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

Suitable site Selection for Maize Cultivation Based on the crop of Temperature Supply Needs in Northwestern Iran

Zeinab EbrahimiGhalelani [1] | Javad khoshhalDastjerd[2]✉ | Hojatolah Yazdanpanah [3]

1. PHD student, Climatology, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan,Iran. **Email:** Zeinabebrahimi43@yahoo.com
2. Corresponding author, Associate Professor in Climatology, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran. **Email:** javadkhoshhal@yahoo.com
3. Associate Professor in Climatology, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan,Iran. **Email:** h.yazdan@geog.ui.ac.ir;
Geography department Faculty of art and sciences, Capilano university, North Vancouver, BC, Canada, **Email:** Hojatyazdanpanah@capilanou.ca

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2020/07/13
Received in revised
2020/10/23
Accepted
2020/11/13
Published
2020/11/14
Published online
2025/05/21

Keywords:
suitable areas cultivation,
maize,
Growing degree day,
Plant Phenology,
Northwest Iran.

ABSTRACT

Each plant needs a certain amount of heat at the time of planting and during its growth and development. The purpose of this research is to determine the thermal requirements of grain corn in the stages of growth phenology in the climatic conditions of Moghan and to determine the suitable cultivation areas in terms of heat requirements in northwest Iran. For this purpose, the technology of corn variety *Single Cross* 704 recorded consecutively from 2011 to 2014 at the Moghan Meteorological Research Farm and agricultural data from 51 synoptic stations in the northwest of the country (1996-2016) selected from the General Meteorological Organization of the Country have been used. To carry out this research, thermal requirements in each of the 5 main phases of phenology have been determined at the Moghan station, then using the regression equation between the 15-day average of temperature and altitude, a temperature-temperature history map for seed cultivation in all stations from the first half of the year was drawn using Geographic Information System software. Also, the length of scientific periods and the degree of growth day were calculated and the relevant maps were drawn using the Kriging method. Then, it was combined with the layers of altitude, slope of the region and land use, and finally, a zoning map of lands suitable for grain corn cultivation in the northwest of the country was drawn. Based on the results obtained, 27.6 percent of the study area is capable of cultivating this plant.

Cite this article: Ebrahimi Ghalelani, Zeinab., khoshhal Dastjerdi, Javad., & Yazdanpanah, Hojatolah. (2025). Suitable site Selection for Maize Cultivation Based on the crop of Temperature Supply Needs in Northwestern Iran. Journal of *Applied Researches in Geographical Sciences*, 25 (77), 1-21. DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.77.2

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University
DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.77.2

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

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

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

Extended Abstract

Introduction

This study investigates the temperature requirements of the 704 single-cross cultivar of maize under the climatic conditions of Moghan, specifically to elucidate its thermal needs during various growth stages. The findings aim to assess the feasibility of cultivating this cultivar in the northwestern regions of Iran. Temperature is a critical factor in corn cultivation and serves as one of the primary determinants of phenological changes. When rainfall—whether in terms of quantity or timing—does not align with the plant's phenological phases, the plants may either perish or incur significant damage. This phenomenon is referred to as drought stress. For plants, thermal conditions and soil physical structure take precedence over available water and soil type. If the soil temperature is not maintained within a specific range, the plant is unable to initiate or sustain its vital physiological processes. This temperature range is species-specific and is influenced by the plant's genetic characteristics and its geographical origin. Plants that are native to warmer regions commence their physiological activities at higher temperature thresholds, whereas those from cooler regions initiate these processes at lower thresholds .Transplanting a species from its native habitat to a different region is feasible only if the target area exhibits temperature conditions that closely resemble those of the original environment. This principle applies primarily to perennial plants but can also be relevant to annual species, provided that a suitable timeframe exists within the year when environmental conditions align with the plant's biological activity and cultivation occurs during this period. This adaptability necessitates that growers possess a nuanced understanding of the plant's traits and the climatic conditions of the cultivation site. An error in selecting the appropriate cultivation period may lead to various environmental stresses affecting the plant, resulting in reduced crop yield and quality; in extreme cases, it may lead to total crop failure. While certain environmental factors, such as water deficits and poor soil quality, can be partially mitigated through irrigation and fertilization, the economic feasibility of regulating temperature is limited, typically confined to controlled environments such as greenhouses or other small-scale settings.

Material and Methods

The relationship between the temperature and the height in the linear regression is calculated via SPSS. Warm limiting temperature (upper than 38 degrees Celsius) and cold limiting temperature (lower than 10 degrees Celsius) are determined and plotted. The plant collective growth degree days and the number of days in every phenology phase are calculated for all of the stations and the related maps are plotted. Then the temperature, height, slope and land use layers were combined and the final map plotted.

Results and discussion

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

The daily temperature average continuum based on the number of Joule days throughout the year indicates that there are no locations in the northwest region of Iran where temperatures reach 15 degrees Celsius before April 21. Consequently, to predict the date of this occurrence, the region has been zoned beginning from the 21st day of the aforementioned month, in 15-day increments until July 6. As illustrated in the accompanying map, all regions, with the exception of mountain peaks and areas exceeding 1900 meters in elevation, experience temperatures above 15 degrees Celsius by July 6 .Furthermore, the duration required for maize (Zea mays) to transition from planting to maturation varies according to the specific location and timing of cultivation.

Conclusion

Based on the accumulated energy derived from growing degree days, the germination period ranges from 6 to 12 days across different regions, followed by a flowering phase lasting 60 to 105 days. The emergence of silk occurs within 6 to 24 days, while the early milk stage takes approximately 10 to 28 days, and ripening spans 37 to 71 days. In certain areas, the requisite temperature for the early milk phase and complete ripening may not be attained, resulting in incomplete plant development .The warm limiting temperature commences on July 23 in the northern regions of Jolfa, PolDasht, and northern Khoy County. This limiting temperature may be observed from September 23 to October 7 in Varzaghan, while 59% of the northwest regions of Iran are expected to reach the limiting temperature between October 23 and November 6 during the early milk phase. Additionally, 36% of the regions will experience the limiting temperature from November 7 to November 21 . The study area has been classified into four categories based on susceptibility to heat requirements during the growth period. Of the total study area, 2.3% is categorized as highly suitable, characterized by favorable temperature, topography, and land use. Furthermore, 7% of the study area is classified as suitable, while 31.8% falls into the moderately suitable category. However, 72.2% of the study area is deemed unsuitable for cultivation, primarily due to adverse conditions related to temperature, topography, and land use.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

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

تعیین مناطق مساعد کشت ذرت بر اساس تأمین نیازهای حرارتی در شمال غرب ایران

زینب ابراهیمی قلعه لانی [۱]، جواد خوشحال دستجردی [۲]✉، حجت اله یزدان پناه [۳]

۱. دکترای اقلیم‌شناسی کشاورزی، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم جغرافیا و برنامه‌ریزی، اصفهان، ایران.
رایانامه: Zeinabebrahimi43@yahoo.com

۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم جغرافیا و برنامه‌ریزی، اصفهان، ایران.
رایانامه: javadkhoshhal@yahoo.com

۳. دانشیار گروه اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم جغرافیا و برنامه‌ریزی، اصفهان، ایران. رایانامه: h.yazdan@geog.ui.ac.ir دانشکده جغرافیا، دانشکده هنرها و علوم، دانشگاه کاپیلان، نورث ونکوور، بریتیش کلمبیا، کانادا، رایانامه:Hojatyazdanpanah@capilanou.ca

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۰۴/۲۳
تاریخ بازنگری:
۱۳۹۹/۰۸/۰۲
تاریخ پذیرش:
۱۳۹۹/۰۸/۲۳
تاریخ انتشار:
۱۳۹۹/۰۸/۲۴
تاریخ انتشارآنلاین:
۱۴۰۴/۰۴/۰۱

کلیدواژه‌ها:
مناطق مساعد کشت،
ذرت دانه‌ای،
درجه روز رشد،
فنولوژی گیاه،
شمال غرب ایران.

چکیده

هر گیاه در زمان کاشت و در طول دوره رشد و نمو خود نیاز به دریافت مقدار معینی حرارت دارد. هدف از انجام این پژوهش یافتن نیازهای حرارتی ذرت دانه‌ای در مراحل فنولوژی رشد در شرایط آب‌وهوایی مغان و تعیین مناطق مساعد کشت ازنظر تأمین نیاز حرارتی در شمال غرب ایران است. به این منظور از آمار فنولوژیکی ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ که به‌صورت پیاپی از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقات هواشناسی کشاورزی مغان ثبت‌شده و داده‌های دمایی ۵۱ ایستگاه همدید در شمال غرب کشور (۱۳۹۵- ۱۳۷۵) که از سازمان کل هواشناسی کشور اخذ گردید، استفاده‌شده است. برای انجام این پژوهش نیازهای حرارتی در هریک از ۵ فاز اصلی فنولوژیک در ایستگاه مغان تعیین گردید، سپس با استفاده از معادله رگرسیونی بین میانگین ۱۵ روزه دما و ارتفاع، نقشه تاریخ تأمین درجه حرارت برای کشت بذر در تمامی ایستگاه‌ها از نیمه اول اردیبهشت با استفاده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی ترسیم شد. همچنین طول دوره‌های فنولوژیک و درجه روزرشد محاسبه و با استفاده از روش کریجینگ نقشه‌های مربوطه ترسیم شدند. سپس با لایه‌های ارتفاع، شیب منطقه و کاربری اراضی تلفیق گردید و درنهایت نقشه پهنه‌بندی اراضی مساعد کشت ذرت دانه‌ای در شمال غرب کشور ترسیم گردید. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده ۲۷/۶ درصد از منطقه موردمطالعه قابلیت کشت این گیاه را دارد.

استناد: ابراهیمی قلعه لانی، زینب؛ خوشحال دستجردی، جواد؛ و یزدان پناه، حجت اله (۱۴۰۴). تعیین مناطق مساعد کشت ذرت بر اساس تأمین نیازهای حرارتی در شمال غرب ایران. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۵ (۷۷)، ۲۱-۱.
http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.77.2

CC BY NC

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران. © نویسندگان.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

مقدمه

هر موجود زنده و خصوصاً گیاه برای ظهور، رشد رویشی و زایشی اندام‌های خود و تکمیل چرخه حیاتی‌اش نیازمند کسب مقداری انرژی، آب و مواد معدنی از محیطی است که در آن به وجود آمده و یا به وجود می‌آید .کمیت و کیفیت بالای محصولات کشاورزی با شرایط محیطی در ارتباط هست (صیدی شاهوندی و همکاران،۱۳۹۲:۱۹۶). شرایط محیطی به‌ویژه عوامل آب‌وهوایی مانند دما، نور، ساعت آفتابی و بارش به‌طور قابل‌توجهی بر رشد ذرت و پاسخ‌های فنولوژی آن تأثیر می‌گذارند (بیرچ، همکاران، ۱۹۹۸: ۹۴؛ یانگ، همکاران، ۲۰۰۴ : ۱۳۲) که از میان این عوامل دما و نور دو متغیر خیلی مهم و مؤثر بر سرعت رشد هستند (تولنار، ۱۹۹۹: ۱۵؛ هوگز، ۱۹۹۱ :۱).

دما یکی از فاکتورهای مهم برای کشت ذرت است (سبحانی و همکاران،۱۳۹۹ :۳۱) و از مهم‌ترین عوامل کنترل‌کننده تغییرات فنولوژی هست (سبحانی و همکاران، ۱۳۹۸: ۵۳۰). درصورتی‌که بارش‌ها ازلحاظ کمیت یا زمان نزول با فازهای فنولوژیک گیاهان مطابقت نداشته باشد گیاهان یا تلف شده و یا آسیب جدی می‌بینند. به این پدیده تنش خشکی اطلاق می‌گردد (فروک و همکاران، ۲۰۰۹: ۱۸۶). برای گیاه مهم‌تر از آب قابل‌دسترس و جنس خاک، شرایط حرارتی و ساختار فیزیکی آن است. چراکه اگر دمای خاک در یک محدوده معینی قرار بگیرد، گیاه قادر به آغاز و ادامه فعالیت حیاتی خود نخواهد بود. این محدوده در هر گیاه با گیاه دیگر متفاوت است و به ویژگی‌های وراثتی و منشأ اولیه آن بستگی دارد. گیاهانی که منشأ آن‌ها در مناطق گرم بوده، در آستانه‌های بالاتری از دما فعالیت خود را آغاز می‌کنند و آن‌هایی که مبدأ ظهورشان در مناطق سرد هست از آستانه‌های پایین‌تری شروع به فعالیت زیستی می‌نمایند. انتقال یک گیاه از مبدأ خود به مناطق دیگر به شرطی امکان‌پذیر است که منطقه هدف تا حدود زیادی ازلحاظ شرایط دمایی با محل اولیه مشابهت داشته باشد. این امر در مورد گیاهان پایا یک اصل است اما در مورد گیاهانی که عمر کوتاه‌تر از یک سال دارند، به شرطی که بتوان در طی سال یک‌فاصله زمانی را یافت که شرایط محیط با شرایط فعالیت زیستی گیاه مشابهت داشته باشد و در این فاصله زمانی اقدام به کشت گردد، امکان‌پذیر خواهد بود. این امکان‌پذیری نیاز به شناخت کشت کار از ویژگی‌های گیاه و شرایط آب و هوایی محل کشت دارد. اگر در انتخاب این زمان اشتباهی رخ دهد، گیاه دچار تنش‌های محیطی مختلفی خواهد شد و کمیت و کیفیت محصول کاهش‌یافته و در شرایط حاد محصولی به دست نخواهد آمد. اگرچه برخی از عوامل محیطی تا حدی قابل‌تغییرند و می‌توان کمبود آب و ضعف خاک را با آبیاری و مصرف کود جبران نمود، ولی تنظیم درجه حرارت ازلحاظ اقتصادی فقط به‌صورت محدود و آن‌هم در گلخانه‌ها و یا محیط کوچک و محدود مقرون‌به‌صرفه است.

بنابراین بهترین روش به‌منظور استفاده بهینه از محیط بدون صرف هرگونه هزینه عمده، سازش با شرایط اقلیمی هست. این سازگاری با تعیین اقلیم‌های کشاورزی و تشخیص این اقلیم‌ها در درون نواحی اقلیم کشاورزی به دست می‌آید و ابزاری ارزشمند جهت کنترل پتانسیل‌های اقلیمی به‌منظور تولید محصولات زراعی هست. درواقع بسیاری از کشورها به‌منظور برنامه‌ریزی کاربردی از اراضی و مدیریت زراعی، نواحی اقلیم کشاورزی را انتخاب کرده‌اند (ماوی، ۲۰۰۴ :۳۶۴). پس از گندم و برنج، ذرت گسترده‌ترین و پرمصرف‌ترین محصولات کشاورزی جهان هست و جزء غلات گرمسیری و نیمه گرمسیری طبقه‌بندی‌شده است (سازمان هواشناسی و اقلیم‌شناسی کشاورزی گیاهان زراعی و سازمان هواشناسی کشاورزی، ۱۳۹۲: ۲۳۸). یک رقم، گونه‌ای از گیاه است که برای کاربرد خاص مانند تولید دانه، علوفه و... تولید می‌شود (روشل،۲۰۰۶: ۲۴۲). از بین ارقام ذرت دانه‌ای، رقم سینگل کراس ۷۰۴ در این تحقیق موردبررسی قرارگرفته است، به این دلایل که:۱- آزمایش‌های زیادی توسط محققان صورت گرفته که نشان می‌دهد این رقم نسبت به ارقام دیگر مورد آزمایش، عملکرد بالاتری دارد (افشارمنش،۱۳۹۳: ۱۲۴؛ انوری و همکاران،۱۳۹۰: ۳۶۸؛ شیری و همکاران،۱۳۹۵: ۲۰۴؛ دهمرده،۲۰۱۲ :۱۲۴۵۱).۲- این رقم ازنظر رسیدن، جزء ارقام دیررس است و در اکثر استان‌های کشور قابل‌کشت هست. در استان‌های سردسیر برای تولید علوفه و در استان‌های معتدل و گرمسیر به‌صورت دومنظوره (دانه‌ای و علوفه‌ای) قابل بهره‌برداری است (امیدی و همکاران،۱۳۹۵: ۶۸). ۳- باوجود ارقام پیشنهادی دیگر از سوی کارشناسان، کشاورزان طالب کشت این رقم هستند چون دولت برای کشت آن به کشاورزان یارانه پرداخت می‌کند (محمدی و همکاران،۱۳۹۴:۵۱). بر اساس آمارنامه ۹۷-۱۳۹۶

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

وزارت جهاد کشاورزی میزان تولید ذرت دانه‌ای در کشور ۹۴۶۰۲۱ تن هست که سهم آن در استان آذربایجان غربی ۱۰۲۲۰ تن، آذربایجان شرقی ۶۷۶ تن و اردبیل ۲۹۱۶ تن بوده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۲).

مطالعاتی در زمینه توان‌پذیری اقلیمی کشت ذرت در جهان و ایران صورت گرفته ازجمله: مولتسی (۲۰۰۴) با استفاده از ۵ شاخص اقلیمی مناطق مساعد کشت ذرت را در منطقه لستو در محیط GIS به روش میان‌یابی شناسایی کردند و به این نتیجه رسیدند که مناطق نامساعد عمدتاً در نواحی مرتفع قرار دارند. مولستی و همکاران (۲۰۱۲) از یک شاخص اقلیم کشاورزی ساده (PACSI) برای ترسیم مناطق مناسب رشد ذرت دیم در منطقه آزاد آفریقای جنوبی استفاده کردند که ترکیبی از سه پارامتر است: ۱(خطر شروع بارندگی ۲) خطر ابتلا به سرمازدگی ۳ خطر خشک‌سالی. رامامورتی و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از ۸ پارامتر، مناطق مساعد کشت ذرت را در جنوب هند ارزیابی کردند و مطالعات آن‌ها نشان می‌دهد که رویکرد AHP و GIS برای افزایش دقت در انجام پتانسیل‌یابی بسیار مؤثر است. رضایی بنفشه و همکاران (۱۳۹۰) به پهنه‌بندی آگروکلیمایی مناطق مستعد کشت ذرت در آذربایجان شرقی با استفاده از روش AHP پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ۸ درصد از استان بسیار مناسب برای کشت هستند. همچنین آزمایشی که پاکپور و همکاران (۱۳۹۲) در دو منطقه پسوه و جلدیان واقع در استان آذربایجان غربی به‌منظور ارزیابی اراضی مستعد انجام دادند و پیشنهاد کردند که استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعات تناسب اراضی و قرار دادن لایه‌ها روی‌هم باعث افزایش دقت و پیشرفت تحقیق می‌شود. همچنین فال سلیمان و همکاران (۱۳۹۶) به پهنه‌بندی توان اکولوژیک کشت ذرت با استفاده از دو پارامتر اقلیمی و محیطی و روش AHP در شهرستان بوکان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بخش شمال سیمینه مناسب‌ترین منطقه برای کشت ذرت است. همین‌طور سبحانی و همکاران (۱۳۹۹) تقویم زراعی کشت ذرت و پهنه‌بندی آگروکلیمایی این گیاه در استان کرمانشاه با استفاده از آزمون t و آزمون هلتینگ پرداختند.

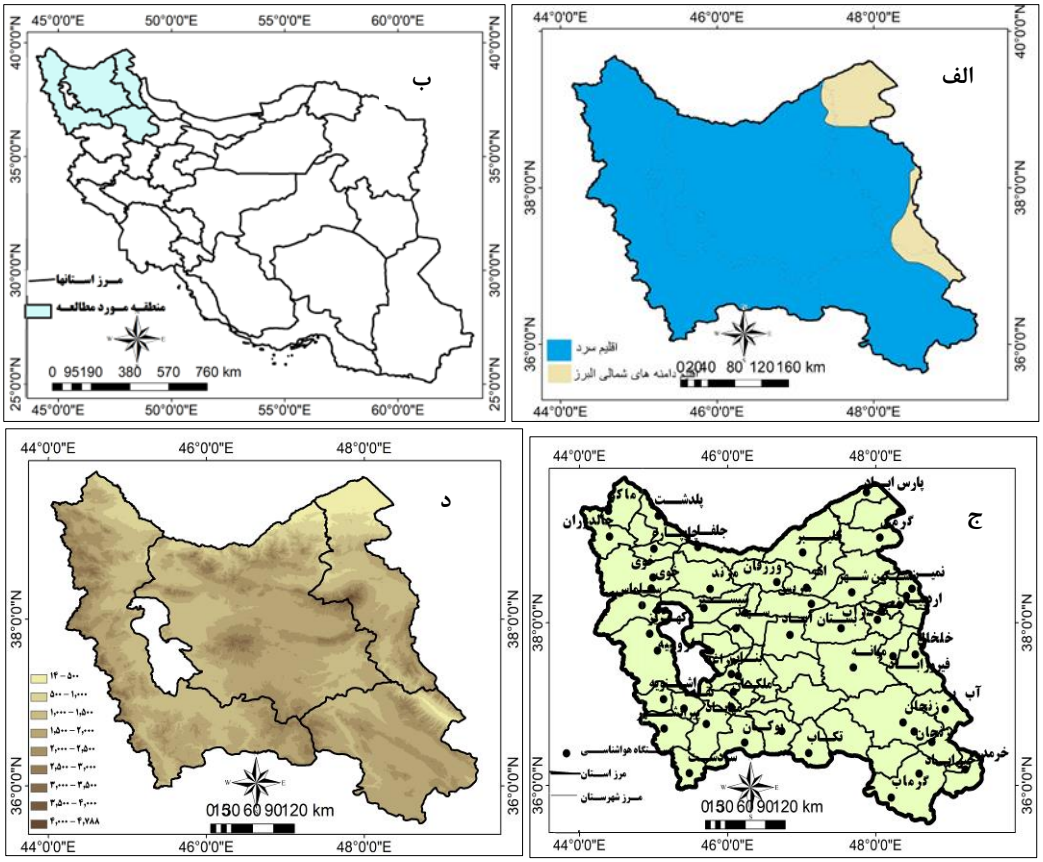
از بررسی مجموع پژوهش‌های انجام‌شده در جهان و ایران می‌توان دریافت که پژوهشگران برای توان‌پذیری اقلیم زراعی ذرت دانه‌ای از مدل‌های مختلفی استفاده کرده‌اند، ولی در هیچ‌یک به بررسی رقم خاصی از ذرت و مراحل رشد نمو گیاه و احتمال خطر مواجه‌شدن با تنش‌های محیطی اشاره نشده است. لذا هدف از این تحقیق، یافتن نیازهای حرارتی گیاه ذرت در شرایط آب و هوایی مغان است تا بر اساس آن بتوان مناطق مستعد کشت را در شمال غرب کشور مشخص نمود.

روش تحقیق

منطقه موردمطالعه

این منطقه بین ۳۵/۵۵ تا ۳۹/۷۸ درجه عرض شمالی و ۴۴/۲۹ تا ۴۹/۴۳ درجه طول شرقی قرار دارد و ازنظر تقسیمات کشوری ۴ استان آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، اردبیل و زنجان را در خود جای‌داده است. این پهنه از کشور ۱۲۲۶۳۵/۳۵ کیلومترمربع مساحت دارد و از سمت شمال به کشورهای ارمنستان و آذربایجان، در غرب با کشورهای ترکیه و عراق، از جنوب با استان‌های کردستان و همدان و قزوین و در شرق به استان گیلان محدود می‌شود شکل (۱- الف). این منطقه ازنظر ناهمواری به دو ناحیه کوهستانی و دامنه شمال البرز تقسیم‌شده است؛ که ازنظر آب و هوایی این مناطق به ترتیب سرد و معتدل می‌باشند (مسعودیان،۱۳۹۰: ۲۱۴). هر دو ناحیه ازنظر میزان ریزش‌های جوی، بارش‌اند هستند و بارش سالانه بیش از ۳۰۰ میلی‌متر دارند شکل (۱-ب). ارتفاعات در این منطقه با قله‌هایی بیش از ۴۰۰۰ متر در کوه‌های سبلان تا مناطقی کمتر از ۷۰ متر در دشت مغان متفاوت است. به‌منظور ارائه شمائی از نقاط ارتفاعی منطقه مذکور شکل (۱-ج) به نمایش گذاشته‌شده است. در نقشه مذکور ارتفاع منطقه با تفکیک ۵۰۰ متر مشخص‌شده است. شکل (۱-د) موقعیت سیاسی منطقه و ایستگاه‌های منتخب را نمایش می‌دهد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]



شکل (۱). الف: نقشه موقعیت ریاضی؛ ب: اقلیمی و ناهمواری؛ ج: نقشه توپوگرافی؛ د: نقشه موقعیت سیاسی و پراکندگی ایستگاه‌ها

منبع: مسعودیان، ۱۳۹۰

داده‌ها و روش کار

داده‌های مورداستفاده در این تحقیق عبارت بودند از: الف (داده‌های هواشناسی، ب) داده‌های فنولوژیک و ج) داده‌های ارتفاعی. برای انجام این تحقیق، آمار دمای حداقل، حداکثر و میانگین ۵۸ ایستگاه همدید مستقر در این منطقه به‌صورت روزانه از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید، طول دوره آماری ایستگاه‌های مذکور از ۱ تا ۳۰ سال (۱۳۹۵-۱۳۶۵) متفاوت بود، این آمارها مورد صحت سنجی قرار گرفت؛ و ۵۱ ایستگاه از آن‌ها که ازنظر کمی و کیفی داده‌های هواشناسی موردقبول واقع شدند انتخاب گردیدند. طول دوره آماری ایستگاه‌های ۵۱گانه بدین قرار است: ۲۰ سال و بیشتر ۳۱ ایستگاه، ۱۵ تا ۲۰ سال ۲۰ ایستگاه و ۱۰ تا ۱۵ سال ۸ ایستگاه. همچنین اطلاعات ارتفاعی منطقه موردمطالعه با استفاده از لایه مدل رقومی ارتفاع از سطح دریا با دقت مکانی ۹۰۰ متر در محیط جی‌آی‌اس مورداستفاده قرار گرفت.

همچنین آمار و اطلاعات تاریخ آغاز و پایان ۵ فاز اصلی فنولوژی گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ بر اساس طبقه‌بندی BBCH (مرکز تحقیقات بیولوژیکی فدرال کشاورزی و جنگلداری،۱۹۹۱:۲۴) که به‌صورت پیاپی از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۳ در شمال غرب کشور تنها در مزرعه تحقیقاتی و دیده‌بانی هواشناسی کشاورزی ایستگاه مغان واقع در شهرستان پارس‌آباد (موقعیت جغرافیایی طول شرقی ۴۷ درجه و ۴۶ دقیقه و عرض شمالی ۳۹ درجه و ۳۶ دقیقه و ۷۲ متر ارتفاع از سطح دریا) ثبت‌شده است کسب گردید. این منطقه بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی جزء مناطق معتدل (۱۴ درجه سانتی‌گراد)، بارشمند (۴۸۲ میلی‌متر) و رطوبت (۱۲ هکتوپاسکال) است (مسعودیان،۱۳۹۰: ۲۱۷).

این ۵ فاز فنولوژی به ترتیب عبارت‌اند از: جوانه زدن، ظهور گل آذین نر، ظهور تارهای ابریشمی، شیری شدن و رسیدن کامل.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

طول هر فاز برحسب تعداد روز، حداکثر، حداقل و میانگین هر فاز از روی آمار روزانه محاسبه و با استفاده از رابطه (۱)، شاخص حرارتی روزانه برحسب درجه روزرشد تعیین‌شده و سپس تجمع آن تا هر مرحله از رشد و نمو محاسبه‌شده است:

$$GDD=\sum_{1}^{N}\frac{(Tmax+Tmin)}{2}-T_{bas}$$ رابطه (۱)

در رابطه (۱) GDDدرجه روزرشد که در N روز جمع‌آوری‌شده، Tmaxبیشینه درجه حرارت روزانه هوا، Tminکمینه درجه حرارت روزانه هوا، Tbدرجه حرارت پایه ذرت معادل ۱۰ درجه سانتی‌گراد منظور می‌گردد (ام سی مستر و ویلهلم، ۱۹۹۷:۳۰۰).

چون ایستگاه‌های هواشناسی مستقر در منطقه بیش از ۲۰۰۰ متر ارتفاع ندارند، برای کسب اطلاعات از دماها و ویژگی‌های دمایی با ارتفاعات بالاتر، بین دما و ارتفاع با توجه به نقشهdem ، آمارهای اقلیمی از طریق همبستگی خطی محاسبه شد. آنگاه به‌منظور تعیین تاریخ آغاز کشت، میانگین دمای تمامی ایستگاه‌های همدید مستقر در منطقه به‌طور روزانه برحسب روزهای ژولیوسی سال شمسی با استفاده از نرم‌افزار matlabمحاسبه شد. بعدازآن، میانگین‌های پانزده‌روزه از اول اردیبهشت تا آخر تیرماه به دست آمد. رابطه بین دما (به‌عنوان متغیر تابع) با ارتفاع (به‌عنوان متغیرهای مستقل) در رگرسیون خطی با استفاده از نرم‌افزار اس پی-اس اس محاسبه شد. هرگاه بین متغیر مستقل x و متغیر وابسته y=|x یک رابطه خطی برقرار باشد می‌گوییم یک مدل رگرسیون ساده خطی بین x و y برقرار است. منظور از رگرسیون خطی این است که میانگین y|x به‌طور خطی با x در ارتباط باشد یعنی

$$. =E(y|x)=a+\beta\,\mu_{y1}$$ رابطه (۲)

که به آن خط رگرسیون می‌گویند و در آن a و β پارامترهای نامعلوم هستند که بایستی برآورد شوند. مقدار برآورد متغیر وابسته y را به‌صورت فرمول ذیل نمایش می‌دهند(نعمت‌الله‌ی، ۱۳۸۹: ۳۰۷-۳۰۶)..

$$Y=a+\beta x$$ رابطه (۳)

در این مدل اثر ارتفاع بر دما مورد ارزیابی قرارگرفته است. به‌این‌ترتیب معادلاتی برای دوره‌های زمانی پانزده‌روزه حاصل شد. سپس در محیط جی آی اس با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (Dem) نقشه تاریخ کاشت ترسیم گردید.

با توجه به آمار بلندمدت دمای حداکثر و میانگین روزانه، زمان وقوع دماهای بازدارنده گرم و سرد برای تمامی مناطق تشخیص داده شدند و در قالب نقشه ارائه گردید.

چون مقدار انرژی موردنیاز هر گیاه در مراحل رشد ممکن است متفاوت باشد و بسته به شرایط محیطی یکسان نباشد؛ ولیکن مقدار کل انرژی کسب‌شده به‌صورت درجه روز در کل دوره رشد، به‌شرط عدم وجود شرایط تنش‌زا برابر با مقداری ثابت است. لذا از روی میانگین درجه حرارت‌های روزرشد با استفاده از رابطه (۴) طول روزهای هر فاز محاسبه گردید و اقدام به‌پیش‌بینی آغاز و پایان هر فاز در محیط هر ایستگاه گردید.

$$N=\frac{A}{T-b}$$ رابطه (۴)

N طول هر فاز فنولوژی، Aمجموع درجه روزهای رشد موردنیاز، دمای متوسط روزانه در هر دوره، bدمای پایه (خوشحال و مردانیان، ۱۳۸۸: ۴۷).

در نهایت نقشه‌های مناطق مساعد کشت ازنظر تأمین حرارتی با لایه‌های ارتفاع (DEM)، شیب منطقه و کاربری اراضی در محیط جی‌ای اس تلفیق و نقشه نهایی ترسیم گردید.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

نتایج

بر اساس تاریخ وقوع مراحل رشد و نمو گیاه، تعداد روز، متوسط درجه حرارت و درجه روزرشد تجمعی ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ با استفاده از رابطه (۱) در هر فاز فنولوژیک در ایستگاه مغان (دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۹۳) محاسبه شد و نتایج محاسبات به تفکیک هرسال و میانگین چهارساله آن‌ها در جدول (۱) درج گردیده است.

جدول (۱). تاریخ، تعداد روز، متوسط درجه حرارت و درجه روزرشد تجمعی ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ در هر فاز فنولوژی در ایستگاه مغان (دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۹۳)

سال / فاز فنولوژی	۱۳۹۰				۱۳۹۱				۱۳۹۲				۱۳۹۳				۱۳۹۰-۱۳۹۳		۱۳۹۰-۱۳۹۳
	تاریخ	تعداد روز	متوسط درجه حرارت	درجه روزرشد	تاریخ	تعداد روز	متوسط درجه حرارت	درجه روزرشد	تاریخ	تعداد روز	متوسط درجه حرارت	درجه روزرشد	تاریخ	تعداد روز	متوسط درجه حرارت	درجه روزرشد	میانگین تعداد روز هر فاز فنولوژی	میانگین متوسط درجه حرارت	میانگین درجه روزرشد هر فاز فنولوژی
کشت بذر	۳/۱۹	۰	۲۳.۴	۰	۲/۲۲	۰	۲۱.۹	۰	۳/۱	۰	۱۹.۳	۰	۲/۲۴	۰	۲۲.۳	۰	۰	۲۱.۷	۰
جوانه‌زنی	۳/۲۲	۳	۲۴.۶	۴۴	۲/۲۵	۳	۲۱.۹	۳۶	۳/۵	۴	۲۱.۱	۴۴	۲/۲۸	۴	۲۴.۳	۵۷	۴	۲۲.۹	۴۵
ظهور گل آذین نر	۵/۱۲	۵۲	۲۷.۷	۹۲۱	۴/۲۰	۵۷	۲۴.۹	۸۴۷	۴/۳۰	۵۶	۲۵.۴	۸۶۳	۴/۱۷	۵۱	۲۵.۳	۷۷۲	۵۴	۲۵.۸	۸۵۱
ظهور تارهای ابریشمی	۵/۱۹	۷	۲۸.۶	۱۳۰	۴/۲۸	۸	۲۷.۳	۱۳۸	۵/۷	۸	۲۶.۵	۱۳۲	۴/۲۶	۹	۲۷.۹	۱۶۰	۸	۲۷.۵	۱۴۰
شیری شدن	۵/۲۹	۱۰	۲۷.۴	۱۷۴	۵/۷	۱۰	۲۷.۶	۱۷۶	۵/۱۹	۱۲	۲۵.۲	۱۸۲	۵/۷	۱۲	۲۸.۵	۲۲۳	۱۱	۲۷.۲	۱۸۸
رسیدن	۸/۱۴	۷۷	۱۸.۹	۶۸۵	۶/۱۵	۳۹	۲۷	۶۶۴	۶/۳۰	۴۲	۲۴.۸	۶۲۴	۶/۲۱	۴۵	۲۷.۴	۷۸۴	۵۱	۲۴.۵	۶۸۹
مجموع	-	۱۴۹	-	۱۹۵۴	-	۱۱۷	-	۱۸۶۱	-	۱۲۲	-	۱۸۴۵	-	۱۲۱	-	۱۹۹۶	۱۲۸	-	۱۹۱۴

شرایط حرارتی، به‌ویژه در دوره رشد اولیه، تأثیر تعیین‌کننده‌ای بر نمو و عملکرد گیاهان دارد (کاتارزینا و همکاران، ۲۰۲۰:۲). فاصله زمانی بین کاشت بذر تا جوانه زدن گیاه بستگی به دمای هوا دارد. هر چه دمای هوا در زمان کاشت بیشتر باشد جوانه‌زنی و رشد گیاه سریع‌تر صورت می‌گیرد و دوره رشد نیز کوتاه‌تر می‌شود. بذر ذرت در کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد جوانه نمی‌زند (دمای پایه)، علاوه بر این ۱۵ درجه سانتی‌گراد شروع دمای بهینه برای کشت بذر است (ماینارد و نات،۱۳۶۴:۷۳). با توجه به دمای پایه و دمای بهینه حداقل ۱۲ روز نیاز است تا جوانه سبز شود جدول (۲)؛ بنابراین شروع تاریخ کاشت در هر منطقه با رسیدن میانگین درجه حرارت شبانه‌روزی به ۱۵ درجه سانتی‌گراد و بالاتر بودن میانگین دمای بالای ۱۰ درجه سانتی‌گراد بعد از کاشت را در نظر می‌گیریم که هم‌دمای موردنیاز رشد آن تأمین شود و هم به گیاه آسیب نرسد.

جدول (۲). میزان درجه حرارت هوا و تعداد روز از کاشت تا جوانه زدن

درجه حرارت	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
تعداد روز	جوانه نمی‌زند	جوانه نمی‌زند	۲۲	۱۲	۷	۴	۴	۳	جوانه نمی‌زند

(منبع: ماینارد و نات، ۱۳۶۴)

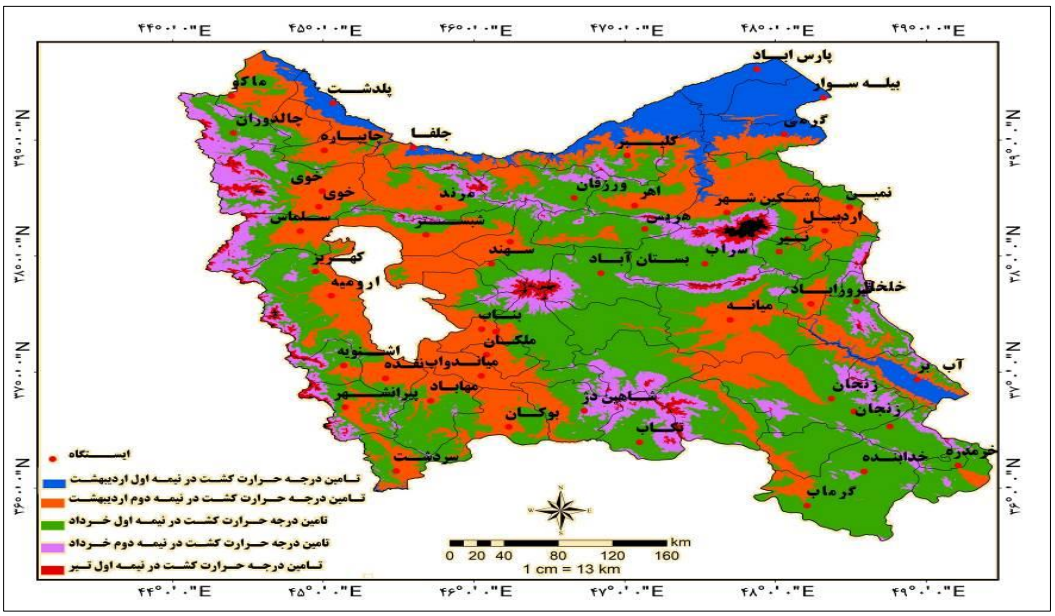
سپس آمارهای روزهای سال از کم به زیاد ردیف گردیده است و از روزهایی که میانگین دمای روزانه بالای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و بالاتر از آن باشد آغاز کشت در هر ایستگاه مشخص شد و نقشه تاریخ‌های اولین روز کشت در هر منطقه ترسیم گردید. همان‌طور که در شکل (۲) می‌توان دید، سیر میانگین درجه حرارت روزانه بر طبق شماره روزهای ژولیوسی سال نشان داد که در منطقه شمال غرب ایران هیچ مکانی را نمی‌توان یافت که دمای آن قبل از آغاز اردیبهشت‌ماه به بالاتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد برسد بنابراین کشت ذرت در این منطقه به‌صورت بهاره انجام می‌شود و به‌منظور پیش‌بینی تاریخ رخداد

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

این واقعه در این سرزمین، از آغاز ماه مذکور، تأمین انرژی حرارتی در دوره‌های ۱۵ روز تا پایان نیمه اول تیرماه پهنه‌بندی شده است.

به‌طوری‌که در نقشه مذکور دیده می‌شود تا پایان نیمه اول اردیبهشت‌ماه تقریباً ۷ درصد از مساحت این منطقه (۸۵۴۰.۵ کیلومترمربع) به دمای موردبحث می‌رسد. این پهنه با ارتفاع کمتر از ۸۵۰ متر از سطح دریا و اقلیم معتدل هست و بخش بزرگی از این پهنه در ناحیه اقلیمی دامنه شمالی البرز قرار دارد. در این نواحی تا اواخر خردادماه نیز شرایط حرارتی برای کشت وجود دارد و در طول دوره رشد و نمو به دمای بازدارنده گرم برخورد نخواهد کرد و زارع می‌تواند ذرت را به‌صورت کشت دوم، بعدازاینکه برداشت محصولات سردسیر خاتمه یافت، بکارد ولی طول فاز شیری شدن طولانی خواهد شد و محصول برای تازه خوری برداشت می‌شود.

حدود ۹۰ درصد از منطقه موردمطالعه در ناحیه سرد و کوهستانی قرار دارد و در نیمه دوم اردیبهشت‌ماه درجه حرارت بالای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در ارتفاعی بین ۷۳۰ تا ۱۵۰۰ متر فراهم می‌شود که این پهنه در شکل (۲) بارنگ نارنجی نمایش داده‌شده و دارای مساحتی حدود ۳۹۷۶۱/۶ کیلومترمربع و ۳۲/۵ درصد از منطقه موردمطالعه هست. همچنین در نیمه اول خردادماه، نیمه دوم خرداد و نیمه اول تیرماه به ترتیب مناطق دارای ارتفاعات ۱۱۸۰ تا ۱۸۰۰ متر، ارتفاع کمتر از ۲۰۰۰ متر و ارتفاع بالای ۲۰۰۰ متر به‌تدریج شرایط حرارتی برای کشت را کسب می‌کنند.



شکل (۲). تاریخ‌های تأمین انرژی حرارتی برای کشت ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ در شمال غرب کشور

برحسب اینکه ذرت در چه مکانی و چه زمانی کشت‌شده باشد، تعداد روز در هر فاز فنولوژیک محاسبه و نقشه‌های پهنه‌بندی تهیه گردید شکل (۳).

۱ -مرحله جوانه‌زنی: با توجه به شکل (۳) طول دوره کاشت تا جوانه‌زنی در منطقه موردمطالعه بین ۶ تا ۱۲ روز طول می‌کشد. نقشه مذکور نقشه پهنه‌بندی طول روزهای جوانه‌زنی را در منطقه موردمطالعه از تاریخ کشت به نمایش می‌گذارد. در مناطقی که ذرت در نیمه اول اردیبهشت‌ماه کاشته می‌شود اگرچه در ناحیه معتدل و دامنه‌ای قرار دارند اما به دلیل اینکه سرعت افزایش دما در روزهای پس از کاشت زیاد نیست، مدت‌زمان بیشتری نسبت به مناطق سرد و کوهستانی که ذرت در نیمه اول خرداد کشت می‌شود، طول می‌کشد تا گیاه جوانه بزند، به‌طور مثال مقایسه مناطق بیله سوار و کهریز.

۲ -مرحله ظهور گل‌آذین نر: طول دوره جوانه‌زنی تا ظهور گل‌آذین در پهنه‌های مختلف در شمال غرب ایران بین ۶۰ تا ۱۰۵ روز است شکل (۴). بیشترین اختلاف طول این دوره بین دو منطقه بافاصله حدود ۱۶۰ کیلومتر در استان اردبیل

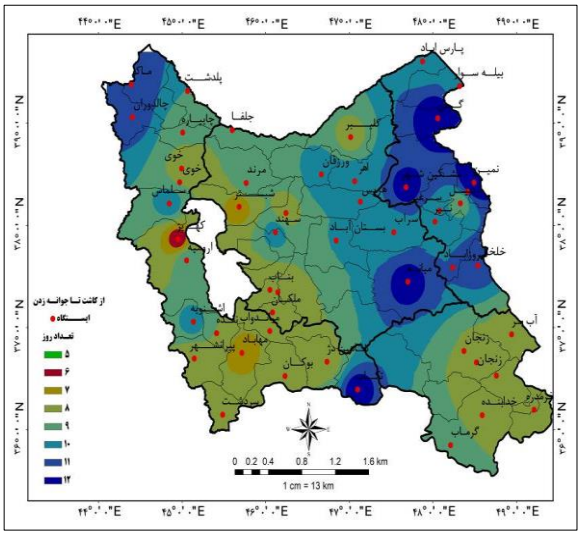
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

قابل‌مشاهده است. به دلیل قرارگیری ایستگاه اردبیل بین ارتفاعات سبلان و طالش و بزغوش و ایجاد تابستان معتدل، ظهور گل‌آذین نر تا نیمه اول شهریور طول می‌کشد اما در منطقه مغان با ارتفاع کمتر از ۵۰۰ متر و تابستان گرم، اگر ذرت در نیمه دوم اردیبهشت‌ماه کشت شود، ظهور گل‌آذین در اوایل تیرماه قابل‌رؤیت هست.

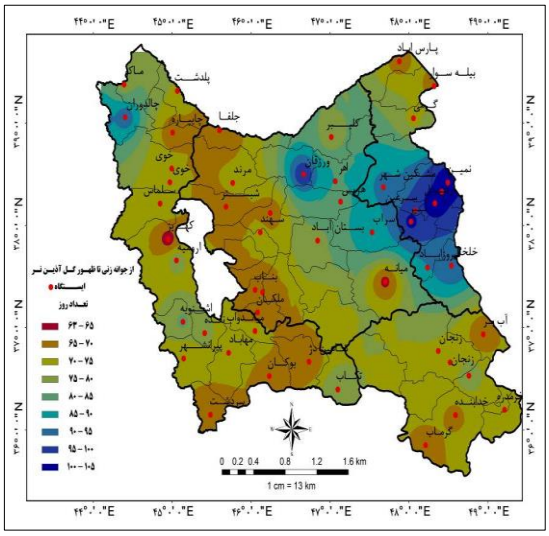
۳ -مرحله ظهور تارهای ابریشمی: طول دوره گل آذین تا ظهور تارهای ابریشمی در پهنه‌های مختلف شمال غرب ایران بین ۶ تا ۲۴ روز متفاوت است. ازآنجاکه از شهریورماه درجه حرارت هوا در بعضی از مناطق روزبه‌روز کاهش می‌یابد و این باعث طولانی شدن دوره ظهور تارهای ابریشمی تا بیش از ۲۰ روز می‌شود؛ مانند مناطق تکاب، ورزقان و اردبیل.

۴ -مرحله شیری شدن: طول دوره تارهای ابریشمی تا شیری شدن ذرت در شمال غرب کشور بین ۱۰ تا ۲۸ روز متغیر است. با توجه به شکل (۶) در پهنه‌هایی که مناطق (ارومیه، سلماس)؛ و (اهر، خدابنده، اشنویه، زنجان، ماکو)؛ و (بستان‌آباد، کلیبر، خیرآباد، مشکین‌شهر) قرار دارند به ترتیب در نیمه دوم خرداد، نیمه اول شهریور و نیمه دوم شهریور فرایند شیری شدن رخ خواهد داد و در این زمان می‌توان به‌منظور تازه خوری و نوبری آن‌ها را برداشت کرد و به دیگر نقاط صادر نمود.

۵ -مرحله رسیدن کامل: طول دوره شیری شدن تا رسیدن کامل ذرت در شمال غرب ایران بین ۳۷ تا ۷۰ روزبه طول انجامید. این میزان اختلاف به زمان کاشت ذرت و درجه حرارت هوا از شهریورماه بستگی دارد شکل (۷). در پهنه‌هایی که به ترتیب مناطق (آب بر، بیله سوار، جلفا، پارس‌آباد)؛ (بناب، چاپیاره، سردشت، شبستر، تبریز، میانه)؛ (بوکان، خوی، گرمی، پیرانشهر، شاهین‌دژ، مهاباد)؛ (ملکان، مرند، سهند، گرماب)؛ (می‌اندوآب، کهریز) قرار دارند به ترتیب در نیمه اول شهریورماه، در نیمه دوم این ماه، نیمه اول مهر، نیمه دوم مهر و نیمه اول آبان کاملاً می‌رسند.

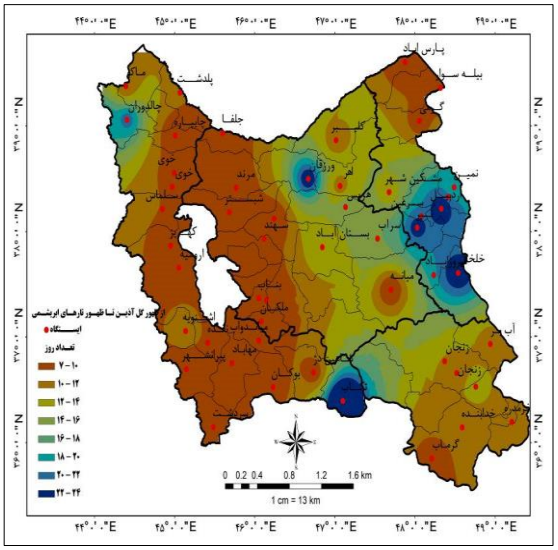


شکل (۳). نقشه روزهای موردنیاز گیاه ذرت از کاشت تا جوانه زدن بر مبنای مجموع انرژی کسب‌شده برحسب درجه روزرشد در منطقه شمال غرب ایران

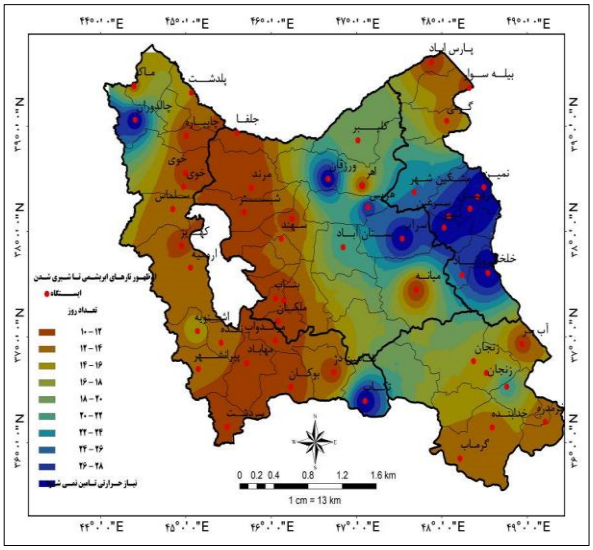


شکل (۴). نقشه روزهای موردنیاز گیاه ذرت از جوانه زدن تا ظهور گل این بر مبنای مجموع انرژی کسب‌شده برحسب درجه روزرشد در منطقه شمال غرب ایران

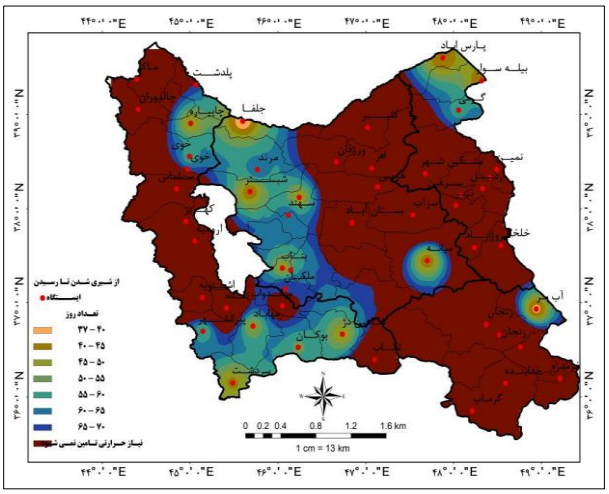
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]



شکل (۵). نقشه روزهای موردنیاز گیاه ذرت از ظهور گل این تا ظهور تارهای ابریشمی بر مبنای مجموع انرژی کسب‌شده برحسب درجه روزرشد در منطقه شمال غرب ایران



شکل (۶). نقشه روزهای موردنیاز گیاه ذرت از تارهای ابریشمی تا شیری شدن بر مبنای مجموع انرژی کسب‌شده برحسب درجه روزرشد در منطقه شمال غرب ایران



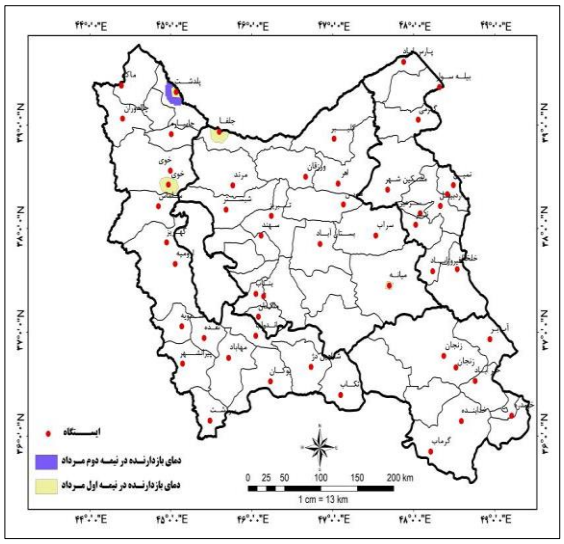
شکل (۷). نقشه روزهای موردنیاز گیاه شیری شدن تا رسیدن بر مبنای مجموع انرژی کسب‌شده برحسب درجه روزرشد در منطقه شمال غرب ایران

اگر دمای محیط از آستانه‌های تاب‌آوری گیاه در دماهای پایین یا بالای گیاه افزایش یابد گیاه دچار رکود رشد و یا آسیب‌دیدگی در اندام‌هایش خواهد شد که به آن دماهای بازدارنده بالا و پایین اطلاق می‌شود.

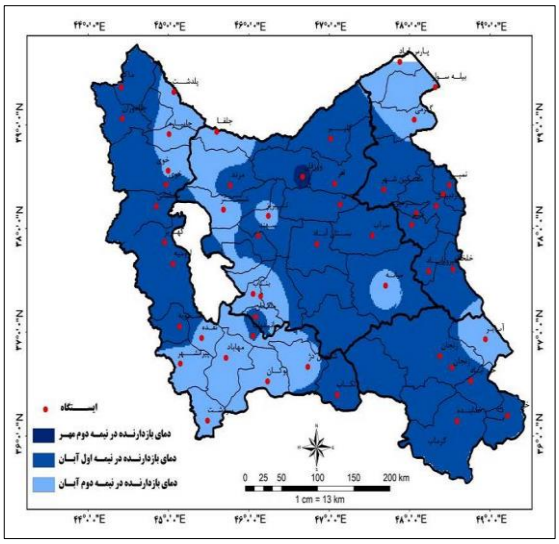
دمای بالای محیط بیشترین تأثیر منفی را در فازهای فنولوژیک ذرت که گیاهی گرمسیری است بخصوص در مرحله تولیدمثل برجای می‌گذارد (تیواری و یادی، ۲۰۱۹:۹۳). گرمای بالاتر از ۳۸ درجه سانتی‌گراد و خشکی در هنگام گلدهی باعث کاهش تعداد دانه‌های تشکیل‌شده در هر بلال و کچلی بلال‌ها می‌شوند و به همین لحاظ، میزان خسارت شدیدتر خواهد بود (ارزانی، ۲۰۰۱: ۶۰۶). با وجودی که منطقه شمال غرب ایران یک ناحیه معتدل تا سرد به‌حساب می‌آید، ولیکن در همین منطقه مکان‌هایی وجود دارد که می‌تواند باعث تنش گرمایی برای گیاه ذرت به‌حساب آید. شکل (۸) مکان‌هایی را که امکان وجود تنش گرمایی برای گیاه ذرت وجود دارد نشان می‌دهد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

شایان‌ذکر است حداکثر فرصت رشد و نمو ذرت با حداقل استرس سرما درکشت تابستانه، حدود ۱۰۰ تا ۱۱۵ روز از ابتدای تابستان می‌باشد (خاوری خراسانی، ۱۳۸۷: ۴). در منطقه شمال غرب ایران چنانچه در ناحیه‌ای خصوصاً در مناطق سرد و کوهستانی، ذرت در تاریخ مناسب کشت نشود یا کشت آن به تأخیر افتد، مرحله شیری شدن دانه‌ها با دماهای بحرانی (زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد) روبه‌رو شده که این امر باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد. رخداد دماهای پایینی که بتواند در فرایند رسیدن ذرت اختلال ایجاد کند از نیمه اول مهرماه در نواحی مرتفع و سرد و کوهستانی شروع می‌شود تا پایان آبان ماه تمام منطقه را دربر می‌گیرد شکل (۹).

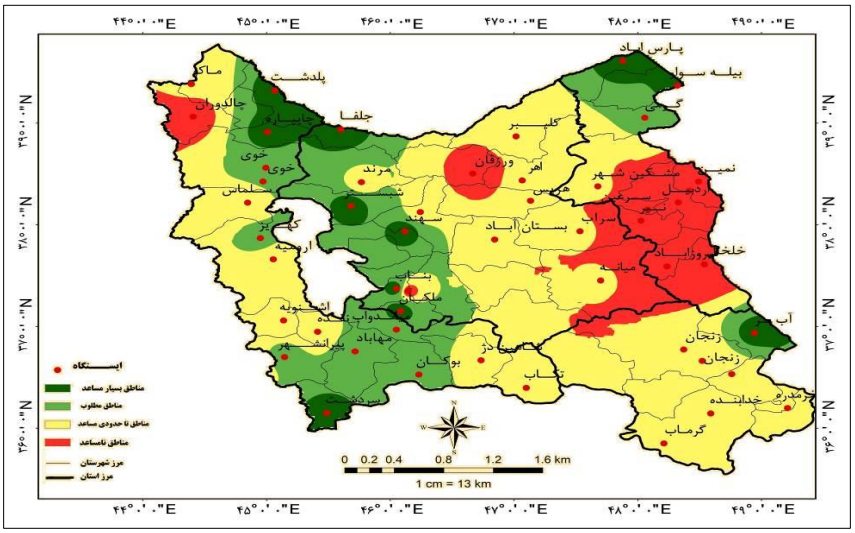


شکل (۸). توزیع دمای بازدارنده گرم در نیمه اول و دوم مرداد



شکل (۹). توزیع دمای بازدارنده سرد در نیمه دوم مهر تا ۳۰ آبان

ناحیه موردمطالعه از لحاظ استعداد تأمین نیازهای حرارتی در طول دوره رشد، به ۴ منطقه تقسیم گردید که در شکل (۱۰) به نمایش گذاشته‌شده است. ۱- مناطق بسیار مساعد (۷ درصد از منطقه موردمطالعه)، ۲- مناطق مساعد (۲۲ درصد از منطقه موردمطالعه)، ۳- مناطق تا حدودی مساعد (۵۵ درصد از منطقه موردمطالعه) و ۴- مناطق نامساعد (۱۵ درصد از منطقه موردمطالعه).



شکل (۱۰) نقشه مناطق مساعد کشت ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ بر پایه تأمین نیاز حرارتی و ارتفاع در شمال غرب کشور

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

ذرت در ارتفاعات مختلف نیز به‌خوبی رشد می‌کند. کشت این گیاه تا ارتفاع ۳۳۰۰ متر از سطح دریا در مناطق گرمسیری کانادا (فریلینگ و والبوت،۱۹۹۶: ۱۹۷)، ۳۶۰۰ متر در چین (ژانگ و همکاران،۲۰۱۷: ۵۲۱)، ۳۱۸۴ متر در کوه‌های آند (سکاربو و واندرمولنس، ۲۰۱۵: ۵) و برخی از ارقام خاص در اطراف شبه‌جزیره کوپاکابانا تا ارتفاع ۴۱۰۰ متر (ستالر،۲۰۱۶: ۱۸) کشت موفقیت‌آمیز داشته است که درواقع ارتفاعات حدی برای کشت ذرت هستند. در ایران نیز تا ارتفاع ۲۳۰۰ متر در استان فارس کشت می‌شود. همچنین شیب بسیار مناسب برای کشت ذرت تا ۸ درصد و شیب مناسب ۸-۱۵ درصد هست (نیگوشی و همکاران،۲۰۱۱: ۱۴۶). لذا با تلفیق لایه‌های مناطق مساعد کشت ذرت بر پایه تأمین نیاز حرارتی، ارتفاع، شیب و کاربری اراضی در منطقه موردمطالعه، نقشه شکل (۱۰) تولید گردید و اراضی شمال غرب کشور به ۴ منطقه تقسیم شد:

۱- مناطق بسیار مساعد: این مناطق به دلیل تأمین نیازهای حرارتی از ابتدای کشت تا رسیدن کامل محصول، توپوگرافی و کاربری مناسب زمین، جهت کشت ذرت دانه‌ای بسیار مساعد هستند؛ و ۲/۳ از منطقه موردمطالعه را به خود اختصاص داده‌اند جدول (۳).

۲- مناطق مساعد: در این مناطق توپوگرافی و کاربری اراضی هم نسبتاً مناسب است و نیاز حرارتی در تمام مراحل رشد ذرت تأمین می‌گردد ولی مرحله شیری شدن تا رسیدن به علت کاهش درجه حرارت از شهریورماه به بعد بسیار طولانی می‌شود و لذا بهتر است گیاه در این مرحله به‌منظور تازه خوری برداشت شود. این منطقه شامل ۷ درصد از کل منطقه موردمطالعه هست جدول (۳).

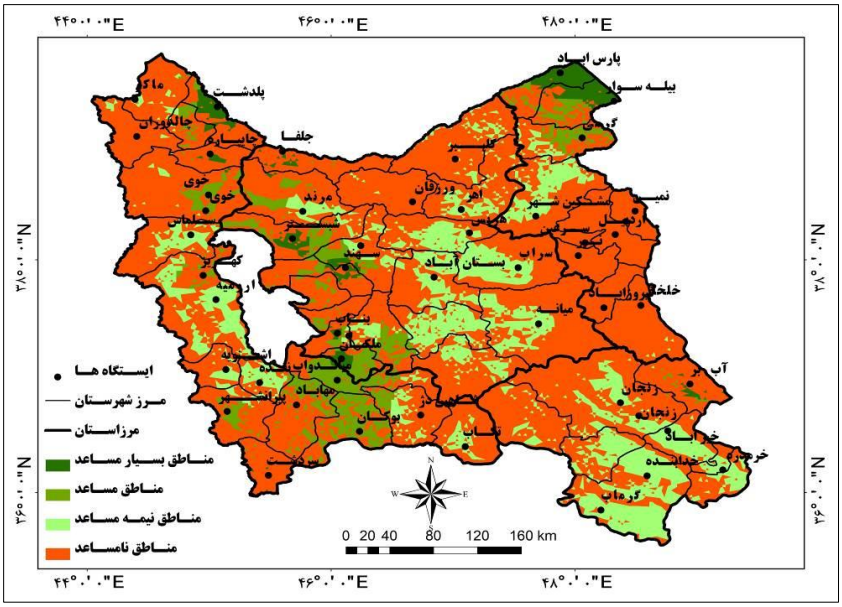
۳ -مناطق نیمه مساعد: مناطقی را شامل می‌شود که درجه روزرشد کافی برای رسیدن کامل گیاه تأمین نمی‌گردد، لذا ذرت باید در مرحله شیری برداشت شود. مناطق نیمه مساعد ۱۸/۳ از مساحت منطقه موردمطالعه را به خود اختصاص داده‌اند جدول (۳).

۴ -مناطق نامساعد: این مناطق که عموماً در ناحیه سردسیر کوهستانی قرار دارند شرایط حرارتی برای کشت این محصول گرمسیری فراهم نخواهد شد. علاوه بر این، ارتفاع بالا، شیب زیاد، زمین‌های فقیر، صخره‌ای، دریاچه، مسیل، جنگل، مناطق شهری و روستایی، زمین شور و...، در این منطقه قرار دارد. این منطقه ۷۲/۲ درصد از مساحت منطقه موردمطالعه را دربر می‌گیرد.

جدول (۳). مناطق مساعد کشت ذرت دانه‌ای در شمال غرب کشور

مناطق قابل‌کشت	قابلیت اراضی	مساحت (کیلومترمربع)
شمال شرق شهرستان‌های پارس‌آباد و بیله سوار، شمال شهرستان پلدشت، ایستگاه‌های سهند، شبستر، ملکان و آب بر.	بسیار مساعد	۲۸۸۲/۵
بخشی از شهرستان گرمی، بخش مرکزی استان بیله سوار، بخش مرکزی استان گرمی، بخش زیادی از شهرستان‌های بوکان (سیمینه)، ملکان، می‌اندوآب، ایستگاه پیرانشهر، شمال شهرستان مهاباد، ایستگاه خوی، بخش‌هایی از شهرستان مرند	مساعد	۸۶۷۲/۸
بخش‌های از شهرستان‌های مشکین‌شهر، بستان‌آباد، سراب، میانه، زنجان، شهرستان قیدار در اطراف ایستگاه‌های گرماب و خدابنده، شهرستان زرین‌آباد، خرمدره، خیرآباد، شاهین‌دژ، تکاب، اشنویه، ارومیه، کهریز، مرند، هشترود.	نیمه مساعد	۲۲۴۲۹/۳

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]



شکل (۱۰). نقشه نهایی پهنه‌بندی مناطق مساعد کشت ذرت دانه‌ای در شمال غرب کشور

نتیجه‌گیری

هدف از انجام این تحقیق تعیین مناطق مساعد کشت ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ ازنظر تأمین نیاز حرارتی، توپوگرافی و اراضی قابل‌کشت در شمال غرب ایران است. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که:

- با مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق و تحقیقات انجام‌شده در این منطقه و گزارش‌های وزارت جهاد کشاورزی می‌توان مشاهده نمود که استفاده از این روش نتیجه‌ای مشابه با سایر روش‌ها و مدل‌ها دارد.
- بر اساس شکل (۹) در ۸۴ درصد از منطقه موردمطالعه شرایط حرارتی برای کشت ذرت فراهم می‌شود؛ اما به دلیل محدودیت‌های توپوگرافی و اراضی نامناسب کشت، این پهنه به ۲۷/۶ درصد از منطقه کاهش می‌یابد.
- همچنین بررسی‌ها حکایت از آن دارد که اگر تاریخ کشت مطابق با شرایط تأمین نیازهای حرارتی گیاه در فازهای فنولوژیک آن در منطقه موردمطالعه تنظیم نشود، گیاه برای کسب واحدهای حرارتی موردنیازش مجبور به تغییر طول هر فاز شده و همین امر باعث اختلال در فرایند رشد و ایجاد تنش‌های گرمایی و یا سرمایی خواهد شد.
- نقشه‌های ارائه‌شده در این تحقیق به کشاورزان و مروجان کمک می‌کند تا با به‌کارگیری آن‌ها، بهترین تقویم‌های زراعی و مکان مناسب را برای استقرار مزرعه خود برای محصول مذکور انتخاب کنند؛ زیرا این نقشه‌ها هم بر اساس تقسیمات استانی و شهرستانی و هم بر مبنای ناحیه‌ای و آب و هوایی طراحی‌شده‌اند و لذا کشاورز یا مروج با پیدا کردن محل کشت ذرت بر روی آن‌ها قادر خواهد بود هم مناسب‌ترین تاریخ کاشت محصول خود را انتخاب نموده و با مشخص شدن این تاریخ، به زمان رخداد تمام فازهای فنولوژیک آن دست خواهد یافت و لذا خواهد توانست برای مقابله با تنش‌ها و آفات و نیز داشت و تقویت محصول برنامه‌ریزی نموده و به بالاترین کمیت و کیفیت آن نائل گردد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

منابع

احمدی، کریم؛ عبادزاده، حمیدرضا؛ عبدشاه، هلدا؛ کاظمیان، آرزو؛ رفیعی، مریم. (۱۳۹۸). آمارنامه کشاورزی محصولات زراعی (سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶)، تهران: وزارت جهاد کشاورزی معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. نوبت اول، ص ۲۲.

افشارمنش، غلامرضا. (۱۳۹۳). تأثیر الگوی کاشت بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی ارقام ذرت در منطقه جیرفت، *نشریه زراعت*،۲۷(۱۰۲): ۱۳۰-۱۲۴ https://doi.org/10.22092/aj.2014.100938 .

امیدی، امیرحسن؛ اوراضی‌زاده، محمدرضا؛ بیضایی، اسماعیل؛ روشنی، قربانعلی؛ طالقانی، داریوش؛ علی نیا. فرامرز؛ گلکاری، صابر؛ قنبری، علی اکبر؛ محمودی، مریم؛ مقدم، علی؛ نجفیان، گودرز. (۱۳۹۵). ارقام زراعی (گذشته و آینده)، تهران: انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. نوبت اول، ص ۶۸.

انوری، کامران؛ عارفی، سونیا؛ فاتح، مجتبی. (۱۳۹۰). بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای مختلف ذرت، فصلنامه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۳(۴): ۳۶۸-۳۷۷ . https://sanad.iau.ir/Journal/eppmap/Article/1125298/FullText

پاکپورربطی، احمد؛ جعفرزاده، علی‌اصغر؛ شهبازی، فرزین؛ عماری، پرویز. (۱۳۹۲). ارزیابی اراضی مستعد برای تعدادی از محصولات کشاورزی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در مناطقی از استان آذربایجان غربی، *نشریه دانش آب‌وخاک*، ۲۳(۱)، ص ۱۶۵-۱۷۶ https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article_205.html .

خاوری خراسانی، سعید. (۱۳۸۷). راهنمای علمی و کاربردی کاشت، داشت و برداشت ذرت، تهران: انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. نوبت اول، ص ۴.

خوشحال، جواد؛ مردانیان، حسین. (۱۳۸۸). بررسی شرایط محیطی و نیازهای حرارتی در دشت جرقویه سفلی، *مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۰(۲): ۴۱-۶۴.

رضایی بنفشه، مجید؛ ولی زاده کامران، خلیل؛ محرم‌زاده، فرهاد، پهنه‌بندی آگروکلیمایی مناطق مستعد کشت ذرت در محیط GISمطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اقلیم‌شناسی دانشگاه تبریز، دفاع ۱۳۹۰، ص ۷۸.

سازمان هواشناسی و اقلیم‌شناسی کشاورزی گیاهان زراعی و سازمان هواشناسی کشاورزی. (۱۳۹۲). هواشناسی و اقلیم‌شناسی کشاورزی گیاهان زراعی، (جواد خوشحال دستجردی، سید مسعود مصطفوی‌دارانی: مترجمان) اصفهان: انتشارات علم آفرین. نوبت اول،۲۳۸-۲۶۸.

سبحانی، بهروز؛ احمدیان، مینو؛ جهان‌بخش اصل، سعید. (۱۳۹۸). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر طول دوره رشد درخت سیب (مطالعه موردی: ایستگاه‌های سمیرم و ارومیه)، *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۵۱ (۳): ۵۴۴-۵۲۹ . https://doi.org/10.22059/jphgr.2019.273067.1007327

سبحانی، بهروز؛ صفریان زنگیر، وحید؛ کرمی، اخضر. (۱۳۹۹). تعیین تقویم زراعی کاشت ذرت با استفاده از آزمون T مشاهده‌ای و پهنه‌بندی آگروکلیمایی و زراعی آن با آزمون هتلینگ در استان کرمانشاه، *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۰(۵۷): ۳۷- ۲۵۲۵ http://dx.doi.org/10.29252/jgs.20.57.2 .

شیری، محمدرضا؛ محرم نژاد، سجاد؛ حنیفه‌زاده، مرتضی؛ بنده حق، علی. (۱۳۹۵). ارزیابی پایداری عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر تاریخ کاشت در منطقه مغان، *نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار*، صص ۲۰۴-۲۱۴.

صیدی شاهوندی، مسلم؛ خالدی، شهریار؛ شکیبا، علیرضا؛ میرباقری، بابک. (۱۳۹۲). پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ذرت دانه‌ای در استان لرستان با استفاده از تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۳(۲۹): ۱۹۵-۲۱۴.

فال سلیمان، محمود؛ اکبرپور، ابوالفضل؛ بهدانی، محمدعلی؛ جمشیدی، کمال. (۱۳۹۶). پهنه‌بندی توان اکولوژیک کشت ذرت با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شهرستان بوکان، *نشریه تحقیقات غلات*،۷(۱)، ۱۰۰-۸۵.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]

[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

ماینارد، لورنز؛ نات، جیمز. (۱۳۶۴). سبزی‌کاری از باغچه منزل تا کشاورزی صنعتی، (ترجمه: تصدیقی، منصور)، تهران: انتشارات پیشگام. نوبت اول، ص ۷۳.

محمدی، دادگر؛ رحمانی، رهام. (۱۳۹۵). شناسایی عوامل اقتصادی – اجتماعی مؤثر بر پذیرش ارقام زودرس و میان‌رس ذرت بعد از گندم در استان فارس، تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۸(۲۹): ۷۰-۵۱.

مسعودیان، ابوالفضل. (۱۳۹۰). آب‌وهوای ایران، مشهد: شریعه توس. چاپ اول،۲۱۴-۲۱۷.

نعمت الهی، نادر. (۱۳۸۹). آمار و احتمالات مهندسی. تهران: دالفک. چاپ اول، ص ۳۰۶-۳۰۷.

Afsharmanesh, G. (2014). The effect of planting pattern on grain yield and agronomic traits of maize cultivars in Jiroft region. Journal of Agronomy, 27(102), 124-130. https://doi.org/10.22092/aj.2014.100938 [In Persian]

Ahmadi, K., Abadzadeh, H., Abdshah, H., Kazemian, A., & Rafiee, M. (2019). Agricultural statistics for crop products (Agricultural year 2017-2018). Tehran: Ministry of Jihad Agriculture, Deputy of Planning and Economic Information and Communication Technology Center, 1st ed., p. 22. [In Persian]

Anvari, K., Arefi, S., & Fateh, M. (2011). The impact of planting date on yield and yield components of different maize hybrids. Journal of Ecophysiology of Crop Plants, 3(4), 368-377. https://sanad.iau.ir/Journal/eppmap/Article/1125298/FullText [In Persian]

Arzani, A. (2001), Breeding field crops. Isfahan University of Technology Publication, p. 606.

Arzani, A. (2001), Breeding field crops. Isfahan University of Technology Publication, p. 606.

Birch, C.J. Hammer, G.L. Rickert, K.G. (1998), Temperature and photoperiod sensitivity of development in five cultivars of maize (Zea mays L.) from emergence to tassel initiation. Field Crops Res, 55(2): 93–107.

Birch, C.J. Hammer, G.L. Rickert, K.G. (1998), Temperature and photoperiod sensitivity of development in five cultivars of maize (Zea mays L.) from emergence to tassel initiation. Field Crops Res, 55(2): 93–107.

Dahmardeh, M. (2012), Effects of sowing date on the growth and yield of maize cultivars (Zea mays L.) and the growth temperature requirements, African Journal of Biotechnology Vol. 11(61): 12450-12453.

Dahmardeh, M. (2012), Effects of sowing date on the growth and yield of maize cultivars (Zea mays L.) and the growth temperature requirements, African Journal of Biotechnology Vol. 11(61): 12450-12453.

Fal Suleiman, M., Akbarpour, A., Behdani, M. A., & Jamshidi, K. (2017). Ecological zoning of maize cultivation using GIS in Bukan County. Journal of Cereal Research, 7(1), 85-100. [In Persian]

Farooq, M. Wahid, A. Kobayashi, N. Fujita, D., Basra, S.M.A., (2009), Plant drought stress: effects, mechanisms and management, agronomy, 29(6):185-212.

Farooq, M. Wahid, A. Kobayashi, N. Fujita, D., Basra, S.M.A., (2009), Plant drought stress: effects, mechanisms and management, agronomy, 29(6):185-212.

Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry., (1991), Growth stages of mono- and dicotyledonous plants, BBCH Monograph, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, p. 24.

Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry., (1991), Growth stages of mono- and dicotyledonous plants, BBCH Monograph, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, p. 24.

Freeling, M., Walbot,V., (1996), Growing Maize for Genetic Studies, The Maize Handbook, New York, p. 197.

Freeling, M., Walbot,V., (1996), Growing Maize for Genetic Studies, The Maize Handbook, New York, p. 197.

Hodges, T., (1991), Predicting Crop Phenology. CRC Press, Boca Raton, 39(2): 1.

Hodges, T., (1991), Predicting Crop Phenology. CRC Press, Boca Raton, 39(2): 1.

Katarzyna, A.S., Józef, S., (2020), Reaction of Sweet Maize to the Use of Polyethylene Film and Polypropylene Non-Woven Fabric in the Initial Growth Phase, agronomy (mdpi), 10(1): 1-15.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

Katarzyna, A.S., Józef, S., (2020), Reaction of Sweet Maize to the Use of Polyethylene Film and Polypropylene Non-Woven Fabric in the Initial Growth Phase, agronomy (mdpi), 10(1): 1-15.

Khavari Khorasani, S. (2008). Scientific and practical guide to maize cultivation, maintenance, and harvesting. Tehran: Education and Extension Organization Publications, 1st ed., p. 4. [In Persian]

Khoshhal, J., & Mardanian, H. (2009). Study of environmental conditions and thermal needs in the Jarquyeh Sofla Plain. Journal of Geography and Environmental Planning, 20(2), 41-64. [In Persian]

Masoudian, A. (2011). Climate of Iran. Mashhad: Sharieh Toos Publications, 1st ed., pp. 214-217. [In Persian]

Mavi, H.S., Tupper, G.J., (2004), Agro meteorology principles and Applications of climate studies in agriculture, The Haworth press,41(2): 364.

Mavi, H.S., Tupper, G.J., (2004), Agro meteorology principles and Applications of climate studies in agriculture, The Haworth press,41(2): 364.

Maynard, L., & Knott, J. (1985). Vegetable growing from home garden to industrial agriculture (Translator: M. Tasdiqi). Tehran: Pishgam Publications, 1st ed., p. 73. [In Persian]

McMaster, G.S., Wilhelm, W.W., (1997), Growing degree-days: one equation, two interpretations, Agricultural and Forest Meteorology, 87(4): 291-300.

McMaster, G.S., Wilhelm, W.W., (1997), Growing degree-days: one equation, two interpretations, Agricultural and Forest Meteorology, 87(4): 291-300.

Meteorological and Agricultural Climatology Organization of Crop Plants and Agricultural Meteorology Organization. (2013). Agricultural meteorology and climatology of crop plants (Translators: J. Khoshhal Dastjerdi & S. M. Mostafavi Darani). Isfahan: Elm Aferin Publications, 1st ed., pp. 238-268. [In Persian]

Moeletsi, M. E., Waker.S., (2012), A simple agroclimatic index to delineate suitable growing areas for rainfed maize production in the Free State Province of South Africa, Agricultural and Forest Meteorology, 162: 63-70.

Moeletsi, M. E., Waker.S., (2012), A simple agroclimatic index to delineate suitable growing areas for rainfed maize production in the Free State Province of South Africa, Agricultural and Forest Meteorology, 162: 63-70.

Moeletsi, M.E., (2004), Agroclimatic characterization of Lesotho for dryland maize production, Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Agriculture in Agrometeorology Department of Soil, Crop and Climate Sciences Faculty of Natural and Agricultural Sciences University of the Free State Bloemfontein, pp.1-195.

Moeletsi, M.E., (2004), Agroclimatic characterization of Lesotho for dryland maize production, Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Agriculture in Agrometeorology Department of Soil, Crop and Climate Sciences Faculty of Natural and Agricultural Sciences University of the Free State Bloemfontein, pp.1-195.

Mohammadi, D., & Rahmani, R. (2016). Identifying socio-economic factors affecting the adoption of early and mid-season maize cultivars after wheat in Fars Province. Journal of Agricultural Economics Research, 8(29), 51-70. [In Persian]

Nematollahi, N. (2010). Statistics and probabilities for engineers. Tehran: Dalafak Publications, 1st ed., pp. 306-307. [In Persian]

Nigussie, S. D., Alemu,D., Tibebe,D., (2011), Agro-ecological Suitability for Hybrid Maize Varieties and its Implication for Seed, Proceedings of the Third National Maize Workshop of Ethiopia, p. 146.

Nigussie, S. D., Alemu,D., Tibebe,D., (2011), Agro-ecological Suitability for Hybrid Maize Varieties and its Implication for Seed, Proceedings of the Third National Maize Workshop of Ethiopia, p. 146.

Omidy, A. H., Orazizadeh, M. R., Beyzaei, E., Roshani, Q., Taleghani, D., Alinia, F., Golkari, S., Ghanbari, A. A., Mahmoudi, M., Moghadam, A., & Najafian, G. (2016). Agricultural cultivars (past and future). Tehran: Agricultural Research, Education, and Extension Organization, 1st ed., p. 68. [In Persian]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]

[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

Pakpour-Rabti, A., Jafarzadeh, A. A., Shahbazi, F., & Amari, P. (2013). Assessment of suitable land for some agricultural products using GIS in some areas of West Azerbaijan Province. Journal of Water and Soil Knowledge, 23(1), 165-176. https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article_205.html [In Persian]

Ramamurthy, V., Reddy, G.P.O., Kumar,N., (2020), Assessment of land suitability for maize (Zea mays L) in semi-arid ecosystem of southern India using integrated AHP and GIS approach, Computers and Electronics in Agriculture,179: p. 105806.

Ramamurthy, V., Reddy, G.P.O., Kumar,N., (2020), Assessment of land suitability for maize (Zea mays L) in semi-arid ecosystem of southern India using integrated AHP and GIS approach, Computers and Electronics in Agriculture,179: p. 105806.

Rezaee Banafsha, M., Valizadeh Kamran, K., & Moharramzadeh, F. (2011). Agroclimatic zoning of suitable areas for maize cultivation in GIS: Case study: East Azerbaijan Province. Master's Thesis in Climatology, University of Tabriz, p. 78. [In Persian]

Russell,W.K., (2006), Corn Breeding: Types of Cultivars, Journal of Natural Resources and Life Sciences Education, 35(1): 242.

Russell,W.K., (2006), Corn Breeding: Types of Cultivars, Journal of Natural Resources and Life Sciences Education, 35(1): 242.

Seydi Shahvandi, M., Khaledi, S., Shakiba, A., & Mirbagheri, B. (2013). Agricultural climate zoning of maize in Lorestan Province using GIS techniques. Journal of Applied Research in Geographic Sciences, 13(29), 195-214. [In Persian]

Shiri, M. R., Moharram Nejad, S., Hanifehzadeh, M., & Bendehagh, A. (2016). Evaluation of maize grain yield stability affected by planting date in Moghan region. Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, pp. 204-214. [In Persian]

Skarb, K., VanderMolenc, K., (2015), Maize migration: key crop expands to higher altitudes under climate change in the Andes, Climate and Development,8(3): 5.

Skarb, K., VanderMolenc, K., (2015), Maize migration: key crop expands to higher altitudes under climate change in the Andes, Climate and Development,8(3): 5.

Sobhani, B., Ahmadian, M., & Jahanbakhsh Asl, S. (2019). The effects of climate change on the apple tree growth period (Case study: Semirom and Urmia stations). Journal of Physical Geography Research, 51(3), 529-544. https://doi.org/10.22059/jphgr.2019.273067.1007327 [In Persian]

Sobhani, B., Safarian Zangir, V., & Karami, A. (2020). Determining the agricultural calendar of maize cultivation using the T-test and agroclimatic and agronomic zoning with the Hotelling test in Kermanshah Province. Journal of Applied Research in Geographic Sciences, 20(57), 25-37. http://dx.doi.org/10.29252/jgs.20.57.25 [In Persian]

Staller J.E.(2016), High Altitude Maize (Zea Mays L.) Cultivation and Endemism in the Lake Titicaca Basin, Journal of Botany Research, 1(1): 8-21.

Staller J.E.(2016), High Altitude Maize (Zea Mays L.) Cultivation and Endemism in the Lake Titicaca Basin, Journal of Botany Research, 1(1): 8-21.

Tiwari, Y.K.,Yadav,S.K., (2019), High Temperature Stress Tolerance in Maize (Zea mays L.): Physiological and Molecular Mechanisms, Journal of Plant Biolog, 62: pp. 93–102.

Tiwari, Y.K.,Yadav,S.K., (2019), High Temperature Stress Tolerance in Maize (Zea mays L.): Physiological and Molecular Mechanisms, Journal of Plant Biolog, 62: pp. 93–102.

Tollenaar, M., (1999), Duration of the grain-filling period in maize is not affected by photoperiod and incident PPFD during the vegetative phase. Field Crops Res, 62(1): 15–21.

Tollenaar, M., (1999), Duration of the grain-filling period in maize is not affected by photoperiod and incident PPFD during the vegetative phase. Field Crops Res, 62(1): 15–21.

Yang, H.S., Dobermann, A., Lindquist, J.L., Walters, D.T., Arkebauer, T.J., Cassman, K.G., (2004), Hybrid-maize–Amaize simulation model that combines two crop modeling approaches. Field Crops Res, 87(2): 131–154. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.10.003

Yang, H.S., Dobermann, A., Lindquist, J.L., Walters, D.T., Arkebauer, T.J., Cassman, K.G., (2004), Hybrid-maize–Amaize simulation model that combines two crop modeling approaches. Field Crops Res, 87(2): 131–154. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.10.003

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]

Zhang, Y., Wang, Y., Niu,H., (2017), Spatio-temporal variations in the areas suitable for the cultivation of rice and maize in China under future climate scenarios, Science of the Total Environment, 601-602: 521. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.232
Zhang, Y., Wang, Y., Niu,H., (2017), Spatio-temporal variations in the areas suitable for the cultivation of rice and maize in China under future climate scenarios, Science of the Total Environment, 601-602: 521. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.232

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.182.5]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.2]