Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

# Suitable Site Selection for Autumn Sugar Beet Cultivation in Golestan Province

**Mohsen Azizi**[1] | **Hosein Mohammadi** [2]✉ | **Dariush Taleghani** [3]

1. Ph.D. in Agricultural Meteorology, Kish International Campus, University of Tehran, Kish, Iran. **E-mail:** azizimohsen3@gmail.com
2. Corresponding author, Department of Physical Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran. **E-mail:** hmmohammadi@ut.ac.ir
3. Associate professor of Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. **E-mail:** dftaleghani@yahoo.com

**Article Info**

**Article type:**
Research Article

**Article history:**
Received
2023/05/08
Received in revised
2024/02/15
Accepted
2024/09/07
Published
2024/09/08
Published online
2025/09/23

**Keywords**:
Golestan province,
rain,
autumn sugar beet
temperature,
Susceptible areas.

**ABSTRACT**

The aim of this research is to identify potential areas for autumn sugar beet cultivation in Golestan Province, Iran, based on temperature and precipitation parameters. Temperature (daily) and precipitation (annual) data from a 15-year statistical period (2006–2020) were analyzed using methods such as thermal potential diagrams, deviation from optimal conditions, phenology, and zoning of irrigation requirements based on annual rainfall. The results of the temperature evaluation using the thermal potential method, based on thermal thresholds of 0°C, 4°C, and 10°C, revealed that Inche Brun station has the highest cumulative thermal units, while Aliabad Katul station has the lowest. Analysis of the probability of late spring frost at the 95% confidence level showed that frost events occurring at the end of April in the central, eastern, northern, northeastern, and western parts of Golestan Province coincide with the phenological stages of root bulking and sugar accumulation in sugar beet. Based on the deviation from optimal conditions, Inche Brun station exhibited the lowest deviation (-20.64), indicating more favorable conditions for sugar beet cultivation. Phenological analysis identified Gonbadkavus, Bandar Turkman, Kalaleh, Inche Brun, and Bandar Gaz as the most suitable areas for autumn sugar beet cultivation in Golestan Province. Rainfall evaluations using the annual rainfall zoning map of Golestan Province indicated that, while there are no significant limitations in terms of rainfall and water supply for autumn sugar beet cultivation, the recent multi-year droughts necessitate additional irrigation to ensure optimal growth. In conclusion, this study highlights the potential for autumn sugar beet cultivation in specific areas of Golestan Province, taking into account thermal conditions, frost risks, and rainfall patterns. However, supplementary irrigation is recommended to address water shortages caused by prolonged droughts.

**Cite this article:** Aziz, Mohsen., Mohammadi, Hosein., & Taleghani, Dariush. (2025). Suitable Site Selection for Autumn Sugar Beet Cultivation in Golestan Province. *Journal of Applied researches in Geographical Sciences*, 25 (78), 324-343. DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.78.8

© The Author(s). Publisher: University of Kharazmi.
DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.78.8

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

# Extended Abstract

## Introduction

Sugar beet (Beta vulgaris) is a dicotyledonous plant belonging to the Chenopodiaceae family (Zicari et al., 2019). It is a versatile crop that can be integrated into agricultural rotation systems to optimize land and resource utilization (Pelka et al., 2015). Sugar beet is known for its adaptability to various environmental stresses, including water stress (Varucha et al., 2018), frost resistance (Webster et al., 2016), and even salt stress (Mall et al., 2021). Iran is one of the six countries globally where sugar beet can be cultivated in two distinct seasons: spring (planted in spring and harvested in autumn) and autumn (planted in autumn and harvested in spring) (Taleghani et al., 2016). Among these, autumn sugar beet cultivation offers significant advantages, particularly in terms of water use efficiency. The most critical factor that underscores the superiority of autumn sugar beet cultivation over spring cultivation in Iran is the optimal utilization of rainfall during the growth period, which enhances water consumption efficiency (Taleghani et al., 2016). This makes autumn cultivation a more sustainable and economically viable option for farmers in regions with specific climatic conditions.

## Material and Methods

This study will employ Geographic Information System (GIS) software to examine the impact of temperature and precipitation on the cultivation of autumn sugar beet in Golestan province. A dataset spanning 15 years has been utilized to analyze the phenological stages of autumn sugar beet, assess thermal units, evaluate the thermal potential of the region, and determine deviations from optimal conditions along with the number of active growing days. To investigate the agroclimatic conditions pertinent to autumn sugar beet cultivation in the designated study areas, the required statistics and data from selected synoptic stations within the comprehensive network of meteorological stations across Golestan province were employed. This network includes eight synoptic stations: Hashemabad, Gonbadkavus, Kalaleh, Marave Tepe, Aliabad Katul, Bandar Turkman, and Gorgan Airport. Meteorological data collected during the statistical period from 2006 to 2020 were utilized for this research. Figure 1 illustrates the locations of the synoptic stations within Golestan province.

## Results and Discussion

The results indicate that altitude is a significant factor influencing temperature and, consequently, cumulative heat units in Golestan Province. Among the studied stations, Inche Brun, with an elevation of 7 meters, recorded the highest cumulative thermal units for temperature thresholds of 4°C and 10°C, at 53,515.5 and 49,447 units, respectively. In contrast, Aliabad Katul station had the lowest cumulative thermal units for the same thresholds, at 48,883.3 and 45,262.3 units, respectively. Based on these findings, Inche Brun station exhibits the least deviation from optimal conditions and is the most suitable location for autumn sugar beet cultivation in Golestan Province. This station outperforms others during key phenological stages, including budding, eight-leaf formation, root bulking, sugar

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

accumulation, and full ripening. Other stations in the province show higher deviations from optimal conditions, making them less favorable for cultivation. In terms of phenological suitability, areas receiving less than 2,000 degree days of growth are deemed unsuitable for autumn sugar beet cultivation, as they would result in significantly lower yields. The optimal planting period for autumn sugar beet in Golestan Province is from mid to late autumn, before the onset of the first autumn frost. Specifically, the best planting times are early November for low-altitude and central regions of the province, and mid-October for higher-altitude areas. Favorable regions for autumn sugar beet cultivation in Golestan Province include the central, eastern, northern, northeastern, and western areas. These regions are well-suited for cultivation due to their environmental characteristics and alignment with the biological requirements of the autumn sugar beet plant. Conversely, the southern and southwestern parts of the province are unsuitable for this crop due to unfavorable climatic and phenological conditions. In summary, this study highlights the importance of altitude and thermal conditions in determining the suitability of regions for autumn sugar beet cultivation. Inche Brun emerges as the most optimal location, while other areas require careful consideration of planting times and environmental factors to achieve successful cultivation.

## Conclusion

Favorable areas for autumn sugar beet cultivation in Golestan Province include the central, eastern, northern, northeastern, and western regions. These areas are well-suited for cultivation due to their alignment with the environmental and biological requirements of the autumn sugar beet plant. An analysis of rainfall patterns in Golestan Province, based on long-term average annual rainfall zoning maps, indicates that there are no significant limitations in terms of rainfall and water supply for autumn sugar beet cultivation. However, considering the recent multi-year droughts, additional irrigation is necessary to ensure optimal growth and yield of the crop. In summary, while Golestan Province generally has favorable conditions for autumn sugar beet cultivation, the increasing frequency of droughts necessitates supplementary irrigation to address water shortages and support sustainable agricultural practices. This approach will help maximize the potential of autumn sugar beet cultivation in the region.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۲۲۲۸-۷۷۳۶ شاپا الکترونیکی: ۲۵۸۸-۵۱۳۸
https://jgs.khu.ac.ir/

# پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت پاییزه چغندرقند در استان گلستان

محسن عزیزی[۱]، حسین محمدی[۲]✉، داریوش طالقانی[۳]

۱. دکتری آب‌وهواشناسی کشاورزی، پردیس بین‌الملل کیش دانشگاه تهران، کیش، ایران. رایانامه: azizimohsen3@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: hmmohammadi@ut.ac.ir

۳. دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: dftaleghani@yahoo.com

**اطلاعات مقاله**

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۰۲/۱۸
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۲/۱۱/۲۶
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۶/۱۷
تاریخ انتشار:
۱۴۰۳/۰۶/۱۸
تاریخ انتشار آنلاین:
۱۴۰۴/۰۷/۰۱

کلیدواژه‌ها:
استان گلستان،
بارش،
چغندرقند پاییزه،
دما،
مناطق مستعد.

**چکیده**

هدف از پژوهش حاضر نشان دادن مناطق مستعد برای کشت چغندرقند پاییزه در استان گلستان با توجه به پارامترهای دما و بارش است. بدین منظور از آمار درجه حرارت (روزانه) و بارش (سالانه) با طول دوره آماری ۱۵ ساله (۱۳۸۵-۱۳۹۹) استفاده شد. جهت تحلیل داده‌ها از روش‌های نمودارهای پتانسیل گرمایی، انحراف از شرایط بهینه، فنولوژی و پهنه‌بندی استان گلستان ازنظر میزان آبیاری در طول رشد از داده‌های سالانه بارش استفاده شد. نتایج ارزیابی دما با استفاده از روش پتانسیل گرمایی بر اساس آستانه حرارتی، صفر، ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد در سطح ایستگاه‌های استان گلستان نشان داد؛ ایستگاه اینچه برون دارای بیشترین واحد حرارتی تجمعی و ایستگاه علی‌آباد کتول دارای کمترین واحد حرارتی تجمعی هستند. بررسی تاریخ احتمال وقوع یخبندان دیررس بهاری در سطح ۹۵ درصد نشان داد که به دلیل رخداد آن در اواخر فروردین‌ماه در مرکز، شرق و شمال و شمال شرقی و غرب استان گلستان مصادف با مرحله فنولوژیکی حجیم شدن ریشه و تجمع قند می‌باشد. همچنین بر اساس انحراف از شرایط بهینه در استان گلستان ایستگاه اینچه برون دارای کمترین انحراف (۲۰/۶۴-) محاسبه گردید. همچنین ازنظر فنولوژی در مرحله جوانه زدن، شش برگی، حجیم شدن ریشه و تجمع قند و رسیدن کامل گیاه چغندرقند پاییزه در استان گلستان مناطق مساعد کشت چغندرقند پاییزه استان گلستان شامل گنبدکاووس، بندر ترکمن، کلاله، اینچه برون و بندر گز مشخص گردیدند. همچنین ارزیابی‌ها ازنظر بارش با توجه به نقشه‌ی پهنه‌بندی سالانه بارش‌های استان گلستان می‌توان نتیجه گرفت ازنظر بارشی و تأمین آب موردنیاز چغندرقند پاییزه محدودیت زیادی متوجه استان گلستان نیست البته با توجه به خشک‌سالی‌های اخیر چندساله کشت این گیاه در استان احتیاج به آبیاری تکمیلی جهت رشد را دارد.

**استناد**: عزیزی، محسن؛ محمدی، حسین؛ و طالقانی، داریوش (۱۴۰۴). پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت پاییزه چغندرقند در استان گلستان. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۵ (۷۸)، ۳۲۴-۳۴۳.
http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.78.8

CC BY NC
© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

**مقدمه**

چغندرقند یک گیاه دولپه‌ای متعلق به خانواده اسفناجیان است (زیکاری[1] و همکاران، ۲۰۱۹). چغندرقند محصولی است که می‌توان آن را به‌عنوان یکی از محصولات تناوب متعدد به‌منظور بهره‌برداری کامل از زمین و منابع در یک سیستم کشاورزی کاشت (پلکا[2] و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین، این گیاه بسیار سازگار در برابر تنش آبی (میسرا[3] و همکاران، ۲۰۲۳)، مقاوم در برابر یخبندان (وبستر[4] و همکاران، ۲۰۱۶)، یا حتی به تنش شوری مقاوم است (زیمارویوا[5] و همکاران، ۲۰۱۸؛ مال و همکاران، ۲۰۲۱). ایران یکی از شش کشور جهان محسوب می‌شود که می‌توان چغندرقند را به دو صورت بهاره (کاشت در بهار و برداشت در پاییز) و پاییزه (کاشت در پاییز و برداشت در بهار) کشت کرد (حسنوندی و همکاران، ۱۴۰۱). در ایران، مهم‌ترین عاملی که می‌توان آن را به‌عنوان شاخصی بارز برای اولویت و برتری کشت پاییزه چغندرقند نسبت به کشت بهاره معرفی کرد، استفاده بهینه از نزولات آسمانی در طول دوره رشد و کار آیی بیشتر مصرف آب در زراعت چغندرقند پاییزه است (سلطانی و همکاران، ۱۴۰۰). پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی این قابلیت را دارد که بر اساس تحلیل تغییرات شاخص‌های اقلیمی و با توجه به دوره رشد و نمو گیاه، خطرات فرا روی تولید را پیش‌بینی کند (شفاپور و همکاران، ۱۴۰۱). چغندرقند پاییزه یکی از منابع اصلی تولید شکر است که آب مصرفی آن در نقاط مختلف دنیا بین ۵۵۰ تا ۲۱۰۰ میلی‌متر متغیر است (پجیک[6] و همکاران، ۲۰۱۱؛ ساهین[7] و همکاران، ۲۰۱۴). این گیاه به دامنه وسیعی از شرایط اقلیمی سازگار است و به‌محض استقرار، به شوری متحمل بوده و در تنش آبی ملایم، می‌تواند عملکرد اقتصادی تولید کند (وامرالی[8] و همکاران، ۲۰۰۹). در آب‌وهوای گرم یا مدیترانه‌ای، چغندر پاییزه را می‌توان در پاییز کاشت و در بهار، تابستان یا پاییز آینده برداشت کرد (آبکووا[9] و همکاران، ۲۰۱۹). (ادیبی فرد و همکاران، ۱۳۹۸) در تحقیقی با عنوان مطالعه شرایط اقلیمی استان فارس برای توسعه کشت پاییزه چغندرقند پاییزه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی نتایج آن‌ها نشان داد مناطق مرکزی، شرقی، غربی و تا حدودی مناطق جنوبی شامل شهرستان‌های فیروزآباد، فسا، نیریز، جهرم، فراش بند، زرین‌دشت، داراب و قیروکارزین به‌عنوان مناطق مستعد جهت کشت چغندرقند پاییزه شناسایی شدند. (محمّدزاده و همکاران، ۱۳۹۹) در تحقیقی با عنوان مدل‌سازی پتانسیل و خلأ عملکرد چغندرقند پاییزه در ایران را موردبررسی قراردادند و به این نتیجه دست یافتند که مدل‌سازی میزان تولید پتانسیل و خلأ محاسبه‌شده عملکرد چغندرقند پاییزه در ایران به ترتیب ۳۹/۱۱ و ۲۳/۶ میلیون تن برآورد کرد. عملکرد واقعی و عملکرد پتانسیل چغندرقند پاییزه به ترتیب ۶۶/۴۶ و ۹۹/۱۰۲ تن در هکتار و درنتیجه خلأ عملکرد چغندرقند پاییزه در ایران با ۳۲/۵۶ تن در هکتار با عملکرد نسبی ۴۵ درصد برآورد شد. پهنه‌بندی اگرواکولوژیک به‌منظور تعیین امکان کشت پاییزه چغندرقند پاییزه در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی نشان داد ۴/۹ اراضی کاملاً مناسب، ۱۶/۷۴ مناسب و ۴۷/۹۸ درصد اراضی متوسط می‌باشند. ۳۰/۳۸ درصد کاملاً نامناسب است (جواهری و همکاران، ۱۳۹۴). (حسین زاده فضل و همکاران، ۱۳۹۹) در آزمایشی برای ارزیابی امکان کاشت پاییزه چغندرقند پاییزه در استان البرز نشان دادند کاشت پاییزه چغندرقند پاییزه را در منطقه کرج و مناطق مشابه ازنظر اقلیمی، به دلیل سرمازدگی و درصد ساقه روی بالا توصیه نمی‌کند. مناسب‌ترین شرایط جغرافیایی برای رشد چغندر در جایی یافت می‌شود که خاک عمیق، شکننده، زهکشی شده و حاوی نسبت معینی آهک باشد (وارگا[10] و همکاران، ۲۰۲۰؛ راشوفسکی[11] و همکاران، ۲۰۲۱؛ استوشی[12] و همکاران، ۲۰۲۰؛

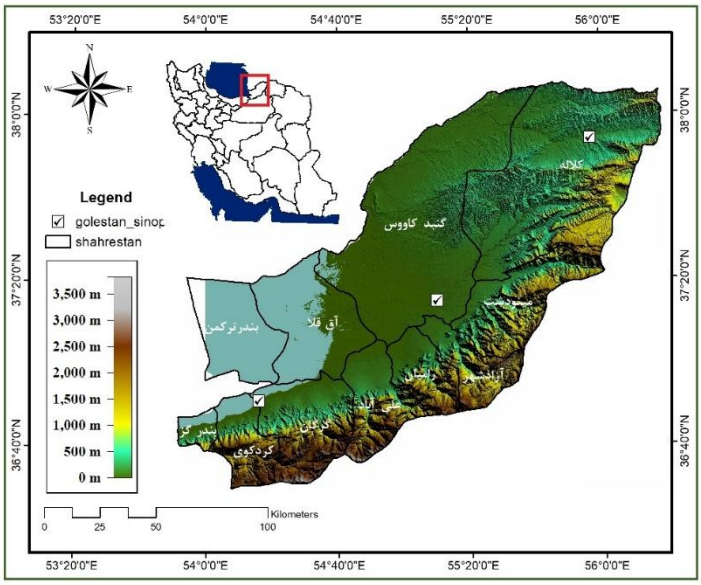
[1] Zicari
[2] Pelka
[3] Misra
[4] Webster
[5] Zymaroieva
[6] Pejic
[7] Sahin
[8] Vamerali
[9] Abekova
[10] Varga
[11] Rašovský
[12] Stoši

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

کریستک[13] و همکاران، ۲۰۲۰؛ جوگ[14] و همکاران، ۲۰۱۸). در ایران به علت سیاست‌گذاری‌های نادرست در مورد کشاورزی میزان برداشت محصولات کشاورزی بسیار کم و ناچیز یا به‌صورت نامرغوب انجام می‌شود. هدف از این مطالعه شناسایی توانمندی‌ها و محدودیت‌های اقلیم کشاورزی گیاه چغندرقند پاییزه در استان گلستان با توجه به پارامترهای اقلیمی (دما و بارش) و با روشن کردن مناطق مرغوب یا با کشف مناطق مناسب راهکارهای مناسب را در اختیار برنامه ریزان امر کشاورزی قرار دهد

## مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌منظور تأثیر دما و بارش بر زراعت چغندرقند پاییزه در استان گلستان با استفاده از نرم‌افزار GIS انجام خواهد شد. برای بررسی مرحله فنولوژی چغندرقند پاییزه، تحلیل واحدهای گرمایی، پتانسیل گرمایی منطقه، انحراف از شرایط بهینه و درجه روزهای فعال از آمار ۱۵ ساله استفاده‌شده است. در این تحقیق به‌منظور بررسی شرایط آگروکلیمایی کشت چغندرقند پاییزه در مناطق موردمطالعه، آمار و داده‌های لازم ایستگاه‌های سینوپتیکی منتخب از شبکه جامع ایستگاه‌های هوا شنا سی برای کل ا ستان گلستان شامل ۸ ایستگاه سینوپتیک ها شم‌آباد، گنبدکاووس، کلاله، مراوه‌تپه، علی‌آباد کتول، بندر ترکمن، فرودگاه گرگان، اینچه برون ا ستفاده شد. برای این پژوهش از داده‌های هوا شنا سی طی دوره آماری ۱۳۸۵-۱۳۹۹ استفاده گردید. شکل (۱) موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک استان گلستان را نشان می‌دهد.




**شکل (۱). موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی منتخب استان گلستان** منبع: نگارندگان، سال ۱۴۰۱

### روش پتانسیل گرمایی

با توجه به اهمیت شرایط حرارتی در کشاورزی و برای بررسی خصوصیات حرارتی منطقه، از ۱۵ سال آمار درجه حرارت حداقل و حداکثر روزانه برابر با ۳۶۵۰۰ مورد دیده‌بانی روزانه هشت ایستگاه هواشناسی منتخب از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹ میانگین آن‌ها در محیط نرم‌افزار Excel بررسی‌شده است. پس‌ازآن تاریخ‌های وقوع حدود موردنظر (صفر، ۴ و ۱۰) مشخص

[13] Kristek
[14] Jug

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

و سپس از طریق روش جمع‌بندی درجه حرارت تا تاریخ وقوع همان رخدادها مقادیر محاسبه و به‌صورت نمودار ارائه گردیدند. با شناسایی و تعیین پتانسیل‌های گرمایی هر منطقه می‌توان هرگونه گیاهی با داشتن شرایط فنولوژی با این نمودارها سنجید و ریتم و آهنگ رشد آن را به دست آورد. در این مورد مجموع ماهانه و سالانه درجه حرارت فعال و بالای صفر، ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد و همین‌طور مجموع سالانه درجه حرارت‌های فعال و کمتر از صفر که ازنقطه‌نظر کشاورزی حائز اهمیت است محاسبه‌شده و به‌صورت جدول پتانسیل گرمایی برای هر ایستگاه ترسیم گردید. (عزیزی، محمدی، طالقانی، ۱۴۰۱).

**روش گرادیان حرارتی**

با استفاده از روش رگرسیون خطی ضرایب تغییرات درجه حرارت همراه با ارتفاع برای ماه‌های سال و کل سال محاسبه‌شده است. برای محاسبه معادله خط از رابطه شماره (۱) استفاده‌شده است:

$$(y= ax+ b)$$ رابطه (۱)

در رابطه (۱) ($y$) برای مقدار مورد انتظار (متغیر وابسته) ($x$) مهم‌ترین متغیری که بر اساس آن پیش‌بینی صورت می‌گیرد (متغیر مستقل) ($a$) ضریب ثابت که به‌عنوان عرض از مبدأ خوانده می‌شود و ($b$) شیب‌خط یا گرادیان حرارتی است. (عزیزی، ۱۳۹۲).

برای محاسبه $a$ و $b$ از روابط شماره (۲ و ۳) استفاده می‌شود:

رابطه (۲)

$$a= \frac{\sum(y) \sum (X^2) - \sum(x) \sum (xy)}{N\sum X^2 - (\sum X)}$$

رابطه (۳)

$$b= \frac{N\sum XY - (\sum X) (\sum Y)}{N\sum X^2 - (\sum X^2)}$$

**روش انحراف از شرایط بهینه**

در این روش برای به دست آوردن بهینه‌های مقاطع زمانی مختلف، ابتدا درجه حرارت‌های بهینه تعیین گردیده و سپس با در نظر گرفتن میانگین آمار روزانه، مقادیر انحراف از شرایط بهینه برای دهه‌های مختلف هرماه محاسبه گردد، بدین منظور ابتدا هرماه را به سه دهه مختلف تقسیم کرده و سپس میانگین هرکدام از دهه‌ها را محاسبه نموده؛ که جمعاً برای هر ایستگاه میانگین ۳۶ دهه محاسبه می‌شود. در مرحله بعد سپس اختلاف میانگین‌های به‌دست‌آمده از حدود بهینه محاسبه و درنتیجه میزان انحراف از شرایط بهینه برای مقاطع زمانی فوق به دست می‌آید و نتایج آن به‌صورت جدول مشخص می‌گردد (شائمی برزکی و همکاران، ۱۴۰۲).

**روش ضریب حرارتی یا مجموع درجه روزهای فعال**

با توجه به اینکه مجموع درجه حرارت‌های مثبت از آغاز بیداری تا برداشت و با توجه به اینکه قصد کشت چغندرقند پاییزه داریم، محصول چغندرقند پاییزه باید به ۲۹۰۰ درجه – روز برسد؛ بنابراین در این پژوهش از روش‌های محاسبه درجه روز استفاده‌شده است. در این تحقیق از بین روش‌های متداول جهت برآورد واحدهای حرارتی از روش فعال استفاده‌شده است.

**الف- مجموع درجه روزهای فعال**

برای جمع‌بندی درجه حرارت، کلیه مقادیر درجه حرارت‌های روزانه (بدون کسر کردن درجه حرارت‌های پایه) و در طی ایام رویش فعال با یکدیگر جمع می‌شود. رابطه (۴ و ۵) محاسباتی به ترتیب زیر استفاده شد.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

رابطه (۴)

$$Tt = \frac{TMin + TMax}{2} \quad \text{درصورتی‌که} \quad \frac{TMin + TMax}{2} >$$

که در رابطه (۴) به ترتیب $tmin$، $tmax$ معادل حداقل دما روزانه و حداکثر دمای روزانه و $Tt$ دمای زیستی رابطه است. درروش درجه حرارت‌های فعال که در این تحقیق نیز از آن استفاده‌شده است؛ مجموع درجه حرارت‌های روزانه با مقادیر مثبت به‌کاررفته؛ اما فقط برای روزهایی که درجه حرارت متوسط از آستانه زیست‌شناسی یا نقطه صفر بیولوژیک بیشتر باشد. کلیه مقادیر بیشتر از ۴ درجه سانتی‌گراد محاسبه خواهد شد و کلیه مقادیر کمتر از ۴ درجه سانتی‌گراد محاسبه نخواهد شد. (حجازی زاده، علیقلی، فتح‌الله طالقانی، ۱۳۹۶)

**ب- روش تعیین طول درون مراحل در مطالعات فنولوژی**

به‌منظور تعیین مدت‌زمان لازم بین دو مرحله فنولوژیک یا (درون مرحله) بر اساس مینیمم درجه حرارت، از رابطه (۵) استفاده می‌شود: (عزیزی، محمدی، طالقانی، ۱۴۰۱).

$$n = \frac{A}{T - B}$$ رابطه (۵)

$n$ مدت‌زمان لازم بین دو مرحله فنولوژی ($A$) ضریب حرارتی برای تکمیل آن مرحله ($B$) آستانه زیست‌شناسی محصولات ($T$) درجه حرارت روزانه.

**پهنه‌بندی استان گلستان ازنظر میزان آبیاری در طول رشد چغندرقند پاییزه بر اساس بارش**

آگاهی از دوره‌های مرطوب و خشک به میزان زیاد عامل افزایش کارایی آبیاری درکشت آبی برای افزایش عملکرد چغندرقند پاییزه می‌گردد. بر اساس داده‌های بارش سالانه ۱۵ ساله نمودار بارش برای هر ایستگاه ترسیم‌شده و با استفاده از نرم‌افزار $GIS$ نقشه‌های هم‌بارشی نیز با روش $IDW$ ترسیم می‌گردد و بر اساس میزان بارش طی فصل رشد (بر اساس ۷۰۰ میلی‌متر بارش طی فصل رشد) به‌منظور میزان آبیاری چغندرقند پاییزه در استان گلستان ازنظر بارشی تعیین شد. سپس با استفاده از روش ترکیب خطی وزن دهی شده ($WLC$) به فاکتورهای دما و بارش وزن داده شد و درنهایت نقشه مناطق مساعد کشت چغندرقند پاییزه ازنظر بارش در استان گلستان تعیین گردید (عزیزی، محمدی، طالقانی، ۱۴۰۱).

## نتایج و بحث

### نتایج ارزیابی پهنه‌بندی کشت چغندرقند پاییزه ازنظر دما در استان گلستان

**یخبندان**

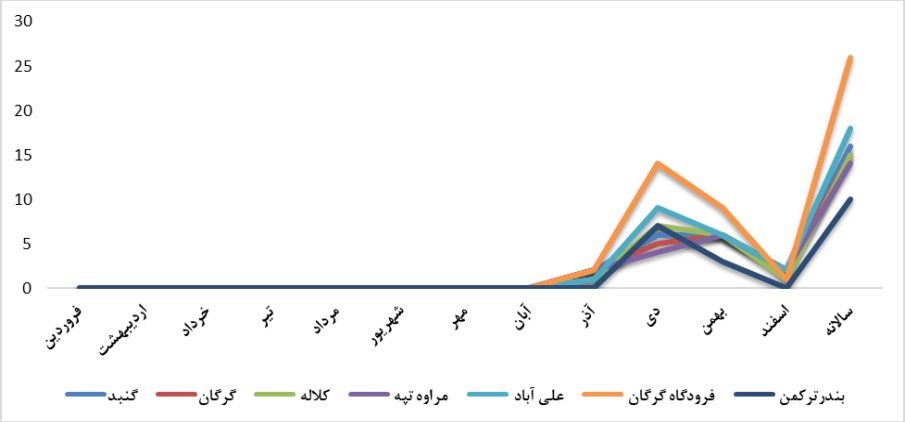
یخبندان پارامتری است که می‌تواند در ابعاد کمی و کیفی موردمطالعه قرار گیرد. کمیت یخبندان در ابعاد زمانی منحصر به تعداد روزهای پیدایش این پدیده می‌گردد. در ابعاد مکانی یخبندان با سطوح آزاد آب یخ‌زده و همچنین با وسعت زمین‌هایی که ذرات آب موجود در خاک آن‌ها یخ‌بسته است، کمیت مقداری می‌یابد. تعیین تعداد روزهای یخبندان از نقطه‌نظر تعیین شرایط اقلیمی واجد اهمیت به سزایی است. در ارتباط با اهداف طرح مطالعاتی نگرش به مسئله یخبندان از دایره دید کشاورزی شایان ارزش است. تعیین فصل رویش در کشاورزی با توجه به اینکه تاریخ‌های مربوط به آخرین یخبندان مهلک در بهار و نخستین سرمای مرگ‌آور در پاییز در اغلب سال‌ها متفاوت است، دشواری عمده‌ای تلقی می‌گردد. شکل (۱) نمایانگر مقادیر

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

ماهانه و سالانه تعداد روزهای یخبندان در شهرهای استان گلستان است. در این شکل دیده می‌شود که بیشترین روزهای یخبندان سالانه در فرودگاه گرگان با ۲۶ روز و کمترین مربوط به بندر ترکمن با ۱۰ روز در سال است جدول (۱).

**جدول (۱). یخبندان سالانه و ماهانه ایستگاه استان گلستان**

| ایستگاه | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند | سالانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گنبد | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲ | ۶ | ۶ | ۲ | ۱۶ |
| گرگان | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲ | ۵ | ۶ | ۲ | ۱۵ |
| کلاله | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۷ | ۶ | ۱ | ۱۶ |
| مراوه‌تپه | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲ | ۴ | ۶ | ۲ | ۱۴ |
| علی‌آباد | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۹ | ۶ | ۲ | ۱۸ |
| فرودگاه گرگان | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲ | ۱۴ | ۹ | ۱ | ۲۶ |
| بندر ترکمن | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۷ | ۳ | ۰ | ۱۰ |




**شکل (۲). نمودار توزیع سالانه روزهای یخبندان در شهرهای استان گلستان** منبع: نگارندگان، سال ۱۴۰۱

**بررسی پتانسیل گرمایی منطقه (درجه حرارت‌های فعال)**

در جدول (۲) تأثیر ارتفاع بر پتانسیل‌های گرمایی و ضرایب حرارتی بررسی و مجموع سالانه درجه حرارت‌های فعال در سطح ایستگاه‌های منتخب در ارتفاعات مختلف بررسی‌شده است. همچنین در جدول (۳) درجه حرارت‌های فعال و غیرفعال که بیانگر سکون بسیاری از فعالیت‌های گیاهی است برای استان گلستان محاسبه‌شده است.

**جدول (۲). تأثیر ارتفاع درمجموع سالانه درجه حرارت‌های فعال بیشتر از صفر، ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد استان گلستان**

| ایستگاه | ارتفاع | ∑tmean>۰ | ∑tmean>۴ | ∑۱۰tmean> |
|---|---|---|---|---|
| گنبدکاووس | ۳۷/۲ | ۰ | ۵۱۱۹۷/۹ | ۴۷۳۳۷/۱ |
| کلاله | ۱۲۷ | ۰ | ۵۰۲۸۷/۷ | ۴۶۴۷۳/۱ |
| اینچه برون | ۷ | ۰ | ۵۳۵۱۵/۵ | ۴۹۴۴۷ |
| بندر ترکمن | -۱۰ | ۰ | ۴۹۸۱۳/۳ | ۴۵۹۹۷ |
| گرگان | ۲ | ۰ | ۴۹۸۱۱/۱ | ۴۶۱۰۲/۱ |
| هاشم‌آباد | ۱۳/۳ | ۰ | ۴۹۰۹۲/۵ | ۴۵۴۱۷/۴ |
| علی‌آباد کتول | ۱۸۴ | ۰ | ۴۸۸۸۳/۳ | ۴۵۲۶۲/۳ |
| مراوه‌تپه | ۴۵۰ | ۰ | ۵۰۳۶۵/۹ | ۴۶۵۸۰/۵ |

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

جدول (۳) مجموع درجه حرارت‌های فعال بیشتر از صفر، ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد ایستگاه‌های منتخب استان گلستان

| ایستگاه | زمان | ۳۰ مهر | ۳۰ آبان | ۳۰ آذر | ۳۰ دی | ۳۰ بهمن | ۲۹ اسفند | ۳۱ فروردین | ۳۱ اردیبهشت | ۳۱ خرداد | ۳۱ تیر | ۳۱ مرداد | ۳۱ شهریور |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گنبدکاووس | ۰ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | ۴ | ۵۲۴۵/۱ | ۵۷۲۲/۱ | ۶۰۳۹/۴ | ۶۳۰۰/۷ | ۶۵۵۶/۴ | ۶۸۶۹ | ۳۴۲/۱ | ۱۰۸۶/۳ | ۱۹۰۲/۶ | ۲۸۰۸ | ۳۷۳۷/۴ | ۴۵۸۸/۹ |
| | ۱۰ | ۴۹۳۵/۷ | ۵۴۱۲/۶ | ۵۷۲۹/۹ | ۵۹۹۱/۳ | ۶۲۴۷ | ۶۵۵۹/۵ | ۱۵۰/۷ | ۶۴۴ | ۱۴۶۰/۳ | ۲۴۹۸/۶ | ۳۴۲۸ | ۴۲۷۹/۴ |
| کلاله | ۰ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | ۴ | ۵۱۴۸/۹ | ۵۶۲۲/۳ | ۵۹۳۶/۴ | ۶۱۹۲/۳ | ۶۴۵۱/۹ | ۶۷۷۱/۵ | ۳۲۸ | ۱۰۵۷/۹ | ۱۸۶۰/۹۴ | ۲۷۵۵/۶ | ۳۶۶۵/۵ | ۴۴۹۶ |
| | ۱۰ | ۴۸۴۶/۲ | ۵۳۰۴/۳ | ۵۶۳۳/۷ | ۵۸۷۴/۴ | ۶۱۴۹/۲ | ۶۴۵۳/۵ | ۱۴۳/۲ | ۶۲۸/۲ | ۱۴۳۱/۲ | ۲۴۵۳ | ۳۳۶۲/۸ | ۴۱۹۳/۴ |
| اینچه برون | ۰ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | ۴ | ۵۴۹۹/۲ | ۵۹۶۰/۹ | ۶۲۵۹ | ۶۵۱۶/۹ | ۶۷۶۸/۹ | ۷۱۰۶/۲ | ۳۶۸ | ۱۱۸۱/۱ | ۲۰۴۵/۶ | ۳۰۰۲/۲ | ۳۹۶۷/۴ | ۴۸۴۰ |
| | ۱۰ | ۵۱۶۸/۸ | ۵۶۳۰/۵ | ۵۹۲۸/۶ | ۶۱۸۶/۵ | ۶۴۳۸/۵ | ۶۸۳۲/۳ | ۱۶۱/۹ | ۷۰۸/۴ | ۱۵۷۳ | ۲۶۷۱/۸ | ۳۶۳۷ | ۴۵۰۹/۶ |
| بندر ترکمن | ۰ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | ۴ | ۵۰۹۲/۱ | ۵۵۶۲/۲ | ۵۸۷۳/۹ | ۶۱۲۸ | ۶۳۸۱/۱ | ۶۷۱۱/۲ | ۳۳۵/۷ | ۱۰۷۷/۸ | ۱۸۵۹/۶ | ۲۷۲۷/۱ | ۳۶۱۷/۸ | ۴۴۴۶/۸ |
| | ۱۰ | ۴۷۸۰ | ۵۲۵۰/۱ | ۵۵۶۱/۹ | ۵۸۱۶ | ۶۰۶۹/۱ | ۶۴۶۳/۱ | ۱۴۵/۹ | ۶۳۶/۹ | ۱۴۱۸/۷ | ۲۴۱۵ | ۳۳۰۵/۷ | ۴۱۳۴/۷ |
| گرگان | ۰ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | ۴ | ۵۱۲۷/۳ | ۵۵۷۹/۸ | ۵۸۶۹/۶ | ۶۰۹۹/۷ | ۶۳۳۶/۲ | ۶۶۵۴/۴ | ۳۲۴/۴ | ۱۰۵۸/۹ | ۱۸۶۳/۷ | ۲۷۵۳/۱ | ۳۶۵۶/۱ | ۴۴۸۸ |
| | ۱۰ | ۴۸۲۸ | ۵۲۸۰/۵ | ۵۵۷۰/۳ | ۵۸۰۰/۴ | ۶۰۳۶/۹ | ۶۳۷۰/۶ | ۱۴۱/۸ | ۶۳۴/۸ | ۱۴۳۹/۶ | ۲۴۵۳/۸ | ۳۳۵۶/۸ | ۴۱۸۸/۷ |
| هاشم‌آباد | ۰ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | ۴ | ۵۰۲۴/۴ | ۵۴۹۴/۵ | ۵۸۰۳/۴ | ۶۰۴۹/۶ | ۶۲۸۹/۷ | ۶۵۹۴/۹ | ۳۳۰/۲ | ۱۰۴۵/۶ | ۱۸۲۲/۲ | ۲۶۸۲/۸ | ۳۵۶۸/۸ | ۴۳۸۶/۴ |
| | ۱۰ | ۴۷۳۰/۶ | ۵۲۰۰/۷ | ۵۵۰۹/۶ | ۵۷۵۵/۸ | ۵۹۹۵/۹ | ۶۳۰۱/۱ | ۱۴۸/۳ | ۶۲۱/۱ | ۱۳۹۷/۶ | ۲۳۸۹ | ۳۲۷۵ | ۴۰۹۲/۶ |
| علی‌آباد کتول | ۰ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | ۴ | ۵۰۰۲/۸ | ۵۴۵۳/۵ | ۵۷۵۷/۹ | ۶۰۰۲/۴ | ۶۲۵۰ | ۶۵۶۲/۶ | ۳۲۲/۲ | ۱۰۴۲/۸ | ۱۸۲۹/۲ | ۲۶۹۸/۱ | ۳۵۸۰/۸ | ۴۳۸۰/۹ |
| | ۱۰ | ۴۷۱۰ | ۵۱۶۰/۸ | ۵۴۶۵/۱ | ۵۷۰۹/۶ | ۵۹۵۷/۲ | ۶۳۰۱/۱ | ۱۴۴/۷ | ۶۲۲/۹ | ۱۴۰۹/۴ | ۲۴۰۵/۳ | ۳۲۸۸ | ۴۰۸۸/۱ |
| مراوه‌تپه | ۰ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | ۴ | ۵۱۷۰/۲ | ۵۶۲۸ | ۵۹۲۵/۲ | ۶۱۷۷/۴ | ۶۴۱۷/۱ | ۶۷۲۰ | ۳۴۲/۸ | ۱۰۸۶ | ۱۸۹۴/۴ | ۲۷۷۹/۱ | ۳۶۹۵/۸ | ۴۵۳۰/۱ |
| | ۱۰ | ۴۸۶۱/۶ | ۵۳۱۹/۴ | ۵۶۱۶/۶ | ۵۸۶۸/۸ | ۶۱۰۸/۵ | ۶۴۷۸/۶ | ۱۵۱/۸ | ۶۴۳/۹ | ۱۴۵۲/۳ | ۲۴۷۰/۵ | ۳۳۸۷/۲ | ۴۲۲۱/۵ |

در این بررسی سه آستانه دمایی صفر، ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌صورت میانگین روزانه در نظر گرفته شده است. نتایج نشان داد که ارتفاع یکی از عوامل مؤثر بر دما و در نتیجه بر حرارت تجمعی است، در استان گلستان ایستگاه اینچه برون با ارتفاع ۷ متر دارای بیشترین واحد حرارتی تجمعی درجه حرارت ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب به میزان ۵۳۵۱۵٫۵ و ۴۹۴۴۷ و ایستگاه علی‌آباد کتول کمترین واحد حرارتی تجمعی ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به میزان ۴۸۸۸۳٫۳ و ۴۵۲۶۲٫۳ را داشتند. در آستانه دمایی صفر درجه سانتی‌گراد تمام ایستگاه‌های منتخب استان گلستان فاقد روزهایی با میانگین روزانه کمتر از این آستانه بودند. در آستانه دمایی ۴ درجه سانتی‌گراد تمام ایستگاه استان گلستان فاقد روزهای کمتر از آستانه دمایی ۴ درجه سانتی‌گراد بودند. در آستانه دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد ایستگاه مراوه‌تپه با حدود ۷٫۲ ماه بیشترین روزهای

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

آستانه دمایی ۱۰ و ایستگاه گرگان با حدود ۶٫۶ ماه در فصل‌های پاییز، زمستان و بهار بیشترین روزهای کمتر از آستانه دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد را داشتند. به‌صورت کلی ایستگاه اینچه برون با ارتفاع ۷ متر دارای روزهای بیشتری با درجه حرارت‌های فعال روزانه است.

**انحراف از شرایط بهینه**

جدول (۴) میزان انحراف از شرایط بهینه برای هر مرحله فنولوژیکی گیاه چغندرقند پاییزه بر پایه میانگین درجه حرارت روزانه در سطح ایستگاه‌های منتخب را نشان می‌دهد. بر این اساس در استان گلستان در مرحله جوانه زدن، هشت برگی، حجیم شدن ریشه و تجمع قند و رسیدن کامل، ایستگاه اینچه برون دارای انحراف کمتر و شرایط بهینه بیشتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها برای کشت چغندرقند پاییزه است و بقیه ایستگاه‌ها به انحراف زیاد ازنظر فنولوژیکی گیاه چغندرقند پاییزه شرایط کشت در رتبه‌های بعدی دارا هستند. درنتیجه ایستگاه اینچه برون نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارای انحراف از شرایط بهینه کمتر است این به این معناست که این ایستگاه از شرایط بهینه دمایی برای کشت چغندرقند پاییزه برخوردار است.

**جدول (۴). تعیین انحراف از شرایط بهینه مراحل فنولوژیکی در ایستگاه‌های منتخب استان گلستان**

| مراحل رشد | جوانه زدن | | هشت برگی | | حجیم شدن ریشه و تجمع قند | | رسیدن کامل | | مجموع انحرافات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ایستگاه | بهینه | انحراف از شرایط بهینه | بهینه | انحراف از شرایط بهینه | بهینه | انحراف از شرایط بهینه | بهینه | انحراف از شرایط بهینه | |
| **اینچه برون** | ۱۴ | -۵/۴۸ | ۲۵ | -۴/۹۷ | ۲۳ | -۵/۱۵ | ۳۵ | -۵/۴ | -۲۰/۶۴ |
| **کلاله** | ۱۴ | -۷/۶۷ | ۲۵ | -۶/۳۴ | ۲۳ | -۶/۴۰ | ۳۵ | -۷/۲۱ | -۲۷/۶۲ |
| **گنبدکاووس** | ۱۴ | -۵/۸۲ | ۲۵ | -۵/۴۰ | ۲۳ | -۵/۶۱ | ۳۵ | -۵/۳۲ | -۲۲/۱۵ |
| **بندر ترکمن** | ۱۴ | -۷/۳۷ | ۲۵ | -۶/۷۵ | ۲۳ | -۵/۸۷ | ۳۵ | -۷/۳۷ | -۲۷/۶ |
| **گرگان** | ۱۴ | -۸/۴۲ | ۲۵ | -۷/۶۱ | ۲۳ | -۸/۲۲ | ۳۵ | -۸/۱۴ | -۳۲/۳۹ |
| **هاشم‌آباد** | ۱۴ | -۶/۸۸ | ۲۵ | -۶/۵ | ۲۳ | -۵/۶۹ | ۳۵ | -۶/۳۰ | -۲۴/۹۲ |
| **علی‌آباد کتول** | ۱۴ | -۷/۵۹ | ۲۵ | -۷/۴۱ | ۲۳ | -۶/۹۱ | ۳۵ | -۷/۱۷ | -۲۹/۸ |
| **مراوه‌تپه** | ۱۴ | -۷/۴۷ | ۲۵ | -۶/۲۲ | ۲۳ | -۵/۸۲ | ۳۵ | -۶/۱۸ | -۲۵/۶۹ |

**میزان انحراف از شرایط بهینه بر اساس ارتفاع (گرادیان حرارتی)**

به‌منظور بررسی میزان انحراف از شرایط بهینه در ارتفاعات مختلف یا وضعیت بهینه‌های مکانی بر اساس ارتفاع، ابتدا با استفاده از روش رگرسیون خطی ضرایب تغییرات درجه روز با ارتفاع برای ماه‌های سال و کل سال محاسبه‌شده است. برای رسیدن به نتایج و محاسبه روابط بالا نخست جدول عناصر همبستگی برای ایستگاه‌های منتخب و تمامی مقاطع زمانی موردمطالعه تشکیل گردیده؛ که خلاصه نتایج آن در جدول (۵) به‌صورت عناصر همبستگی سالانه ایستگاه‌های منتخب ذکرشده است.

**جدول (۵). عناصر همبستگی سالانه ایستگاه‌های منتخب استان گلستان در دوره‌های فنولوژیکی (گرادیان حرارتی) چغندرقند پاییزه.**

| دوره / ضرایب | جوانه زدن | هشت برگی | حجیم شدن ریشه و تجمع قند | رسیدن کامل |
|---|---|---|---|---|
| **B** | ۰/۲ | ۰/۸ | ۰/۱ | ۰/۱ |
| **A** | ۵/۳۰ | ۵/۸۵ | ۳/۲۲ | ۳ |
| **R** | ۰/۴۷ | ۰/۹۵ | ۰/۳۲ | ۰/۴۲ |

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

با بهره گیری از فرمول رگر سیون، جدول گرادیان حرارتی که بیانگر و ضعیت عامل درجه روز در ارتفاعات و ماه‌های مختلف سال ا ست، در محیط اک سل و با ا ستفاده از روش رگر سیون خطی معادلات مربوط به رابطه بین میزان انحراف از شرایط بهینه در هر مرحله فنولوژی و مجموع تمام مراحل را محاسبه نموده و نمودار آن را تر سیم شد. به دلیل R۲ بالا پهنه‌بندی در محیط GIS میسر شد.

## نتایج فنولوژی

### بهینه زمانی بر اساس روش درجه روزهای فعال

تاریخ کاشت برای چند روز قبل از شروع بارش‌ها در هر ایستگاه درنظر گرفته شده است. برای به دست آوردن تاریخ تکمیل مرحله فنولوژیکی کشت (چغندرقند پاییزه) مرحله جوانه زدن ۱۲۵، در شش برگی ۸۰۰ و حجیم شدن ریشه و تجمع قند ۲۰۰۰، در مرحله رسیدن کامل ۲۹۰۰ واحد حرارتی لازم است. با توجه به جدول (۶) در مرحله جوانه زدن، شش برگی، حجیم شدن ریشه و تجمع قند و رسیدن کامل گیاه چغندرقند پاییزه در استان گلستان در ایستگاه اینچه برون، مناسب است و در بقیه ایستگاه‌های استان گلستان مناطقی که کمتر از ۲۰۰۰ واحد درجه روز رشد دریافت می نمایند جزء مناطق نامناسب کاشت پاییزه می باشند. اگر کاشت پاییزه در این مناطق انجام شود، عملکرد نهایی بسیار کم خواهد بود.

**جدول (۶). تاریخ تکمیل مراحل فنولوژیکی گیاه چغندرقند پاییزه در ایستگاه‌های منتخب استان گلستان**

| ایستگاه | ارتفاع | جوانه زدن | شش برگی | حجیم شدن ریشه و تجمع قند | رسیدن کامل |
|---|---|---|---|---|---|
| **اینچه برون** | ۳۷/۲ | ۲۷ مهر | ۱۷ آبان | ۳ اردیبهشت ماه | اوایل تیر ماه |
| **کلاله** | ۱۲۷ | ۱ آبان | ۲۵ آبان | ۳۰ اردیبهشت ماه | اواسط تیر ماه |
| **گنبدکاووس** | ۷ | ۱۰ آبان | ۳۰ آبان | ۱۷ اردیبهشت ماه | اوایل تیر ماه |
| **بندر ترکمن** | -۱۰ | ۳۰ مهر | ۲۰ آبان | ۱۱ اردیبهشت ماه | اوایل تیر ماه |
| **گرگان** | ۲ | ۳۰ مهر | ۲۶ آبان | ۲ خرداد ماه | اواسط تیر ماه |
| **هاشم‌آباد** | ۱۳/۳ | ۲۷ مهر | ۲۴ آبان | ۱ خرداد | اواخر تیر ماه |
| **علی‌آباد کتول** | ۱۸۴ | ۳۰ مهر | ۲۷ آبان | ۲۹ اردیبهشت ماه | اواخر تیر ماه |
| **مراوه‌تپه** | ۴۵۰ | ۲۹ مهر | ۲۶ آبان | ۷ خرداد ماه | اوایل مرداد |

تاریخ تکمیل هر یک از مراحل فنولوژیکی نیز روشی مساعد برای تعیین بهترین زمان کشت چغندرقند پاییزه بر اساس آستانه های حیاتی آن محسوب می‌گردد. تاریخ‌های به‌دست‌آمده با بهینه‌های زمانی هم خوانی دارد.

### تعیین طول درون مرحله فنولوژی

برای بالا بردن راندمان و استفاده صحیح از آبیاری و انجام عملیات زراعی در هر مرحله از رشد گیاه چغندرقند پاییزه، می‌توان با تعیین مدت زمان لازم هر دو مرحله فنولوژیک بر اساس آمار درجه حرارت روزانه و مشخص نمودن طول درون مرحله بر نامه ریزی های لازم برای رشد و نمو محصول به عمل آورد. به‌منظور تعیین مدت زمان لازم بین دو مرحله فنولوژیک (درون مرحله) از دمای زیستی و ضریب حرارتی هر مرحله فنولوژی استفاده می‌شود. (عزیزی، محمدی، طالقانی، ۱۴۰۱) جدول (۷) مدت زمان درون مرحله بین مراحل فنولوژی چغندرقند پاییزه را در سطح ایستگاه های منتخب استان گلستان نشان می‌دهد. واحد داده ها به روز است.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

جدول (۷). طول درون مراحل فنولوژی چغندرقند پاییزه به روز در استان گلستان

| مرحله فنولوژیکی / ایستگاه | جوانه زدن | شش برگی | حجیم شدن ریشه و تجمع قند |
|---|---|---|---|
| اینچه برون | ۵ | ۲۰ | ۱۶۸ |
| کلاله | ۷ | ۲۴ | ۱۸۰ |
| گنبدکاووس | ۶ | ۲۰ | ۱۷۸ |
| بندر ترکمن | ۵ | ۲۲ | ۱۷۱ |
| گرگان | ۸ | ۲۶ | ۱۸۴ |
| هاشم‌آباد | ۱۲ | ۳۲ | ۱۸۶ |
| علی‌آباد کتول | ۹ | ۲۷ | ۱۸۳ |
| مراوه‌تپه | ۸ | ۲۷ | ۱۹۱ |

برای طول درون مراحل در ایستگاه‌های منتخب رقم میان رس چغندرقند پاییزه در سطح ایستگاه‌های منطقه در نظر گرفته شده است بر اساس مدت‌زمانی که برای مراحل مختلف فنولوژی چغندرقند پاییزه به‌دست‌آمده می‌توان پیش‌بینی های لازم برای مدیریت کشاورزی ازجمله مبارزه با آفات، آبیاری کود دادن ودیگر اعمال زراعی به عمل آورد.

**بهترین تقویم کاشت و برداشت چغندرقند پاییزه**

تعیین زمان کاشت و برداشت یک محصول که یکی اهداف تحقیقات آگروکلیمایی به حساب می آید؛ اصلی ترین عامل برای کشت و توسعه ی یک محصول در منطقه موردمطالعه می باشد. چون با بررسی شرایط اقلیمی بهینه زمانی برای کشت محصول به دست می آید. برای تقویم کشت، شرایط اقلیمی اصلی ترین عامل محسوب می‌شود؛ در بین عناصر اقلیمی درجه حرارت از نقش بسزائی برخوردار است. باتوجه به تحلیل های انجام شده بر اساس روش‌های مختلف آگروکلیمایی و مطالعات فنولوژی، بهترین تقویم کاشت و برداشت محصول چغندرقند پاییزه در سطح ایستگاه‌های منتخب منطقه موردمطالعه که در مناطق مختلف واقع شده اند بهترین زمان برای کاشت چغندرقند پاییزه در استان گلستان از اواسط تا اواخر پاییز و پیش از شروع اولین یخ‌بندان پاییزی است همچنین با توجه به شرایط ارتفاعی منطقه موردمطالعه بهترین زمان کاشت برای ارتفاعات پایین و مرکز استان گلستان اوایل آبان ماه و ارتفاعات بالای استان گلستان اواسط مهرماه است. جدول (۸).

جدول (۸). تقویم کاشت و برداشت چغندرقند پاییزه در سطح ایستگاههای منتخب

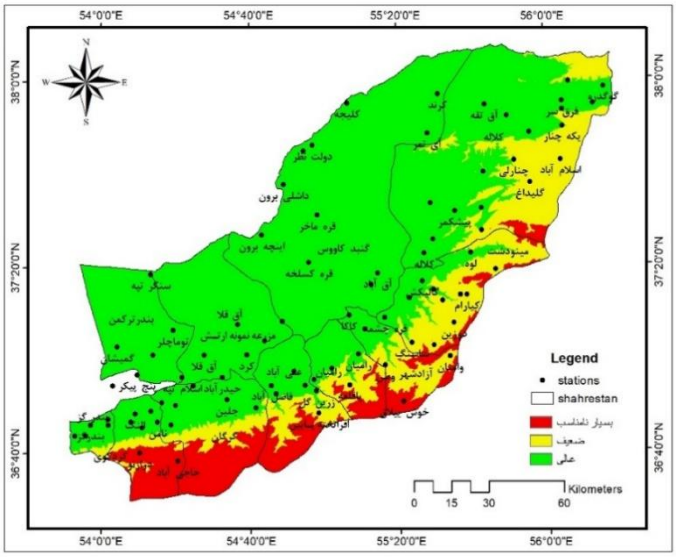
| ایستگاه | تاریخ کاشت | تاریخ برداشت |
|---|---|---|
| اینچه برون | ۲۲ مهر | اوایل تیر ماه |
| کلاله | ۲۵ مهر | اواسط تیر ماه |
| گنبدکاووس | ۴ آبان | اوایل تیر ماه |
| بندر ترکمن | ۲۵ مهر | اوایل تیر ماه |
| گرگان | ۲۲ مهر | اواسط تیر ماه |
| هاشم‌آباد | ۱۵ مهر | اواخر تیر ماه |
| علی‌آباد کتول | ۲۱ مهر | اواخر تیر ماه |
| مراوه‌تپه | ۲۲ مهر | اوایل مرداد |

**مناطق مناسب برای انواع کشت چغندرقند پاییزه**

هر منطقه ای پتانسیل گرمایی و شرایط اقلیمی خاص خود را دارد؛ که ناشی از عوامل محیطی مانند عرض جغرافیایی، ارتفاع، ناهمواری ها می باشد. شرایط اقلیمی نقش بسزائی در تعیین زمان کاشت و برداشت و فصل رشد دارد. بر اساس تحلیل عناصر

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

اقلیمی برای کشت چغندرقند پاییزه و شرایط آگروکلیمایی منطقه بر اساس روش های ذکر شده مناطق مساعد و نامساعد برای انواع کشت چغندرقند پاییزه در مقاطع زمانی سال در منطقه موردمطالعه به صورت زیر بیان شد. با توجه به نقشه شکل (۳) مناطق مساعد برای کشت چغندرقند پاییزه شامل مرکز، شرق و شمال و شمال شرقی و غرب را در برمی‌گیرد؛ این مناطق با توجه به ویژگی‌های محیطی آن‌ها و شرایط زیستی گیاه چغندرقند پاییزه برای کشت این محصول مناسب می‌باشند؛ درحالی‌که مناطق دیگر مانند مناطق جنوب و جنوب غربی برای کشت این محصول مناسب نیستند.



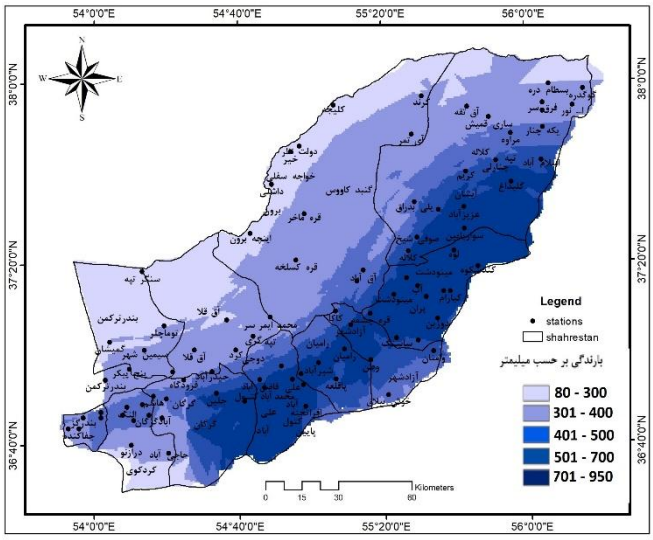

**شکل (۳). پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت چغندرقند پاییزه در مراحل مختلف فنولوژیکی (جوانه زدن، هشت برگی، حجیم شدن ریشه و تجمع قند و رسیدن کامل) ازنظر دمایی در استان گلستان** منبع: نگارندگان، سال ۱۴۰۱

**بر سی بارش ا ستان گلستان برای زمان‌های منا سب آبیاری محصول چغندرقند پاییزه جهت برآورد نیاز آبی با ا ستفاده از میانگین بلندمدت**

برای برسی بارش استان گلستان ازنظر زمان‌های مناسب آبیاری محصول چغندرقند پاییزه رسم نقشه از میانگین بارش سالانه استان گلستان استفاده‌شده سپس با ایجاد شبکه بین ایستگاه‌های استان نقشه با استفاده از نرم‌افزار GIS شکل (۴) ترسیم گردید. چغندرقند پاییزه در مراحل مختلف رشد مشابه اکثر گیاهان زراعی، نیازهای آبی متفاوتی دارد. برآورد صحیح از نیاز آبی گیاه با توجه به مراحل رشد برای برآوردن نیازهای گیاه و همچنین افزایش اثربخشی سایر نهاده‌ها مانند انواع کودها، روش‌های مبارزه با علف‌های هرز و... بسیار ضروری است. رشد و نمو چغندرقند پاییزه از دمای ۴ درجه سانتی‌گراد شروع و در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد متوقف می‌شود؛ اما این مقادیر در مرحله رشد سریع غده به ۸ الی ۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. بروز سرما یا گرما در این مرحله باعث خسارت به گیاه می‌شود و عملکرد کاهش می‌یابد. در مرحله اولیه یا استقرار گیاه چه با توجه به نزدیکی میانگین دمای روزانه به ۴ درجه سانتی‌گراد، چغندرقند پاییزه رشد کندی داشته و نیاز آبی کمی دارد، به‌گونه‌ای که طی حدود چهار ماه اول باگذشت نیمی از زمان رشد، حدود ۲۰ درصد آب موردنیاز خودمصرف می‌کند اما از این زمان تا حدود ۱۹۰ روز پس از جوانه‌زنی که زمان رشد سریع غده چغندرقند پاییزه است، نیاز آبی گیاه افزایش می‌یابد. حداکثر نیاز آبی روزانه چغندرقند پاییزه در ماه‌های فروردین و اردیبهشت با متوسط روزانه ۴ تا ۶ میلی‌متر است (حسین‌پور و همکاران، ۱۳۹۶). یکی از ویژگی‌های چغندرقند پاییزه بهره‌مندی آن از بارش فصول پاییز، زمستان و بهار است که تقریباً شامل کل بارش‌های فصلی و سالیانه منطقه می‌شود. ازاین‌رو با توجه به پراکنش و شدت بارش‌ها و با نظر به ریشه

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

نسبتاً عمیق چغندرقند پاییزه و توانایی این گیاه در استفاده از آب موجود در خاک در عمق توسعه ریشه، متوسط حدود ۲۰۰ میلی‌متر از نیازهای آبی این گیاه از بارش‌های فصلی در استان گلستان تأمین شد. در استان گلستان بیشترین میزان بارش در جنوب، مرکز، جنوب شرقی و جنوب غربی این استان است (میانگین بارش بین ۹۵۰ – ۷۰۱ میلی‌متر)، عامل مؤثر دیگر در میزان بارش ارتفاع است که عامل کاهش میزان بارش در قسمت شمالی این استان یعنی در شهرستان اینچه برون می‌شود (میانگین بارش بین ۳۰۰ – ۸۰ میلی‌متر). قسمت جنوبی استان گلستان یعنی در محدوده شهرستان‌های مینودشت (میانگین بارش بین ۹۵۰ – ۷۰۱ میلی‌متر) و آزادشهر (میانگین بارش بین ۹۵۰ – ۷۰۱ میلی‌متر) با ارتفاع بیشتر و قرار گرفتن در مناطق جنوبی‌تر دارای بارش بیشتر و وضعیت مناسب‌تر کشت دیم هستند (میانگین بارش بین ۴۰۰ – ۳۰۱ میلی‌متر) درحالی‌که در قسمت شمالی این استان یعنی در ایستگاه اینچه برون به علت قرار گرفتن در قسمت‌های شمالی استان از بارش کمتری برخوردار هستند. با توجه به نقشه پهنه‌بندی سالانه بارش استان گلستان می‌توان نتیجه گرفت ازنظر بارشی و تأمین آب موردنیاز چغندرقند پاییزه محدودیت زیادی متوجه استان گلستان نیست البته با توجه به خشک‌سالی‌های اخیر چندساله کشت این گیاه در استان احتیاج به آبیاری تکمیلی جهت رشد دارد. همچنین باید با توجه به نقشه‌های فوق مناطقی که ازنظر شرایطی دمایی مناسب کشت چغندرقند پاییزه می‌باشند از لحاظ بارش دارای بارش متوسط و حتی بسیار کمی هستند که این امر نشانگر موقعیت نامناسب منابع بارشی برای کشت چغندرقند پاییزه است که البته باید از طریق آبیاری تکمیلی این مشکل را حل نمود.




**شکل (۴). پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت چغندرقند پاییزه از نظر بارش سالانه با استفاده از میانگین بلندمدت بارندگی استان گلستان منبع**: نگارندگان ۱۴۰۱

## نتیجه‌گیری[15]

عملیات کشاورزی در بستر اقلیم صورت می‌پذیرد. بررسی و واکاوی سازه‌های جوی مؤثر بر محصولات کشاورزی با توجه به شرایط اقلیمی حال حاضر بیش‌ازپیش ضروری به نظر می‌رسد. یکی از بخش‌های مهم در مطالعات اقلیم کشاورزی، مطالعه و کمی سازی شرایط حرارتی بر اساس آمار ایستگاه‌های هواشناسی و مطالعات فنولوژیکی می‌باشد. رشد و نمو چغندرقند پاییزه از دمای ۴ درجه سانتی‌گراد شروع و در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد متوقف می‌شود؛ اما این مقادیر در مرحله رشد سریع غده به ۸ الی ۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. بروز سرما یا گرما در این مرحله باعث خسارت به گیاه می‌شود و عملکرد کاهش می‌یابد. (کروپین و همکاران، ۲۰۲۳) بررسی آستانه دمایی صفر درجه سانتی‌گراد تمام ایستگاه‌های منتخب استان گلستان فاقد روزهایی با میانگین روزانه کمتر از این آستانه بودند. در آستانه دمایی ۴ درجه سانتی‌گراد تمام ایستگاه استان

[15] Kroupin

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

گلستان فاقد روزهای کمتر از آستانه دمایی ۴ درجه سانتی‌گراد بودند. در آستانه دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد ایستگاه مراوه‌تپه با حدود ۷/۲ ماه بیشترین روزهای آستانه دمایی ۱۰ و ایستگاه گرگان با حدود ۶/۶ ماه در فصل‌های پاییز، زمستان و بهار بیشترین روزهای کمتر از آستانه دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد را داشتند. به‌صورت کلی ایستگاه اینچه برون با ارتفاع ۷ متر دارای روزهای بیشتری با درجه حرارت‌های فعال روزانه است. همچنین نتایج این تحقیق نشان‌دهنده نقش شرایط توپوگرافیکی (ارتفاع) در کاهش پتانسیل گرمایی در مناطق نیمه شمالی استان، می‌باشد. در تحقیقی حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۶) در ارزیابی قابلیت‌های آگروکلیمایی استان‌های کرمانشاه و اصفهان ازنظر استعداد کشت چغندرقند پاییزه گزارش کردند که شرایط توپوگرافی مناطق، تأثیر بسیار مهمی در پتانسیل‌های دمایی (درجه حرارت‌های فعال) چغندرقند داشته به‌گونه‌ای که در استان کرمانشاه ایستگاه سر پل ذهاب با ارتفاع کمتر دارای بیشترین تعداد روز فعال و ایستگاه کنگاور با ارتفاع بیشتر داری کمترین روزهای فعال و در استان اصفهان ایستگاه خور و بیابانک با قرار گرفتن در عرضه‌ای پایین‌تر و ارتفاع کمتر دارای بیشترین تعداد روزهای فعال و ایستگاه خوانسار با قرار گرفتن در عرضه‌ای بالاتر و ارتفاع بیشتر دارای کمترین تعداد روزهای فعال برای چغندرقند پاییزه است. با توجه به اینکه از مرکز، شرق و شمال و شمال شرقی و غرب استان گلستان، از میزان پتانسیل گرمایی کاسته می‌شود، کشت چغندرقند پاییزه برای مناطق جنوب و جنوب غربی استان توصیه نمی‌گردد. تاریخ تکمیل مرحله جوانه‌زنی در مرکز، شرق و شمال و شمال شرقی و غرب استان، با یخبندان‌های زودرس پاییزه مصادف می‌باشد. قابل‌توجه است که از جنوب به شمال استان، زمان تکمیل مراحل فنولوژیکی ۱۳ روزبه تأخیر میافتد. این مسئله ازلحاظ تعیین مکان بهینه کشت چغندرقند پاییزه و تولید محصول تجاری حائز اهمیت است. در تحقیقی جواهری و همکاران (۱۳۹۴) پهنه‌بندی اقلیمی- زراعی و امکان‌سنجی کشت پاییزه چغندرقند در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی نشان داد که تاریخ وقوع شروع آستانه زیستی پاییزه چغندرقند تابع ارتفاع بوده، مناطقی که کمتر از ۱۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا دارند، کاملاً مناسب کاشت پاییزه چغندرقند می‌باشند. این اراضی بیشتر در جنوب استان خراسان جنوبی واقع شده‌اند. با افزایش ارتفاع خصوصاً در ارتفاع بیش از ۱۸۰۰ متری به دلیل کاهش دما خطر سرمازدگی افزایش می‌یابد. نواحی مرکزی دو استان مرتفع بوده و مناسب کاشت پاییزه نمی‌باشند. همچنین نتایج حاکی از آن است که در سطح ۹۵ درصد، تاریخ آخرین یخبندان‌های دیررس بهاری در اواخر فروردین‌ماه در مناطق جنوبی استان تا دهه اول اردیبهشت‌ماه در مناطق مرکز، شرق و شمال و شمال شرقی و غرب استان گلستان منطقه متغیر می‌باشد. بررسی تاریخ احتمال وقوع یخبندان دیررس بهاری در سطح ۹۵ درصد نشان داد که به دلیل رخداد آن در اواخر فروردین‌ماه در مرکز، شرق و شمال و شمال شرقی و غرب استان گلستان مصادف با مرحله فنولوژیکی حجیم شدن ریشه و تجمع قند می‌باشد. در این راستا حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که مناطقی که دارای ارتفاع بالاتری هستند بیشترین تعداد روز یخبندان و زودترین احتمال وقوع یخبندان پاییزه و دیرترین احتمال وقوع یخبندان بهاره (در احتمال وقوع ۹۹ درصد) درکشت چغندرقند را داشتند. همچنین تاریخ تکمیل مراحل فنولوژیکی در منطقه از اولین مرحله یعنی مرحله جوانه‌زنی از اواخر مهرماه آغازشده و به‌تدریج تا آخرین مرحله (رسیدن کامل) تا اواسط تیرماه به طول می‌انجامد. بر این اساس، طول فصل رشد چغندرقند پاییزه در منطقه موردمطالعه ۲۲۰ روز می‌باشد. میزان انحراف از بهینه‌های دمایی در هر مرحله فنولوژیکی چغندرقند پاییزه، در مناطق نیمه شمالی استان گلستان بیشتر از مناطق نیمه جنوبی آن می‌باشد. در تحقیقی گزارش گردید که انحراف از شرایط بهینه دمایی هر منطقه موردبررسی برای کشت سیب‌درختی در استان چهارمحال و بختیاری نشان‌دهنده این واقعیت است که ایستگاه‌هایی با کمترین مقدار انحراف، بیشترین استعداد را برای توسعه باغات سیب‌درختی دارند که بر این اساس بالاترین سطح زیر کشت سیب‌درختی در این استان به شهرستان لردگان و بروجن تعلق دارد که کمترین مقدار انحراف از شرایط بهینه‌دمایی را داشت (علیخانی،۱۳۹۰.) نتایج حاکی از آن است که میزان انحراف از شرایط بهینه‌های دمایی در هر مرحله فنولوژیکی، در نیمه شمالی استان بیشتر از نیمه جنوبی می‌باشد به‌گونه‌ای که در استان گلستان در مرحله جوانه زدن، هشت برگی، حجیم شدن ریشه و تجمع قند و رسیدن کامل، ایستگاه اینچه برون دارای انحراف کمتر و شرایط بهینه بیشتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

برای کشت چغندرقند پاییزه است و بقیه ایستگاه‌ها به انحراف زیاد ازنظر فنولوژیکی گیاه چغندرقند پاییزه شرایط کشت در رتبه‌های بعدی دارا هستند. درنتیجه ایستگاه اینچه برون نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارای انحراف از شرایط بهینه کمتر است این به این معناست که این ایستگاه از شرایط بهینه دمایی برای کشت چغندرقند پاییزه برخوردار است این دستاوردها در مدیریت زمین‌های زیرکشت چغندرقند پاییزه ازنظر استفاده بهینه از منابع، بخصوص، آبیاری حائز اهمیت می‌باشد. با در نظر گرفتن آستانه‌ها و بهینه‌های دمایی هریک از مراحل فنولوژیکی چغندرقند پاییزه در منطقه، مناسب‌ترین زمان برداشت چغندرقند پاییزه از اوایل تا اواسط تیرماه پیشنهاد می‌گردد.

## ملاحظات اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌هاست.

## مشارکت نویسندگان

مشارکت نویسندگان در مقاله مستخرج از پایان‌نامه تقریباً به شکل زیر باشد:

نویسنده اول: تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، انجام آزمایش و گردآوری داده‌ها، انجام محاسبات، تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیش‌نویس مقاله

نویسنده دوم: استاد راهنمای اول پایان‌نامه، طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی سازی مقاله

نویسنده سوم: استاد راهنمای دوم پایان‌نامه، مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله

## تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

## سپاسگزاری

از داوران محترم به خاطر ارائه نظرهای ساختاری و علمی سپاسگزاری می‌شود.

## منابع

ادیبی فرد، نوید، حبیبی، داوود، بذرافشان، محسن، طالقانی، داریوش، ایلکایی، محمد نبی. (۱۳۹۸). مطالعه شرایط اقلیمی استان فارس برای توسعه کشت پاییزه چغندرقند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). چغندرقند، ۳۵(۱)، ۱۳-۳۱. doi: 10.22092/jsb.2019.116356.1169

جواهری، محمدعلی، رمرودی، محمود، اصغری پور، محمدرضا، دهمرده، مهدی، قائمی، علیرضا. (۱۳۹۴). پهنه‌بندی اقلیمی-زراعی و امکان‌سنجی کشت پاییزه چغندرقند در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی. چغندرقند، ۳۱(۱)، ۳۱-۱۷. doi: 10.22092/jsb.2015.101436

حجازی زاده، علیقلی، فتح‌الله طالقانی. (۱۳۹۶). ارزیابی قابلیت‌های آگروکلیمایی استان‌های کرمانشاه، اصفهان از نظر استعداد کشت چغندرقند پاییزه .نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی ۱۷ (۴۶): ۱۵۹-۱۷۵

حسنوندی، محمد سعید، حسین پور، مصطفی، رجبی، اباذر، محمودی، سید باقر، طالقانی، داریوش، صادق زاده حمایتی، سعید، & پرمون، قاسم. (۱۴۰۱). ارزیابی عملکرد کمی و کیفی ارقام جدید چغندرقند پاییزه در استان خوزستان. به زراعی کشاورزی، ۲۴(۴)، ۱۱۱۷-۱۱۳۲. doi: 10.22059/jci.2022.329580.2606

حسین پور، مصطفی، حسینیان، سید حمزه، & یوسف‌آبادی، ولی اله. (۱۳۹۶). تأثیر مدیریت آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند کشت پاییزه. چغندرقند، ۳۳(۲)، ۲۲۱-۲۳۵. doi: 10.22092/jsb.2018.115067.1163

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

حسین زاده فضل، مجید، فتح اله طالقانی، داریوش، حبیبی، داود، صادق زاده حمایتی، سعید، اردکانی، محمدرضا. (۱۳۹۹). ارزیابی امکان کاشت پاییزه چغندرقند در استان البرز. نهال و بذر، ۳۶(۱), ۸۷-۱۰۴. doi: 10.22092/sppi.2020.122889

سلطانی، جمشید، حمیدی، حسن، احمدی، مسعود، رضایی، جواد، & کاکوئی نژاد، مژده. (۱۴۰۰). مقایسه خصوصیات کمی و کیفی ارقام چغندرقند در کشت بهاره و پاییزه تحت شرایط آلوده به بیماری ریزومانیا. پژوهش‌های تولید گیاهی ,28(1) , 115-126. doi: 10.22069/jopp.2021.17470.2611

شائمی برزکی، نیک اندیش، باغبانی آرانی، & علیقلی. (۱۴۰۲). ارزیابی و پهنه‌بندی شرایط حرارتی و فنولوژیکی کشت انگور در استان همدان .نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی ۲۳ (۷۰): ۲۹۹-۳۲۱

شفاپور، حسین، جهان، محسن، بنایان اول، محمد، & نصیری محلاتی، مهدی. (۱۴۰۱). تأثیر رقم و تاریخ کاشت بر خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند پاییزه در منطقه خراسان بزرگ .پژوهش‌های زراعی ایران doi: 381-400. ,20(4) , 10.22067/jcesc.2022.74131.1127

عزیزی، محسن، محمدی، حسین، & طالقانی، داریوش. (۱۴۰۱). شناسایی مناطق مستعد کشت پاییزه چغندرقند در استان‌های لرستان و ایلام بر اساس دما و بارش. چغندرقند، ۳۸(۱), ۳۷-۵۴. doi: 10.22092/jsb.2022.358534.1305

علیخانی، سحر. (۱۳۹۰). بررسی شرایط آگروکلیمایی سیب‌درختی در استان چهارمحال و بختیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی.

محمّدزاده، زهرا، سلطانی، افشین، عجم نوروزی، حسین، بذرگر، امیربهزاد. (۱۳۹۹). مدل‌سازی پتانسیل و خلأ عملکرد چغندرقند در ایران. چغندرقند، ۳۶(۱), ۲۷-۴۶.

Abekova, A. M., Yerzhebayeva, R. S., Bastaubayeva, S. O., & Konysbekov, K. T. (2019). Molecular analysis of sugar beet samples for the presence of a resistance gene to bolting. Science Journal of Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University, (3), 92-100. https://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/article/view/221

Adibifard, N., Habibi, D., Bazrafshan, M., Taleghani, D., & Ilkaee, M. (2019). Study of the climatic condition of Fars province for the development of autumn-sown sugar beet planting using Geographic Information System (GIS). Journal of Sugar Beet, 35(1), 13-31. doi: 10.22092/jsb.2019.116356.1169 (In Persian)

Alikhani, Sahar. (2011). Investigating the agroclimatic conditions of sibderkhti in Chaharmahal and Bakhtiari province. Master's thesis, Payam Noor University, Faculty of Geography and Planning. (In Persian)

Azizi, M., Mazreh, H., & F. Taleghani, D. (2022). Identification of prone areas to autumn cultivation of sugar beet in Lorestan and Ilam provinces based on temperature and precipitation. Journal of Sugar Beet, 38(1), 37-54. doi: 10.22092/jsb.2022.358534.1305 (In Persian)

Hasanvandi, M. S., Hosseinpour, M., Rajabi, A., Mahmoudi, S. B., Taleghani, D., Sadeghzadeh Hemayati, S., & parmoon, G. (2022). Evaluation of New Autumn Sown Sugar Beet Cultivars for Quantitative and Qualitative Traits in Khuzestan Province. Journal of Crops Improvement, 24(4), 1117-1132. doi: 10.22059/jci.2022.329580.2606 (In Persian)

hejazizadeh, z., fathollah, t. d., & aligholi, s. (2017). the evaluation of agro climatic potentials of kermanshah and isfahan provinces in autumn cultivation of sugar beet. Journal of Applied researches in Geographical Sciences, 17 (46):159-175URL: http://jgs.khu.ac.ir/article-1-2773-fa.html (In Persian)

Hosseinpour, M., Hosseinian, S. H., & Yousefabadi, V. (2017). Effect of irrigation management on quantitative and qualitative parameters of autumn-sown sugar beet. Journal of Sugar Beet, 33(2), 221-235. doi: 10.22092/jsb.2018.115067.1163 (In Persian)

Hosseinzadeh Fazl, M., Taleghani, D. F., Habibi,,. D., Sadeghzadeh Hemayati, S., & Ardakani, M. R. (2020). Assessment of Possibility of Autumn Sowing of Sugar Beet in Alborz Province in Iran. Seed and Plant Journal, 36(1), 87-104. doi: 10.22092/sppi.2020.122889 (In Persian)

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

Javaheri, M., Ramroudi, M., Asgharipour, M., Dahmardeh, M., & Ghaemi, A. (2015). Agroclimatic zonation for evaluating autumn sugar beet sowing feasibility in Khorasan Razavi and Khorasan-e-Jonobi Provinces. Journal of Sugar Beet, 31(1), 31-17. doi: 10.22092/jsb.2015.101436 (In Persian)

Jug, D., Jug, I., Brozović, B., Vukadinović, V., Stipešević, B., & Đurđević, B. (2018). The role of conservation agriculture in mitigation and adaptation to climate change. Poljoprivreda, 24(1), 35-44. https://doi.org/10.18047/poljo.24.1.5

Kristek, S., Brkić, S., Jović, J., Stanković, A., Ćupurdija, B., Brica, M., & Karalić, K. (2020). The Application Of Nitrogen-fixing Bacteria In Order To Reduce The Mineral Nitrogen Fertilizers In Sugar beet. Poljoprivreda, 26(2), 65-71. https://doi.org/10.18047/poljo.26.2.8

Kroupin, P. Y., Kroupina, A. Y., Karlov, G. I., & Divashuk, M. G. (2023). Root Causes of Flowering: Two Sides of Bolting in Sugar Beet. Agronomy, 13(11), 2671. https://doi.org/10.3390/agronomy13112671

Mall, A. K., Misra, V., Santeshwari, Pathak, A. D., & Srivastava, S. (2021). Sugar beet cultivation in india: prospects for bio-ethanol production and value-added co-products. Sugar Tech, 23, 1218-1234. https://doi.org/10.1007/s12355-021-01007-0

Misra V, Mall AK, Pandey H, Srivastava S and Sharma A (2023). Advancements and prospects of CRISPR/Cas9 technologies for abiotic and biotic stresses in sugar beet. Front. Genet. 14:1235855. doi: 10.3389/fgene.2023.1235855 https://doi.org/10.3389/fgene.2023.1235855

Mohammadzadeh, Z., Soltani, A., ajamnorozei, H., & Bazrgar, A. B. (2020). Modeling of sugar beet yield gap and potential in Iran. Journal of Sugar Beet, 36(1), 27-46. doi: 10.22092/jsb.2021.352324.1255 (In Persian)

Nikandish, N., & Aligholi, S. (2023). Evaluation and zoning of thermal and phenological conditions of grape cultivation in Hamadan province. Journal of Applied researches in Geographical Sciences, 23(70), 299-321. URL: http://jgs.khu.ac.ir/article-1-3616-fa.html (In Persian)

Pejić, B., Ćupina, B., Dimitrijević, M., Petrović, S., Milić, S., Krstić, Đ., & Jaćimović, G. (2011). Response of sugar beet to soil water deficit. Romanian agricultural research, (28), 151-155. http://fiver.ifvcns.rs/handle/123456789/1053

Pelka, N., Buchholz, M., & Musshoff, O. (2015). Competitiveness of energy crop rotations with and without sugar beets for biogas production considering the individual risk tolerance. Berichte über Landwirtschaft, 93(1). https://www.ifz-goettingen.de/images/poster/bis-2014/pelka%20poster%2074th%20iirb%20congress.pdf

Rašovský, M., Paèuta, V., Černý, I., Ernst, D., Michalska-Klimczak, B., & Wyszyòski, Z. (2021). Monitoring of influence of biopreparates, weather conditions and variety on production parameters of sugar beet. https://www.researchgate.net/publication/351358051_Monitoring_of_influence_of_biopreparates_weather_conditions_and_variety_on_production_parameters_of_sugar_beet

Sahin, U., Ors, S., Kiziloglu, F. M., & Kuslu, Y. (2014). Evaluation of water use and yield responses of drip-irrigated sugar beet with different irrigation techniques. Chilean journal of agricultural research, 74(3), 302-310. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000300008

Shafapour, H., Jahan, M., Bannayan Aval, M., & Nasiri mahalati, M. (2022). Investigating the Possibility of Autumn-Sown and Determining the Most Suitable Planting Date and the Best Bolt-Resistant Cultivar of Sugar Beet in Khorasan Region. Iranian Journal of Field Crops Research, 20(4), 381-400. doi: 10.22067/jcesc.2022.74131.1127 (In Persian)

Soltani, J., Hamidi, H., Ahmadi, M., Rezaei, J., & Kakueinezhad, M. (2021). Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of sugar beet cultivars in spring and autumn cultivation under conditions of rhizomania infection. Journal of Plant Production Research, 28(1), 115-126. doi: 10.22069/jopp.2021.17470.2611 (In Persian)

Stošić, M., Brozović, B., Vinković, T., Ravnjak, B., Kluz, M., & Zebec, V. (2020). Soil resistance and bulk density under different tillage system. Poljoprivreda, 26(1), 17-24. DOI:10.18047/poljo.26.1.3

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]

Vamerali, T., Guarise, M., Ganis, A., & Mosca, G. (2009). Effects of water and nitrogen management on fibrous root distribution and turnover in sugar beet. European Journal of Agronomy, 31(2), 69-76. DOI:10.1016/j.eja.2009.03.005

Varga, I., Loncaric, Z., Pospišil, M., Rastija, M., & Antunovic, M. (2020). Dynamics of sugar beet root, crown and leaves mass with regard to plant densities and spring nitrogen fertilization. Poljoprivreda, 26(1), 32-39..DOI:10.18047/poljo.26.1.5

Webster, T. M., Grey, T. L., Scully, B. T., Johnson III, W. C., Davis, R. F., & Brenneman, T. B. (2016). Yield potential of spring-harvested sugar beet (Beta vulgaris) depends on autumn planting time. Industrial Crops and Products, 83, 55-60. 10.1016/j.indcrop.2015.12.037

Zicari, S., Zhang, R., & Kaffka, S. (2019). Sugar beet. In Integrated processing technologies for food and agricultural by-products (pp. 331-351). Academic Press. DOI:10.1016/B978-0-12-814138-0.00013-7

Zymaroieva, A., Fedoniuk, T., Matkovska, S., Pinkin, A., & Melnychuk, T. (2022, June). Analysis of the spatio-temporal trend of sugar beet yield in Polissya and forest steppe ecoregions within Ukraine. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1049, No. 1, p. 012073). IOP Publishing. DOI 10.1088/1755-1315/1049/1/012073

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOI: 10.61186/jgs.25.78.8 ]