رشد در ایستگاه قائن در سال آبی ۹۷-۱۳۹۶

مراحل رشد زرشک	تاریخ		دما(C^0)			نیاز گرمایی		
	آغاز	پایان	طول‌مرحله (روز)	کمینه‌دما	بیشینه‌دما	میانگین‌دما	GDD موثر	GDD فعال
مرحله جوانه زنی	۹۶/۱۲/۱۴	۹۶/۱۲/۲۳	۹	۱/۲	۱۶/۱	۸/۷	۵	۷۵
مرحله نمو برگ	۹۶/۱۲/۲۴	۹۶/۱/۱۵	۲۲	۴/۸	۱۹/۳	۱۳/۷	۵۴/۵	۳۲۹
مرحله ظهور گل آذین	۹۷/۱/۱۶	۹۶/۱/۲۹	۱۴	۵/۹	۲۳	۱۷/۲	۵۷	۲۴۰
مرحله گل دهی	۹۷/۱/۳۰	۹۷/۲/۱۷	۱۸	۱۰/۸	۲۶/۲	۱۹/۶	۱۰۷/۵	۳۷۲
گل دهی تا میوه	۹۷/۲/۱۸	۹۷/۸/۱	۱۶۵	۱۳/۷	۳۰/۷	۲۱/۶	۱۳۱۳/۵	۳۶۳۱
آغاز رکود	۹۷/۸/۱۵	۹۷/۹/۱۵	۳۰	۲/۶	۱۹/۳	۱۰/۷	۶۱	۵۲۶
جمع			۲۳۰	۱۰/۸	۲۸/۳	۱۰/۴	۵۱۷۴	۱۵۹۸

نیاز سرمایی

برای تعیین نیاز سرمایی منطقه از آمار دماهای ساعتی استفاده شد. ورودی تمام مدل های برآورد کننده نیاز سرمایی، داده دمای ساعتی می باشد. از آنجایی که این آمار به صورت سه ساعته اندازه گیری و گزارش شده لذا برای تعین نیاز سرمایی از میانگین سه ساعت استفاده گردید. با توجه به به دمای ساعتی برای ۲۴ ساعت شبانه روز، میزان نیاز سرمایی در دوره رکود درخت زرشک از ماه نوامبر تا آخر مارس تعیین گردید.

بر مبنای ایستگاه همدید قاین در دوره آماری(۲۰۱۷-۱۹۸۷) میزان انباشت سرمایی براساس مدل ساعات سرمایی ۱۸۲۴ ساعت (شکل ۳) و بر اساس مدل یوتا ۱۵۸۰ (شکل ۴) واحد سرمایی رخ می دهد. براساس نتایج مدل ساعات سرمایی در شرایط ایستگاه همدید قاین، ماه های، نوامبر، دسامبر، فوریه ،مارس و ژانویه تأمین کننده عمده سرمای زمستانه برای درختان زرشک محسوب می شوند (جدول ۲). در ماه های ژانویه و مارس تأمین سرمایی کمتری رخ می دهد. ساختار مدل یوتا موجب شده که دماهای بین ۱/ ۴ تا ۱۰ درجه سانتی گراد وزن دار شوند و در واقع دماهای ملایم نیز به عنوان ارزش سرمایی در انباشت تجمعی سرما موثر باشند. با توجه به نیاز بسیار بالای درختان زرشک به میزان ۱۰۵۰ تا ۱۹۶۰ ساعت با توجه به ایستگاه های مختلف در منطقه مورد مطالعه انباشت سرمایی در شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه برای دوره رکود تأمین کننده نیاز سرمایی زرشک می باشد. مشاهدات میدانی نشان داد که زرشک بی دانه در صورت عدم تأمین نیاز سرمایی کافی رنگ کامل و تجاری به خود نمی گیرد. با توجه به مدل نیاز سرمایی و مدل یوتا منطقه مورد مطالعه مورد پهنه بندی قراد گرفت که بر این اساس ایستگاه قاین و زاهدان بیشترین نیاز سرمایی را به خود اختصاص داده اند(شکل ۳). بر اساس مدل یوتا(جدول ۳) بیشترین نیاز سرمایی در ایستگاه کرمان (۱۹۰۵ واحد سرمایی) رخ داده است (شکل ۴).

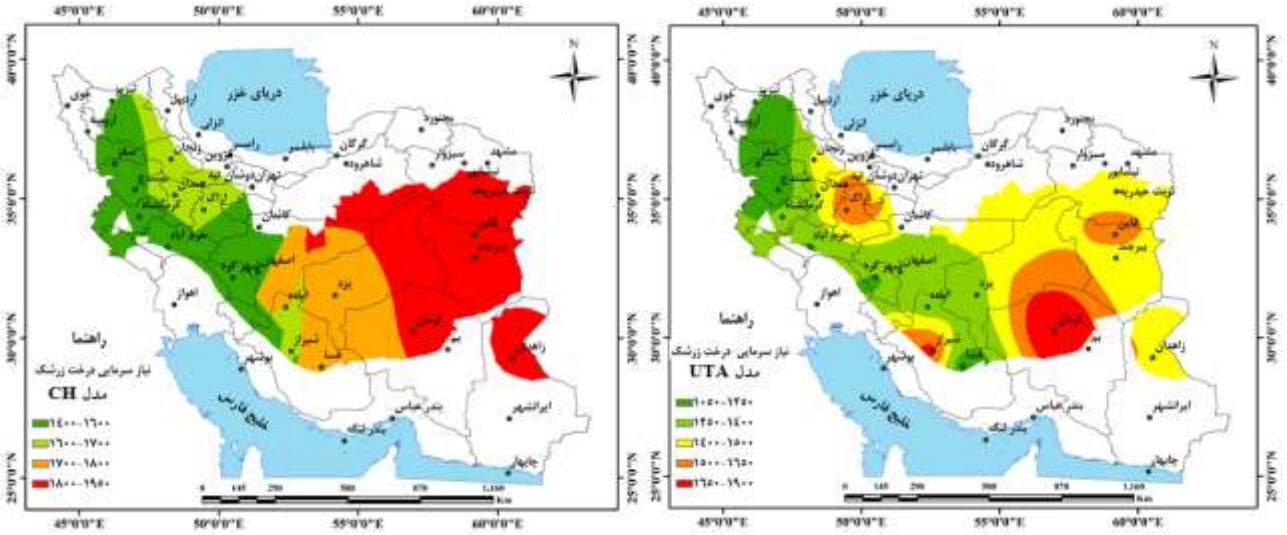
جدول (۲). بررسی نیاز سرمایی درخت زرشک بر اساس مدل نیاز سرمایی(CH) و در دوره آماری ۲۰۱۷-۱۹۸۷(پژوهشگر، ۱۴۰۰).

نام ایستگاه	نوامبر	دسامبر	ژانویه	فوریه	مارس	کل
قاین	۳۹۶	۳۸۴	۳۳۲	۳۶۶	۳۴۶	۱۸۲۴
بیرجند	۳۳۰	۳۵۲	۳۱۰	۲۸۸	۲۷۰	۱۵۵۰
تربت حیدریه	۳۹۵	۳۸۰	۳۲۵	۳۶۰	۳۴۰	۱۸۰۰
فسا	۲۴۷	۳۱۲	۲۷۲	۲۹۷	۲۳۲	۱۳۶۰
شیراز	۲۳۷	۳۱۲	۲۷۲	۲۹۷	۲۳۲	۱۳۵۰
کرمانشاه	۲۹۱	۲۸۴	۲۱۸	۲۵۶	۲۳۱	۱۲۸۰
سقز	۲۸۸	۲۹۵	۲۰۸	۲۴۸	۲۳۱	۱۲۴۰

سنندج	۲۵۰	۲۲۵	۱۵۸	۲۰۴	۱۸۳	۱۲۰۰
کرمان	۴۰۱	۴۲۶	۳۴۶	۳۸۷	۳۷۱	۱۹۳۱
زنجان	۳۴۵	۳۳۰	۲۷۵	۳۱۰	۲۹۰	۱۵۵۰
همدان	۳۴۱	۳۳۶	۲۹۱	۳۱۶	۲۹۶	۱۵۸۰
اراک	۳۵۰	۳۳۵	۲۹۰	۳۲۰	۳۰۵	۱۶۰۰
اصفهان	۳۷۵	۳۹۰	۳۲۰	۳۵۵	۳۳۵	۱۷۷۵
خرم اباد	۲۳۹	۲۶۰	۲۱۳	۲۴۸	۲۲۶	۱۲۴۰
شهرکرد	۲۳۹	۲۶۰	۲۱۳	۲۴۸	۲۲۶	۱۲۴۰
زاهدان	۳۴۷	۴۳۷	۳۹۲	۴۱۷	۳۶۷	۱۹۶۰
آباده	۳۸۰	۳۶۵	۳۰۴	۳۴۲	۳۱۹	۱۷۱۰
تبریز	۳۵۱	۳۴۰	۳۰۱	۳۲۶	۳۱۲	۱۶۳۰

جدول (۳). بررسی نیاز سرمایی درخت زرشک بر اساس مدل نیاز سرمایی یوتا و در دوره آماری ۲۰۱۷-۱۹۸۷(پژوهشگر، ۱۴۰۰).

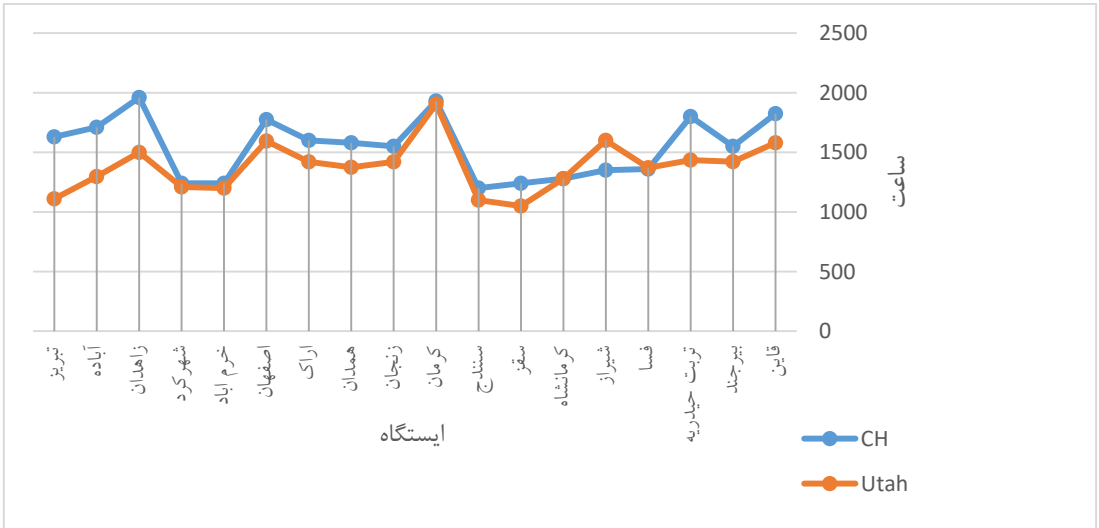
نام ایستگاه	نوامبر	دسامبر	ژانویه	فوریه	مارس	کل
قاین	۳۴۸	۳۳۲	۲۸۸	۳۱۶	۲۹۶	۱۵۸۰
بیرجند	۲۹۹	۳۲۴	۲۸۴	۲۶۴	۲۵۱	۱۴۲۲
تربت حیدریه	۳۲۲	۳۰۹	۲۵۰	۲۸۷	۲۶۷	۱۴۳۵
فسا	۲۵۱	۳۰۹	۲۷۴	۲۹۲	۲۴۴	۱۳۷۰
شیراز	۲۹۳	۳۵۲	۳۲۰	۳۴۵	۲۹۰	۱۶۰۰
کرمانشاه	۲۹۱	۲۸۴	۲۱۸	۲۵۶	۲۳۱	۱۲۸۰
سقز	۲۴۲	۲۳۵	۱۷۵	۲۱۰	۱۸۸	۱۰۵۰
سنندج	۲۵۱	۲۴۷	۱۸۳	۲۲۰	۱۹۹	۱۱۰۰
کرمان	۳۹۹	۴۰۳	۳۵۶	۳۸۱	۳۶۶	۱۹۰۵
زنجان	۳۲۹	۳۱۴	۲۳۷	۲۸۴	۲۵۶	۱۴۲۰
همدان	۳۱۵	۳۰۷	۲۳۳	۲۷۵	۲۴۵	۱۳۷۵
اراک	۳۱۹	۳۰۶	۲۵۲	۲۸۴	۲۵۹	۱۴۲۰
اصفهان	۳۳۹	۳۴۷	۲۹۱	۳۱۹	۲۹۹	۱۵۹۵
خرم اباد	۲۷۵	۲۶۸	۲۰۲	۲۴۰	۲۱۵	۱۲۰۰
شهرکرد	۲۸۲	۲۶۷	۲۰۷	۲۴۲	۲۱۲	۱۲۱۰
زاهدان	۲۸۰	۳۲۰	۳۰۰	۳۱۴	۲۸۶	۱۵۰۰
آباده	۲۹۳	۲۷۰	۲۳۳	۲۵۸	۲۴۳	۱۲۹۷
تبریز	۲۷۰	۲۵۰	۱۷۵	۲۲۰	۱۹۵	۱۱۱۰



شکل (۳). نیاز سرمایی درخت زرشک به روش CH وUTA

براساس نتایج مدل ساعات سرمایی و یوتا در ایستگاه های کرمانشاه، سقز، سنندج، تبریز،زنجان،همدان، خرم آباد، آباده و شهر کرد، ماه های، نوامبر، دسامبر، فوریه، مارس و ژانویه تأمین کننده عمده سرمای زمستانه برای درختان زرشک محسوب می شوند. ایستگاهای یزد، زاهدان و اصفهان عمده نیاز سرمایی آنها در ماه های دسامبر، فوریه، ژانویه، مارس و نوامبر تامین می شود (شکل ۴).

عمده نیاز سرمایی ایستگاه های فسا و شیراز در ماه های دسامبر، فوریه، ژانویه، نوامبر و مارس تامین می شود(نمودار۱).ماه های نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس در ایستگاه بیرجند عمده نیاز سرمایی درخت زرشک را تامین می کنند (جدول۲ و ۳).



شکل (٤). بررسی نیاز سرمایی درخت زرشک در ایستگاه های مورد مطالعه بر اساس دوره آماری ۲۰۱۷-۱۹۸۷.

بر اساس شاخص‌های اعتبارسنجی یا خطا سنجش مدل‌های مختلف برآورد کننده نیاز سرمایی از معیار RMSE استفاده شد.. این معیار ها از طریق معادله های زیر محاسبه می شود

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}(A_t - F_t)^2}{n}}$$

نتایج نشان می‌دهد که مدل ساعت سرمایی (CH) با توجه به اینکه میانگین مربعات (RMSE) کمتر نسبت به مدل دیگر می‌باشد، از عملکرد بالاتری برخوردار می‌باشد(جدول ۴).

جدول٤- نتایج معیارهای اعتبارسنجی مدل‌های مختلف نیاز سرمایی درخت زرشک

مدل	RMSE
ساعت سرمایی (CH)	۰/۱۳
واحدهای سرمایی(Utah)	۰/۹۸

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با هدف سنجش مراحل فنولوژی درخت زرشک بی‌دانه و تغییرات انباشت سرمایی در مناطق مستعد کشت آن در ایران بررسی شد. نتایج نشان داد که درخت زرشک برای تکمیل دوره رشد و نمو خود به شش مرحله فنولوژی نیاز دارد. دوره رشد متناسب با شرایط اقلیمی و توپوگرافی از اوایل فروردین ماه تا اواخر آبان ماه به طول می‌انجامد. نیاز سرمایی درخت زرشک در ایستگاه های مختلف به میزان ۱۰۵۰ تا ۱۹۶۰ ساعت با توجه شرایط اقلیمی متغییر می‌باشد . مشاهدات میدانی نشان داد که زرشک بی دانه در صورت عدم تأمین نیاز سرمایی کافی رنگ کامل و تجاری به خود نمی گیرد. منطقه مورد مطالعه با توجه به مدل های ساعت سرمایی و واحد یوتا، مورد پهنه بندی قراد گرفت که بر این اساس ایستگاه قاین و زاهدان بیشترین نیاز سرمایی را به خود اختصاص داده اند. بر اساس براساس نتایج مدل ساعات سرمایی و یوتا در ایستگاه های کرمانشاه، سقز، سنندج، تبریز، زنجان،همدان، خرم آباد، آباده و شهر کرد، ماه های، نوامبر، دسامبر، فوریه، مارس و ژانویه تأمین کننده عمده سرمای زمستانه برای درختان زرشک محسوب می شوند. ایستگاهای یزد، زاهدان و اصفهان عمده نیاز سرمایی آنها در ماه های دسامبر، فوریه، ژانویه، مارس و نوامبر تامین می شود. عمده نیاز سرمایی ایستگاه‌های فسا و شیراز در ماه های دسامبر، فوریه، ژانویه، نوامبر و مارس تامین می‌شود. ماه‌های نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس در ایستگاه بیرجند عمده نیاز سرمایی درخت زرشک را تامین می کنند. نتایج و دستاوردهای این برای آگاهی‌بخشی در مورد نقش و اهمیت شرایط اقلیمی در انتخاب گونه سازگار با اقلیم هر منطقه و همچنین ارائه الگویی برای مدیریت صحیح و ریسک محصولات باغبانی حائز اهمیت می‌باشد.

منابع

احمدی، حمزه.، و عزیززاده، جواد. (۱۳۹۸). هواشناسی کشاورزی تجربی (راهنمای عملی). انتشارات هاوار، چاپ اول.

برنا، رضا.، و علیزاده، افسانه. (۱۳۹۵). پهنه‌بندی اقلیمی کشاورزی کشت مرکبات در استان خوزستان با روش تحلیل سلسله مراتبی، نشریه هواشناسی کشاورزی، ۴(۱):۱۲-۲۱.

خوشحال، جواد.، رحیمی، داریوش.، و مجد، مرضیه. (۱۳۹۱). تعیین مراحل فنولوژی و محاسبه نیازهای حرارتی گل محمدی منطقه برزک کاشان،جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۴(۴):۱۷۹-۱۷۰.

رضائی، حسن. (۱۳۹۸). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر مناطق کشت زرشک در ایران، رساله دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

رضایی، حسن. (۱۴۰۰). تغییر اقلیم کشاورزی، انتشارات دانشگاهیان، تهران، ایران.

رضائی، حسن، پورزارع، مرتضی، فلاح قالهری، غلامعباس. (۱۴۰۰). تاثیر پارامترهای اقلیمی بر فنولوژی پسته با توجه به درجه روز در شهرستان گناباد، فصلنامه جغرافیا طبیعی، ۱۳(۵۲): ۱-۱۴.

رضایی، حسن، فلاح قالهری, غلامعباس. (۱۴۰۰). مکان‌یابی مناطق مناسب برای کشت زرشک در کشور ایران. جغرافیایی سرزمین, ۱۸(۷۲):۱۰۱-۱۱۸.

غریبی، خسرو. (۱۳۹۵). مدیریت ریسک و بیمه باغبانی. انتشارات پژوهشکده بیمه. چاپ اول. تهران.

فراهانی، حمیدرضا.(۱۳۹۴). راهنمای جامع و کاربردی باغبانی، انتشارات آموزش فنی و حرفه ای مزرعه زرین، چاپ اول. تهران.

فلاح قالهری غلامعباس.، و احمدی، حمزه. (۱۳۹۶). بررسی روند تغییرات نیازهای سرمایی و طول مراحل فنولوژیک درخت سیب (مطالعه موردی: منطقه کرج). نشریه هواشناسی کشاورزی، ۵(۱):۷۰-۵۷.

ولاشدی، نوروز.، و سبزی پرور، علی اکبر. (۱۳۹۵). ارزیابی الگوهای برآورد نیاز سرمایی زمستانه با استفاده از دادههای مشاهدهای پدیده شناختی درخت سیب در ارومیه. علوم باغبانی ایران، ۴۷(۳):۵۷۰-۵۶۱.

Alburquerque, N. Garc´Ia- 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, Requirement, Environ. Experim. Bot, No. 64, PP. 162-170.

Alegbeleye, O. O., Singleton, I., & Sant'Ana, A. S. 2018. Sources and contamination routes of microbial pathogens to fresh produce during field cultivation: a review. Food microbiology, 73, 177-208

Bastan, M., Khorshid-Doust, R. R., Sisi, S. D., & Ahmadvand, A. 2018. Sustainable development of agriculture: a system dynamics model. Kybernetes.

Celik, M. A., Kulak, M., Cetinkaya, H., Koc, M., Göceri, A., & Özüpekçe, S. 2018. An Investigation On Effects of Dry and Wet Climate Conditions On Pistachio (Pistacia Vera) Yield in Middle Euphrates Basin Southeast of Turkey. *Scientific Papers*, 159.

Cosmulescu, S., & Bîrsanu Ionescu, M. 2018. Phenological calendar in some walnut genotypes grown in Romania and its correlations with air temperature. *International journal of biometeorology*, *62*(11), 2007-2013.

Cotterman, K. A., Kendall, A. D., Basso, B., & Hyndman, D. W. 2018. Groundwater depletion and climate change: future prospects of crop production in the Central High Plains Aquifer. Climatic change, Vol. 146. Pp, 187-200.

Erez, A. (Ed.). 2013. Temperate fruit crops in warm climates, Springer Science & Business Media.

Etesami, H., & Maheshwari, D. K. 2018. Use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) with multiple plant growth promoting traits in stress agriculture: Action mechanisms and future prospects. Ecotoxicology and environmental safety, Vol. 156. Pp, 225-246.

Ettinger, A. K., Chamberlain, C. J., Morales-Castilla, I., Buonaiuto, D. M., Flynn, D. F. B., Savas, T., ... & Wolkovich, E. M. 2020. Winter temperatures predominate in spring phenological responses to warming. *Nature Climate Change*, *10*(12), 1137-1142.

Ferree, D.C. Warrington, I.J. 2003. *Apples, botany, Production and uses*. CABI International Publishing ISBN. 0851995926. P. 6935.

Maulión, E.; Valentini, G.H.; Kovalevski, L.; Prunello, M.; Monti, L.L.; Daorden, M.E.; Quaglino, M. and Cervign, G.D.L.C. 2014. Comparison of methods for estimation of chilling and heat requirements of nectarine and peach genotypes for flowering, Sci. Hort., 177: 112-117.

osmulescu, S., Bîrsanu Ionescu, M. 2018. Phenological calendar in some walnut genotypes grown in Romania and its correlations with air temperature. *Int J Biometeorol* **62,** 2007–2013.

Prudencio. A.S., Martínez-Gómez, P., Dicenta.F.2018. Evaluation of breaking dormancy, flowering and productivity of extra-late and ultra-late flowering almond cultivars during cold and warm seasons in South-East of Spain. Scientia Horticulturae, 235:39-46.

Rahemi, A., Fisher, H., Dale, A., Taghavi, T., & Kelly, J. 2021. Bud dormancy pattern, chilling requirement, and cold hardiness in Vitis vinifera L.'Chardonnay'and 'Riesling'. *Canadian Journal of Plant Science*, *101*(6), 871-885.

Ruiz, D.; Campoy, J.A. and Egea, J. 2007. Chiiling and heat requirments of apricot cultivars for flowering, Environmental and Experiment Botany, 61: 254-263.

Rea, R. and Eccel, E. (2006). Phenological models for blooming of apple in a mountainous region, Int of Biometeorology, 51: 1-16.

Rodríguez, A, López,D.L,. Enrique Sánchez,E., Centeno,A., Gómara, I,. Dosio,A., and Ramos, M.R. 2019. Chilling accumulation in fruit trees in Spain under climate change. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 19: 1087–1103.