Determination of Maize Agronomic Calendar Based on Climatic Potential in Southern Iran

Zeinab Ebrahimi Ghalelani [1] , Javad Khoshhal Dastjerdi [2] *, Hojatolah Yazdanpanah [3]

1- PhD Candidate of Climatology, Department of Natural Geography, Faculty of Geographical Sciences And Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran

2- Associate Professor of Climatology, Department of Natural Geography, Faculty of Geographical Sciences And Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran (*Corresponding Author Email: javadkhoshhal@yahoo.com)

3- Associate Professor of Climatology, Department of Natural Geography, Faculty of Geographical Sciences And Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Introduction:

Maize is the third most widely-used product in the world, which is classified as a tropical and subtropical cereal. Among maize varieties, the single cross hybrid 704 has high efficiency and yield. Environmental conditions, climatic factors, in particular, considerably affect the growth of maize and its phenological responses, among which temperature and light are two very important variables affecting growth rate and eventually influence the bio-production rate and product yield. The best method to optimally use the environment without spending major costs is an adaptation to climatic conditions. This adaptation is achieved by determining agricultural climates and recognizing these climates within agricultural climatic zones and is a valuable tool for controlling climatic potentials for crop production. The present study research aims to find the thermal requirements of single cross hybrid 704 in Darab, Zarghan, Rudan and Arzoieh climates to define the thermal requirements of various stages of growth for its planting potential in southern Iran.

Methodology:

To conduct the present study, the minimum, maximum, and average temperatures of 61 synoptic weather stations were obtained from the Iran Meteorological Organization, the statistical period of which varied from 1 to 30 years (1986-2016) and were examined in terms of validity. The statistics and information on the 10 main stages of single cross hybrid 704 phenology, which have been recorded in the Agricultural Meteorological Research and Monitoring Farm of Darab, Zarghan and Rudan, Arzooieh stations from 2001 to 2017, were given. These stages include planting, germination, greening, three-leaf, leafing, male catkin emergence, male clustering, silking, milk, and ripening.

Date, the number of days, average temperature, and daily heat index were determined based on cumulative growing degree-day of single cross hybrid 704 in each phenological stage in Darab, Zarghan, and Rudan Arzooieh stations (statistical period 2001-2017). Then, the authors take into account the starting planting date in each region by reaching the average daily temperature of 15°C and the average temperature above 10°C after planting to meet the required growth temperature and

avoid damage to the plant. To do this research, the average temperature (over 20 years) was calculated by MATLAB software for all days of the year based on the solar calendar. Then, 15-day averages were obtained for all months of the year. The relationship between temperature and altitude in linear regression was calculated by SPSS software. Hot inhibitor temperature (above 38°C) and cold inhibitor temperature (below 10°C) were determined and plotted. Cumulative growing degree-day of plant and the number of days in each phenological stage were calculated for all stations and the relevant maps were plotted. Finally, the map of desirable areas was combined with the land use map, height, and slope in terms of temperature supply.

Discussion:

According to the information obtained, the starting date of maize planting was plotted as a zoned map for all southern regions of the country in the GIS environment. The thermal requirements for planting during the year are met in a part of the southern shores and Shahdad Desert with an altitude of less than 500 m with very hot and humid weather as explained in the climate of the region. In other regions, this crop is provided depending on the climate, hot/cold, and low/high latitude, from the first half of February to the second half of May. This research has been done by developing a crop calendar for this product for the first and second planting in different regions. The first planting date in cold regions began with an altitude above 2000 m in the second half of May. In this region, due to the cold weather, maize can be selected only as the first crop. From the first half of June, maize planting begins in the regions with hot and temperate climates.

After determining the planting time for maize in each region, the required days of maize from planting to ripening were calculated based on the total energy obtained in terms of growing degree-day in the southern region of Iran and mapped in 4 vital stages. The length of catkin emergence was 51-98 days, silking was 8-25 days, milk was 10-24 days, and ripening was 15-60 days. In some areas, the thermal requirement was not met for the milk stage and ripening, thus, the plant growth period would remain unfinished.

The hot inhibitory temperatures in all coastal areas (except for Jask, Bandar Abbas, Khamir, Dayyer, and Bandar Lengeh) were possible from the second half of May to September. The cold inhibitor temperature in areas such as the high altitudes of Lalehzar in Kerman and the cities of Izadkhast, Eghlid, Safashahr, and Bavanat in the north of Fars province with a cold and temperate climate in mountainous and foothill areas, began from the second half of October.

According to the maps, the study area was divided into 4 regions in terms of capacity to meet thermal requirements during the growing season including very favorable areas, favorable areas, partly favorable areas, and unfavorable areas.

By integrating the layers of favorable areas for maize planting based on meeting the thermal requirements, height, slope, and land use in the study area, the final map was plotted. The results of the study showed that very favorable areas covered 12% of the study area and are very favorable in terms of temperature, topography, and land use. Concerning favorable areas, this region covered 8% of

the total study area. In these areas, the topography and land use were partly suitable and the thermal requirements were met at all maize planting stages, but the length of the milk stage was longer. In partly favorable areas, sufficient growing degree-day is not met for full ripening. The partly favorable areas have covered 3% of the study area. In unfavorable areas, thermal conditions, land use, land slope, and altitude for this crop were not suitable.

Conclusion:

By comparing the results of this research and other studies conducted in this region and the reports of the Ministry of Agriculture Jihad, it can be observed that this method has a similar outcome with other methods and models. About 23% of the study area is capable of maize planting. The farmer or promoter can select the most appropriate planting date for the crop by finding the place of maize planting on the maps and achieve the occurrence time of all phenological stages by finding the date. The reviews indicate that if the planting date is not adjusted in accordance to conditions of meeting the thermal requirements of the plant in its phenological phases in the study area, the plant is forced to change the length of each phase to acquire the required thermal units and this will disrupt the growth process and cause heat or cold stresses.

Keywords: Favorable Planting Areas, Growing Degree-day, Plant Phenology, Thermal Requirement.

References:

- Angel, J. R., Widhalm, M., Todey, D., Massey, R., & Biehl, L. (2017). The U2U Maize Growing Degree Day tool: Tracking Maize Growth across the US Maize Belt. *Journal of Climate Risk Management*, 15, 73-81.
- 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. *Journal of Field Crops Research*, 55(1-2), 93-107.
- Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (2001). *Growth Stages of Mono-and Dicotyledonous Plants BBCH Monograph.* German Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA), p25.
- Freeling, M., & Walbot, V. (1996). *The Maize Handbook.* Springer-Verlag New York, Inc: p. 197.
- Malhotra, S. K. (2017). Diversification in Utilization of Maize and Production**.** *Conference: Gyan Manthan- Perspective of Maize Production and Value Chain- A Compendium*, 5, 49.
- Mavi, H. S., & Tupper, G. J. (2004). *Agro Meteorology Principles and Applications of Climate Studies in Agriculture*. The Haworth Press.
- McMaster, G. S., & Wilhelm, W. W. (1997). Growing Degree-Days: One Equation, Two Interpretations. *Journal of Agricultural and Forest Meteorology*, 87(4), 291-300.
- 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.

- Orhun, G. E. (2013). Maize for Life. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 13-16.
- Schwietzke, S., Kim, Y., Ximenes, E., Mosier, N., & Ladisch, M. S. (2009). Ethanol Production from Maize. *Molecular Genetic Approaches to Maize Improvement Biotechnology in Agriculture and Forestry*, 63, 348t
- Scott, M. P. (2009). *Transgenic Maize*. New York: Humana Press.
- Staller, J. E., Tykot, R. H., & Benz, B. F. (2006). *Histories of Maize*. Elsevier Inc: Academic Press, p xxi.
- Tiwari, Y. K., & Yadav, S. K. (2019). High Temperature Stress Tolerance in Maize (Zea mays L.): Physiological and Molecular Mechanisms. *Journal of Plant Biology*, 62(2), 93-102.
- 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. *Journal of Field Crops Research*, 87(2-3), 131-154.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی
سال ۳۲، پیاپی ۸۱، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، صص ۶۰-۴۵
نوع مقاله: پژوهشی
وصـول: ۱۳۹۹/۸/۷ پـذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۱

تدوین تقویم زراعی کشت ذرت دانه ای براساس توان اقلیمی آن در جنوب ایران

زینب ابراهیمی قلعه‌لانی، دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
zeinabebrahimi43@yahoo.com
جواد خوشحال *، دانشیار آب و هواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
javadkhoshhal@yahoo.com
حجت‌اله یزدان‌پناه، دانشیار آب و هواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
h.yazdan@geog.ui.ac.ir

چکیده

ذرت سومین غلهٔ پرمصرف مردم جهان است که در اقلیم‌های گرم کشت می‌شود. هدف پژوهش حاضر، تدوین تقویم زراعی ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ و تعیین مناطق مساعد این محصول در جنوب کشـور براسـاس محاسـبهٔ نیازهـای حرارتـی آن برمبنای آمارهای فنولوژیک در چهار مزرعهٔ تحقیقات کشاورزی داراب، زرقان، رودان و ارزوئیه طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۶ است. برای انجام این پژوهش، داده‌های دمایی ۶۱ ایستگاه همدید در جنـوب کشـور (۱۳۷۵- ۱۳۹۵) از سـازمان هواشناسـی کشور گرفته شد؛ سپس رابطهٔ بین میانگین ۱۵روزهٔ دما (متغیر تابع) با ارتفاع (متغیر مستقل) با استفاده از مدل رگرسیون خطی محاسبه و نقشه‌های تاریخ کشت اول و دوم این گیاه در جنوب کشور برای تمامی ماههای سال در محیط GIS ترسـیم شـد؛ در ادامه طول دوره‌های فنولوژیک و درجه روز رشد محاسبه و وقوع برخورد به دماهای بازدارندهٔ رشد بررسی شد؛ درنهایت نقشهٔ مناطق مساعد ازنظر تأمین درجه‌حرارت با نقشهٔ کاربری اراضی، ارتفاع و شیب تلفیق شـد. نتـایج بـه‌دسـت‌آمـده نشـان می‌دهد در ۷۳ درصد از منطقهٔ مطالعه‌شده با توجه به تاریخ کشـت تعیـین‌شـده، شـرایط حرارتـی بـرای کشـت ذرت فـراهم می‌شود؛ اما به دلیل محدودیت‌های توپوگرافی و اراضی نامناسب کشت، این پهنه به ۲۳ درصـد (۹۱۸۴۶/۵۹ کیلومترمربـع) از منطقه کاهش می‌یابد. مناطق بسیار مساعد، مسـاعد و نیمـه‌مسـاعد بـه ترتیـب ۱۲، ۸ و ۳ درصـد از منطقـهٔ مطالعـه‌شـده‌انـد. کشاورزان می‌توانند با به‌کارگیری نقشه‌ها، بهترین تقویم‌های زراعی و مکان اسـتقرار مزرعـهٔ خـود را بـرای کشـت محصـول مدنظر انتخاب کنند.

کلیدواژه‌ها: تقویم زراعی، ذرت، درجه روز رشد، فنولوژی گیاه، نیاز حرارتی

*نویسنده مسؤول

Copyright©2021, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they can’t change it in any way or use it commercially.
Doi:10.22108/gep.2021.125664.1367

مقدمه

ذرت یکی از غلات گرمسیری و نیمه‌گرمسیری از خانوادهٔ گندمیان و یک گیاه یک‌ساله (حق‌بین و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۷) و بومی کشور مکزیک است (Staller et al., 2006: xxi). این گیاه سومین محصول مهم پس از گندم و برنج است و نسبت به سایر محصولات در بیشتر کشورهای دنیا کشت می‌شود. ذرت تقریباً در تمام نقاط جهان به‌جز قطب جنوب کشت و در بسیاری از کشورها ازجمله ایالات متحده و آفریقا غذای اصلی محسوب می‌شود (Orhun, 2013: 13-16). ذرت در صنایع تبدیلی، روغن و انواع مواد غذایی، آردسازی، نشاسته‌سازی و... کاربرد دارد (Malhotra, 2017: 49). در ایران تقریباً ۷۰ تا ۷۵ درصد جیرهٔ غذایی طیور کشور را ذرت دانه‌ای تشکیل می‌دهد و درواقع یک کالای راهبردی و تعیین‌کننده در صنعت مرغداری کشور محسوب می‌شود (دهقان‌پور، ۱۳۹۳: ۱۳)؛ همچنین از زیست‌تودهٔ حاصل از ذرت برای تولید اتانول استفاده می‌شود (Schwietzke et al., 2009: 348; Scott, 2009: 5) و در شرایط فعلی نیز برای ضدعفونی‌کردن و پیشگیری از شیوع ویروس کووید ۱۹ بسیار حائز اهمیت است.

براساس آمارنامهٔ ۱۳۹٦– ۱۳۹۷ وزارت جهاد کشاورزی میزان تولید ذرت دانه‌ای در استان فارس ۱۰۲۳۳٦ تن، در هرمزگان ۲٦۸۹۸ تن و در کرمان ۹۹٥٤۱ تن بوده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۰). این گیاه برای ظهور، رشد، نمو و تکمیل چرخهٔ حیاتی‌اش نیازمند کسب مقداری انرژی، آب و مواد معدنی از محیطی است که در آن به وجود آمده است یا به وجود می‌آید. از بین شرایط محیطی، عوامل آب‌وهوایی مانند دما، نور، ساعت آفتابی و بارش تأثیر زیادی بر رشد ذرت و پاسخ‌های فنولوژیک آن می‌گذارند (yang et al., 2004: 132; Birch et al., 1998: 94).

برنامه‌ریزی برای تعیین زمان و مکان برحسب اقلیم مناسب کاشت محصولات زراعی در مناطق مختلف اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا استفادهٔ بهینه از شرایط محیطی هر منطقه بر ویژگی‌ها و مراحل مختلف رشد و نمو گیاه تأثیر می‌گذارد و درنهایت بازدهی محصول بهتر خواهد شد (استخر و دهقان‌پور، ۱۳۸۹: ۱۷۰ به نقل از Sprague and Dudley, 1988: 986; mavi and Tupper, 2004: 364).

پژوهش‌هایی دربارهٔ تاریخ کاشت ذرت در منطقهٔ پژوهش صورت گرفته است؛ ازجمله:

استخر و دهقان‌پور (۱۳۸۹) طی سال‌های ۱۳۸٤ تا ۱۳۸٦ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان آزمایش‌هایی انجام دادند. آنها دریافتند کشت ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰٤ در تاریخ اول تیر نسبت به کشت آن در تاریخ‌های بعد نتیجهٔ بهتری داشته است.

عسکری (۱۳۸٤) در مزرعهٔ تحقیقاتی حاجی‌آباد در استان هرمزگان با انجام آزمایشی نتیجه گرفت کشت رقم مدنظر در ٥ مرداد نسبت به تاریخ‌های کشت دیگر برتری دارد.

شیرزادی و همکاران (۱۳۸٦) آثار دما را بر مراحل رشد، عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای مختلف ذرت در

منطقهٔ جیرفت کرمان بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که بوته‌های ذرت در منطقهٔ جیرفت برای رسیدن به مراحل رشد رویشی ظهور گیاهچه، ظهور گل‌آذین نر، گرده‌افشانی و ظهور گل‌آذین ماده بـه ترتیـب بـه ۹۵ تـا ۱۰۳، ۸٤۹ تـا ۸۷۸، ۸۸۰ تا ۹۱۵ و ۹۱۸ تا ۹۵۹ درجه روز رشد دمای مؤثر نیازمندند.

مبصری‌پور (۱۳۹۲) نیز با انجام آزمایش به این نتیجه رسید که در منطقهٔ داراب اگر تاریخ کاشت زودتـر از ۱۰ تیـر باشد، به علت دمای زیاد در زمان گرده‌افشانی و لقاح، عملکرد دانه کاهش می‌یابد؛ همچنین اگـر کاشـت دیرتـر از ۱۰ مرداد انجام شود، به علت مواجه‌شدن زمان گرده‌افشانی و لقاح با کاهش دما از حد مطلوب بـاز هـم عملکـرد کـاهش می‌یابد؛ بنابراین با انتخاب زمان کاشت مناسب عملکرد محصول به حداکثر می‌رسد.

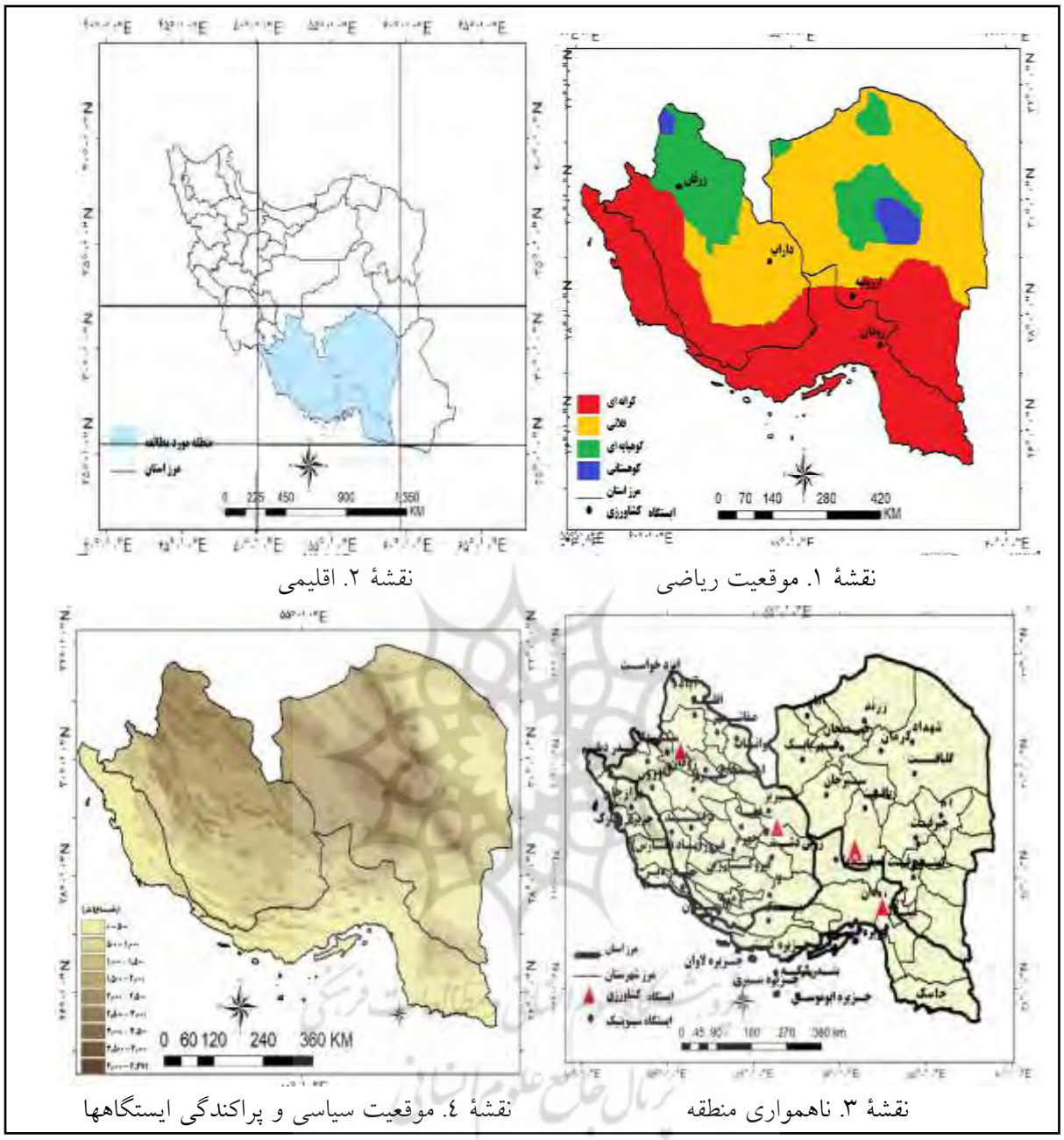
هدف پژوهش حاضر، ارائهٔ تقویم زراعی و پتانسیل‌یابی یک محصـول اسـتراتژیک غیربـومی گرمسـیری در بخـش جنوب کشور است که تنوع اقلیمی زیادی دارد و حدود ٢٤/٢ درصد (۳۹۹۳۳۳ کیلومترمربع) ایران را دربرمی‌گیـرد؛ در این صورت برنامه‌ریزان و ادارات کشاورزی استان‌های مستقر در آن می‌توانند مهم‌ترین توصیه‌هـای ترویجـی را بـرای محصول مدنظر در اختیار زارعان قرار دهند. ایران، کشوری با ویژگی‌های طبیعی پیچیده و اقلیم‌های متفاوت است؛ بـا این حال برنامه‌ریزی در آن به شکل کلی و متمرکز انجام شده و این امر بـر مشـکلات افـزوده اسـت؛ عـلاوه بـر ایـن تقسیمات سیاسی آن هم برمبنای استانی است، نه منطقه‌ای و طبیعی؛ همین موضـوع امـر تـرویج را بـرای کارشناسـان ترویج استانی برای محصولات غیربومی دشوار می‌کند.

روش‌شناسی پژوهش

منطقهٔ پژوهش

منطقهٔ جنوب ایران بین ۲۵/٤۳ تا ۳۱/۹۷ درجـه عـرض شـمالی و ۵۰/۱ تـا ۵۹/۵ درجـه طـول شـرقی قـرار دارد و ازنظـر تقسیمات کشوری ٤ استان فارس، کرمان، بوشهر و هرمزگان را در خـود جـای داده اسـت (شـکل ۱-۱). مسـعودیان در نقشـهٔ آب‌وهوای ایران، این منطقه را ازنظر ناهمواری‌ها به چهار ناحیهٔ کرانه‌ای، کوهپایه‌ای، فلاتی و کوهسـتانی (بلنـدی) تقسـیم کـرده است (شکل ۱-۲) که ازنظر آب‌وهوایی به ترتیب بسیار گرم، گرم، معتدل و سرد هستند (مسعودیان، ۱۳۹۰: ٢١٤-٢١٧).

ارتفاع از سطح دریا: ارتفاع این منطقه از جنوب به شمال از تراز سطح دریا (صفر) افزایش مـی‌یابـد و تـا بـیش از ٤۵۰۱ متر در کوههای هزار در شهرستان راین و لاله‌زار در جنوب کرمان می‌رسد. در این منطقهٔ کوهستانی، چنـدین قلـه بـا ارتفـاع بیش از ٤۲۰۰ متر وجود دارد. در بعضی از مناطق به فاصلهٔ کمتر از ۸۰ کیلومتر از دریا به قللی بـا ارتفـاع بـیش از ۳۲۰۰ متـر می‌رسیم (کوه هماک سیاهو در شمال بندرعباس). به‌منظور ارائهٔ نمایی از نقاط ارتفاعی منطقهٔ یادشده شـکل ۱-۳ بـه نمـایش گذاشته شده است. شکل ۱-٤ موقعیت سیاسی منطقه و ایستگاههای منتخب را نمایش می‌دهد.



نقشهٔ ۱. موقعیت ریاضی نقشهٔ ۲. اقلیمی

نقشهٔ ۳. ناهمواری منطقه نقشهٔ ٤. موقعیت سیاسی و پراکندگی ایستگاهها

شکل ۱. نقشه‌های موقعیت ریاضی، اقلیمی (اقتباس از نقشهٔ ناحیه‌بندی اقلیمی ایران، مسعودیان، ۱۳۹۰)، ناهمواری، موقعیت سیاسی و پراکندگی ایستگاهها

Figure 1. Maps of Geographic position, Climatic (Taken from the book Climate of Iran, Masoudian, 2012), Heights, Political situation and dispersion of stations

داده‌های استفاده‌شده عبارت‌اند از:

۱. اطلاعات اقلیمی: داده‌های روزانهٔ دمای حداقل، حداکثر و میانگین ٦١ ایستگاه همدید با طول دورهٔ آماری ۵ تا ۳۰ سال (۱۳٦۵– ۱۳۹۵) از سازمان هواشناسی کشور.

۲. آمار و اطلاعات کشاورزی: داده‌های مربوط به تاریخ آغاز و پایان فازهای فنولوژیک گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ چهار ایستگاه داراب فارس (دورهٔ آماری ۱۳۸۵– ۱۳۹۵)، زرقان فارس (دورهٔ آماری ۱۳۸۰– ۱۳۸۵)، رودان در هرمزگان (سال زراعی ۱۳۹۲) و ارزوئیه در کرمان (۱۳۹٦) از سازمان هواشناسی کشاورزی و مرکز تحقیقات کشاورزی.

۳. اطلاعات ارتفاعی: داده‌های مربوط به ارتفاع منطقه از نقشهٔ مدل رقومی سازمان نقشه‌برداری کشور.

٤. اطلاعات مکتوب و کتابخانه‌ای.

روش‌ها

در این پژوهش، نخست داده‌های اشاره‌شده بررسی و صحت‌سنجی شد؛ سپس میزان نیازهای حرارتی گیاه ذرت در هر فاز فنولوژیک با استفاده از آمار و اطلاعات ایستگاههای کشاورزی داراب، زرقان و رودان و ارزوئیه و رابطهٔ ۱ برای سال‌هایی تعیین شد که دیده‌بانی‌های فنولوژیک در آن انجام شده بود و درنهایت نتایج آن در جدول‌های ۱ و ۲ درج شد.

$$GDD=\sum_{l}^{N}\frac{(Tmax+Tmin)}{2}-T_{bas} \qquad \text{رابطهٔ ۱}$$

در رابطهٔ ۱، GDD میزان نیازهای حرارتی گیاه برحسب درجه روز رشد جمع‌آوری‌شده در N روز، T_{max} بیشینهٔ درجه‌حرارت روزانهٔ هوا، T_{min} کمینهٔ درجه‌حرارت روزانهٔ هوا و T_{bas} درجه‌حرارت پایه یا صفر بیولوژیک گیاه است (Angel et al., 2017: 74).

جدول ۱. تاریخ وقوع، تعداد روز، متوسط درجه‌حرارت و درجه روز رشد ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰٤ در هر فاز فنولوژی در ایستگاههای رودان (سال ۱۳۹۲) و ارزوئیه (۱۳۹٦)

Table 1. Date of occurrence, number of days, mean temperature and growing degree days of 704 single-cross maize of every phenology phase in Rudan (2013) and Arzooieh (2017) stations

	رودان (۱۳۹۲)				ارزوئیه (۱۳۹٦)			
مراحل رشد	تاریخ	تعداد روز	میانگین دما	درجه روز رشد	تاریخ	تعداد روز	میانگین دما	درجه روز رشد
کشت بذر	٤/۱٦				٤/۲۳			
جوانه‌زنی	٤/۱۸	۳	۳۷/٦	۸۳	٤/۲٦	۳	۳۷/۳	۸۲
ظهور گل‌آذین نر	٦/۱۰	٥٤	۳٥/۱٦	۱۳٥۹	٦/۱٥	٥۱	۳٦/۲	۱۳۳٦
ظهور تارهای ابریشمی	٦/۲۰	۱۰	۳۳/۸	۲۳۸	٦/۲٤	۹	۳٥/۰۲	۲۲٥
شیری‌شدن	٦/۳۱	۱۱	۳۳/٦۳	۲٦۰	۷/٤	۱۱	۳٤/٤۱	۲٦۸
رسیدن	۷/۲۰	۲۰	۳۲	٤٤۰	۷/۲۲	۱۹	۳۲/٤	٤۲۷
مجموع		۹۸		۲۳۸۰		۹۳		۲۳۳۸

جدول ۲. تاریخ وقوع، تعداد روز، متوسط درجه‌حرارت و درجه روز رشد ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ در هر فاز فنولوژی در ایستگاه داراب و زرقان (دورهٔ آماری ۱۳۸۰– ۱۳۹۵)

Table 2. Date of occurrence, number of days, mean temperature and growing degree days of 704 single-cross maize of every phenology phase in Darab (2013) and Zarghan (2017) stations

	زرقان (دورهٔ آماری ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵)				داراب (دورهٔ آماری ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵)			
مراحل رشد	تاریخ	تعداد روز	میانگین دما	درجه روز رشد	تاریخ	تعداد روز	میانگین دما	درجه روز رشد
کاشت					٤/١٤			
جوانه‌زدن	۳/۳۱				٤/١٧	٤	۳۵	۱۰۰
سبزکردن	٤/۳	٤	۲۵/۱	٦٤	٤/٢٢	۵	۳٤/۹	۱۲۵
سه‌برگی‌شدن	٤/۸	۵	۲٦/۳	۸۱	٤/٢٧	۵	۳٤/٦	۱۱٦
برگ‌دادن	٤/١٤	٦	۲٦/۵	۹۵	۵/٤	۸	۳٤	۱۹۲
ظهور گل‌آذین نر	۵/۲۷	٤٤	۲۷/۷	۷۷۳	٦/١٣	٤۰	۳۲/۵	۹۰۲
گل‌دادن خوشهٔ نر	٦/۲	۷	۲۵/۸	۱۱٦	٦/٢١	۸	۳۱/٦	۱۷۳
ظهور تارهای ابریشمی	٦/۷	۵	۲٤/۱	۵۷	٦/٢٤	۳	۲۹/۵	٦۷
شیری‌شدن	٦/۲۵	۱۸	٤/٢٤	۲۵٤	۷/۸	۱۵	۲٦/۸	۲۵۲
رسیدن کامل	۸/۱	۳۵	۲۱/۸	٤۱۳	۸/١٤	۳٦	۲۲/۳	٤٤٤
مجموع		۱۲٤	۲٤/۸	۱۸۵۲		۱۲٤	۳۱/۲	۲۳۷۱

با توجه به اینکه ایستگاههای هواشناسی مستقر در منطقه بیش از ۲۷۷۵ متر ارتفاع ندارند، برای کسب اطلاعات از دماها و ویژگی‌های دمایی با ارتفاعات بالاتر بین دما و ارتفاع، 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 matlab محاسبه شد؛ سپس میانگین ۱۵ روز هر ماه از سال نیز محاسبه شد.

رابطهٔ بین دما (به‌منزلهٔ متغیر تابع) با ارتفاع (به‌منزلهٔ متغیر مستقل) با استفاده از مدل رگرسیون خطی ساده در نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس محاسبه شد. منظور از رگرسیون خطی این است که میانگین $y|x$ به‌طور خطی با x در ارتباط باشد؛ یعنی:

$$=E(y|x)= a+ \beta\mu_{y1} \qquad \text{رابطهٔ (۲)}$$

که به آن خط رگرسیون می‌گویند و در آن a و β پارامترهای نامعلوم هستند و باید برآورد شوند. مقدار برآورد متغیر وابسته y را به‌صورت رابطهٔ ۳ نمایش می‌دهند (نعمت‌اللهی، ۱۳۸۹: ۳۰٦– ۳۰۷):

$$Y=a+\beta x \qquad \text{رابطهٔ (۳)}$$

در این مدل اثر ارتفاع بر دما ارزیابی شده است؛ به این ترتیب معادلاتی برای دوره‌های زمانی ۱۵روزه حاصل شد؛ سپس در محیط جی‌آی‌اس با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (Dem)، نقشهٔ تاریخ تأمین نیاز حرارتی کشت در محیط GIS ترسیم شد.

محاسبهٔ طول هر فاز فنولوژی: مقدار کل انرژی کسب‌شده به‌صورت درجه روز در کل دورهٔ رشد به شرط نبود شرایط تنش‌زا برابر با مقداری ثابت است؛ بنابراین از روی میانگین درجه‌حرارت‌های روز رشد با استفاده از رابطهٔ ٤، طول روزهای هر فاز محاسبه و آغاز و پایان هر فاز در محیط هر ایستگاه پیش‌بینی شد.

$$N = \frac{A}{T-b}$$ رابطهٔ ٤:

در رابطهٔ ٤، N طول هر فاز فنولوژی، A مجموع میانگین‌های درجه روزهای رشد مورد نیاز روزانه در هر دوره و b دمای پایه است (خوشحال و مردانیان، ۱۳۸۸: ٤٧).

بررسی وقوع دماهای بازدارندهٔ گرم و سرد در منطقه: با توجه به آمار بلندمدت دمای حداکثر و میانگین روزانه، زمان وقوع دماهای بازدارندهٔ گرم و سرد برای تمامی مناطق تشخیص داده و در قالب نقشه ارائه شد.

ارزیابی و تلفیق نقشه‌ها: درنهایت نقشه‌های مناطق مساعد کشت ازنظر تأمین حرارتی با لایه‌های کاربری اراضی، شیب و ارتفاع در محیط جی‌ای‌اس تلفیق و نقشهٔ نهایی ترسیم شد.

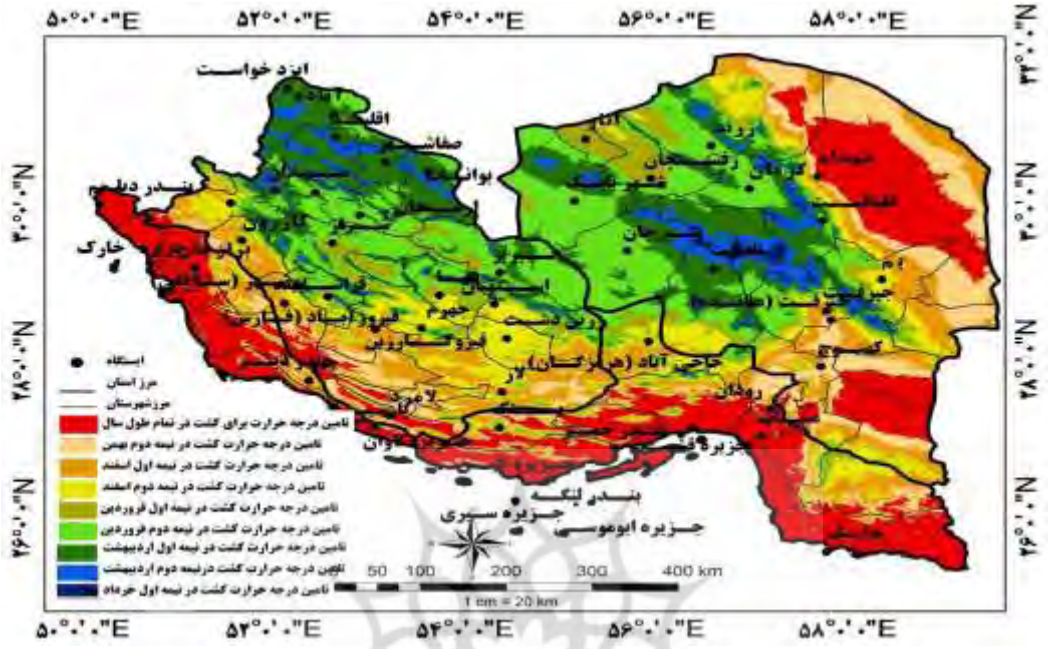
یافته‌های پژوهش

تأمین نیاز حرارتی کشت ذرت در جنوب کشور

برای تعیین نیاز حرارتی گیاه در منطقه با توجه به اینکه گیاه ذرت برای جوانه‌زدن به درجه‌حرارت حداقل ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد نیاز دارد و هرچه دمای هوا در زمان کاشت بیشتر باشد، جوانه‌زنی و رشد گیاه سریع‌تر صورت می‌گیرد و دورهٔ رشد نیز کوتاه‌تر می‌شود، دمای ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد شروع دمای بهینه برای کشت بذر است (ماینارد و لونرز، ١٣٦٤: ٧٣)؛ بنابراین آمارهای روزهای سال از کم به زیاد ردیف و از روزهایی که میانگین دمای روزانه ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد و بیش از آن باشد، آغاز کشت در هر ایستگاه مشخص و نقشهٔ تاریخ‌های اولین روز کشت در هر منطقه ترسیم شد (شکل ۲). در نقشهٔ ۲ در مناطقی که با رنگ قرمز مشخص شده‌اند و اقلیم گرم و بسیار گرم دارند، در طول سال دما به کمتر از ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد نمی‌رسد؛ بنابراین شرایط حرارتی لازم برای چند بار کشت ذرت در طول سال فراهم است.

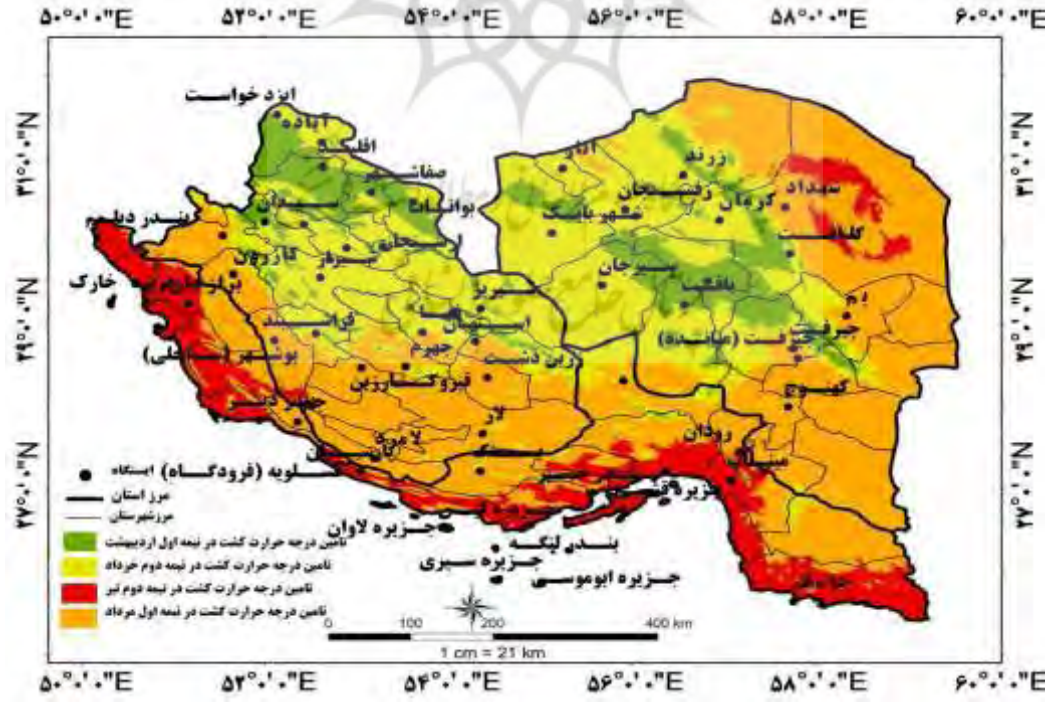
در سایر مناطق برحسب اقلیم از گرم به سرد و از عرض پایین به بالا از نیمهٔ دوم بهمن تا نیمهٔ اول خرداد شرایط حرارتی برای کشت این محصول فراهم می‌شود که با رنگ‌های مختلف و به‌صورت ۱۵روزه به نمایش درآمده است. کشت این محصول در بیشتر مواقع از سال تا ارتفاع حدود ۱۰۰۰ متر دست‌کم یک یا چند بار امکان‌پذیر است؛ با وجود این کشاورزان معمولاً این محصول را به‌مثابهٔ کشت دوم انتخاب می‌کنند؛ زیرا کشت دیگر غلات و صیفی‌جات برای آنها به دلایل مختلف اهمیت بیشتری دارد؛ بنابراین این پژوهش نیز با تدوین تقویم زراعی این محصول برای کشت اول و دوم در مناطق مختلف انجام شده است. برای این منظور، کشت ذرت در نواحی سردسیر با ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر در نیمهٔ دوم اردیبهشت آغاز می‌شود. در این پهنه به دلیل سردبودن هوا، ذرت را می‌توان فقط به‌منزلهٔ کشت اول انتخاب کرد. در نواحی با ارتفاع کمتر از ۲۰۰۰ متر پس از برداشت محصولات سردسیر، کشت گیاه از نیمهٔ دوم خرداد آغاز می‌شود (نقشهٔ ۳)؛ همان‌طور که در نقشه دیده می‌شود، کشت این گیاه از نیمهٔ دوم خرداد در بخش‌های وسیعی از استان‌های فارس و کرمان آغاز می‌شود؛ استان‌هایی که ازنظر ناهمواری فلاتی و کوهپایه‌ای هستند

و اقلیم‌های گرم و معتدل دارند. این مناطق در نقشه با رنگ زرد مشخص شده‌اند؛ به این ترتیب شرایط حرارتی در نیمهٔ اول مرداد در پهنه‌هایی از شهرستان‌های شهداد، بستک، کهنوج، لار، لامرد، رودان، گلبافت و برازجان برای کشت این محصول آماده می‌شود.



شکل ۲. تقویم زراعی کشت اول ذرت دانه‌ای در جنوب کشور

Figure 2. First maize agronomic calendar in south Iran



شکل ۳. تقویم زراعی کشت دوم ذرت دانه‌ای در جنوب کشور

Figure 3. Second maize agronomic calendar in south Iran

بررسی طول مراحل مختلف رشد ذرت در منطقهٔ مطالعه‌شده

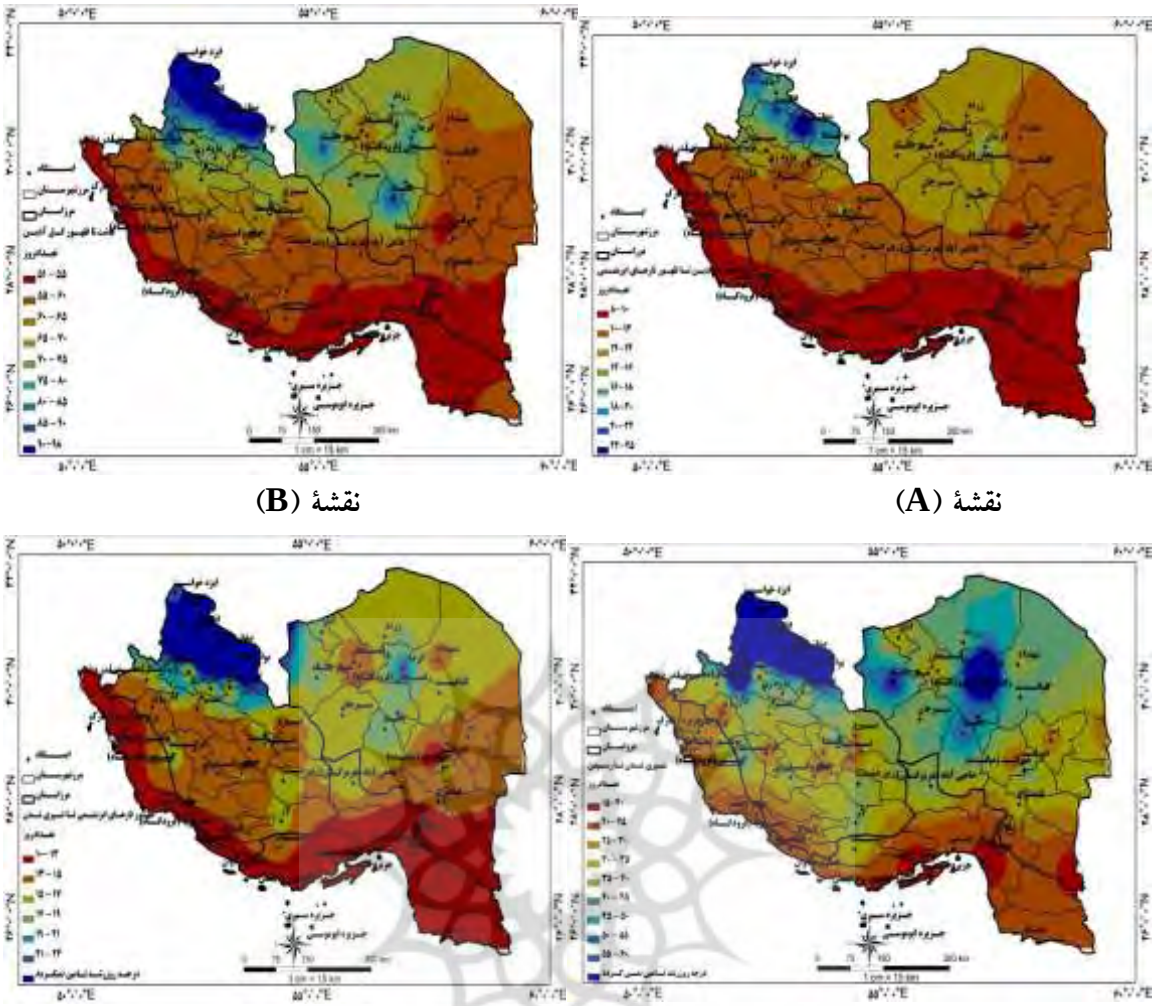
از ۱۰۰ فاز فنولوژیک که براساس روش BBCH معرفی شده است (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001: 25)، پژوهشگران مراکز کشاورزی در ایستگاههای مستقر در مناطق داراب و زرقان، دیده‌بانی‌ها را در ۸ مرحله و در رودان و ارزوئیه در ۵ مرحله انجام داده و گزارش کرده‌اند؛ به بیان دیگر فازهای اصلی را مدنظر قرار داده‌اند. به‌منظور یکسان‌سازی مراحل رشد در پژوهش حاضر، در زیر به ٤ مرحلهٔ اصلی و حیاتی اشاره خواهد شد:

مرحلهٔ ظهور گل‌آذین: در پهنه‌های مختلف جنوب ایران در شرایط اقلیمی و ارتفاعی منطقه، مرحلهٔ کاشت تا ظهور گل‌آذین بین ۵۱ تا ۹۸ روز به طول می‌انجامد (نقشهٔ ٤-A)؛ همان‌طور که در این نقشه می‌توان دید، برای نمونه در پهنه‌ای که شهر شیراز در آن قرار و اقلیم گرم و ارتفاعی حدود ۱٤۰۰متر (ناحیهٔ فلاتی) دارد، اگر این گیاه در نیمهٔ دوم خرداد کشت شود، این دوره بین ٦۵ تا ۷۰ روز طول خواهد کشید؛ به بیان دیگر می‌توان در روزهای ۲۰ تا ۲۵ مرداد انتظار دیدن گل‌آذین نر را داشت یا در پهنه‌ای که شهرستان کهنوج در آن قرار و اقلیم کرانه‌ای و هوای بسیار گرم و ارتفاعی کمتر از ۵۰۰ متر دارد، اگر ذرت در نیمهٔ اول مرداد کشت شود، گل‌آذین نر حدوداً در تاریخ ۲۵ تا ۳۱ شهریور دیده می‌شود.

مرحلهٔ ظهور تارهای ابریشمی: ظهور گل‌آذین نر تا ظهور تارهای ابریشمی، حساس‌ترین مراحل رشد ذرت است. گیاه در این مرحله شدیداً به شرایط جوّی حساس است و برگ و سیستم ریشه هر دو به بیشترین حد رشد می‌رسند (مهندسین مشاور کوانتا، ۱۳۵٤: ۲۰). این مرحله در منطقهٔ پژوهش بین ۸ تا ۲۵ روز به طول می‌انجامد (نقشهٔ ٤-B). همان‌طور که در این نقشه دیده می‌شود، برای نمونه در شهرستان بوشهر، اگر کاشت ذرت در نیمهٔ اول مرداد انجام شود، لازم است حداکثر ٦۰ روز بگذرد تا تارهای ابریشمی در گیاه ظاهر شود؛ بنابراین ظهور این مرحله را باید در اول مهر انتظار داشت. علت کوتاهی این دوره در این شهرستان، ارتفاع کم آن از سطح دریاست که متوسط آن ۱۸ متر است و اقلیم کرانه‌ای و بسیار گرم دارد.

مرحلهٔ دورهٔ شیری‌شدن: ظهور تارهای ابریشمی تا مرحلهٔ شیری‌شدن ذرت در نواحی مختلف این منطقه از ۱۰ تا ۲٤ روز به طول می‌انجامد. در نقشهٔ ٤-C، این مرحله به نمایش گذاشته شده است؛ همان‌طور که در این نقشه دیده می‌شود، در شهرستان رودان که اقلیم بسیار گرم و ارتفاعی حدود ۲۱۹ متر از سطح دریا دارد و در ناحیه‌ای کرانه‌ای قرار گرفته است، چنانچه زمان کاشت ذرت در نیمهٔ دوم مرداد باشد، مرحلهٔ شیری‌شدن از ۷ شهریور به بعد روی می‌دهد.

مرحلهٔ رسیدن کامل: مرحلهٔ شیری‌شدن تا رسیدن ذرت در منطقهٔ پژوهش از ۱۵ تا ٦۰ روز به طول می‌انجامد (نقشهٔ ٤-D). این مرحله از رشد گیاه به سرمای پاییز بسیار حساس است. با توجه به نقشه‌های یادشده در پهنه‌هایی از منطقهٔ پژوهش که گیاه ذرت در نیمهٔ دوم خرداد، نیمهٔ دوم تیر، نیمهٔ اول مرداد و نیمهٔ دوم مرداد کشت می‌شود، به ترتیب در نیمهٔ دوم مهر، نیمهٔ دوم مهر، نیمهٔ دوم آبان و نیمهٔ اول آذر کاملاً می‌رسد؛ همچنین در پهنه‌هایی که شرایط حرارتی لازم را در نیمهٔ دوم اردیبهشت دارند، اگر گیاه کاشته شود، کاملاً نمی‌رسد و با سرمای پاییز مواجه می‌شود و در مرحلهٔ شیری‌شدن و تازه‌خوری برداشت خواهد شد.



نقشهٔ (A) **نقشهٔ (B)**

نقشهٔ (C) **نقشهٔ (D)**

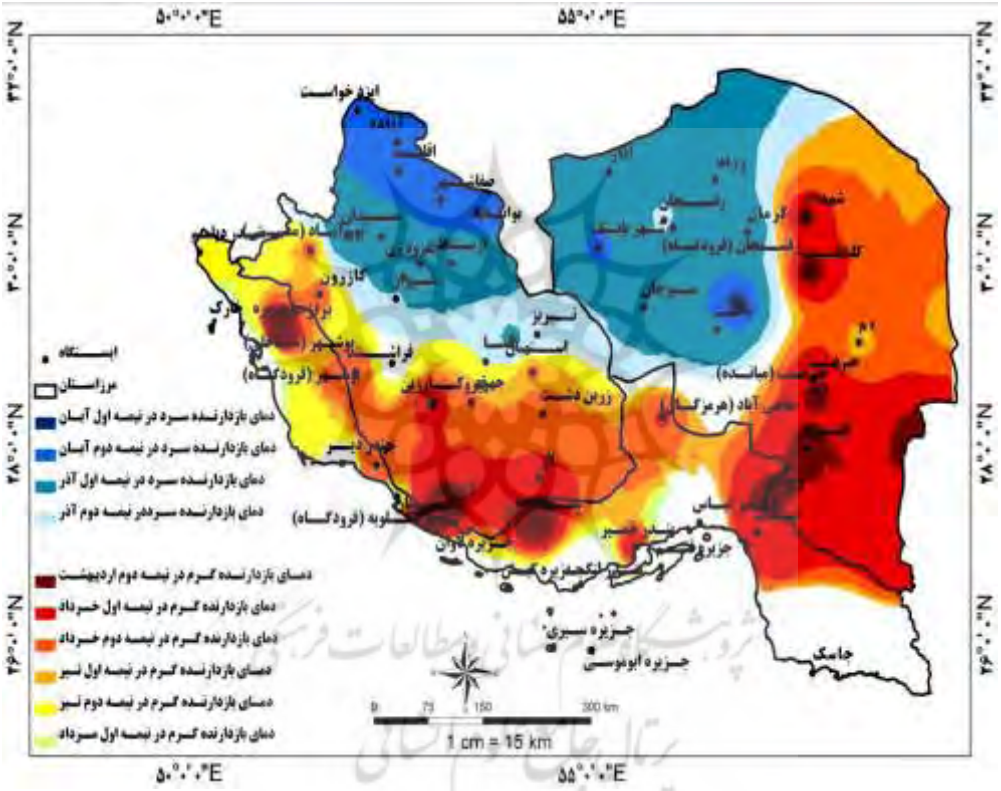
شکل ٤. نقشهٔ روزهای مورد نیاز گیاه ذرت در مراحل ظهور گل‌آذین نر (A)؛ ظهور تارهای ابریشمی (B)؛ شیری‌شدن (C)؛ رسیدن کامل (D) برمبنای مجموع انرژی کسب‌شده برحسب درجه روز رشد در منطقهٔ جنوب ایران

Figure 4. Map of the number of days in every phenology phase of germination (A); emergence tassel in flower (B); milking (C); ripening (D) based on the total energy obtained in terms of degree of growth in the southern of Iran

دماهای بازدارندهٔ رشد: اگر دمای محیط از آستانه‌های تاب‌آوری گیاه در دماهای کم یا زیاد گیاه افزایش یابد، گیاه دچار رکود رشد یا آسیب‌دیدگی در اندام‌ها خواهد شد که به آن دماهای بازدارندهٔ زیاد و کم اطلاق می‌شود. دمای محیط بیش از تاب‌آوری گیاه بیشترین تأثیر منفی را در فازهای فنولوژیک ذرت که گیاهی گرمسیری است به‌ویژه در مرحلهٔ تولیدمثل بر جای می‌گذارد (Tiwari and Yadav, 2019: 94). درجه‌حرارت زیاد در زمان تشکیل دانه‌های گرده ممکن است سبب عقیم‌شدن گل‌های نر (تاسل‌ها) شود. طی مرحلهٔ گل‌دهی و گرده‌افشانی وقوع یک دورهٔ ٤روزهٔ پژمردگی، بیش از ٤٠ تا ٥٠ درصد عملکرد را کاهش خواهد داد (حق‌بین و همکاران، ۱۳۹۳: ۷۹). در دمای ٤٠ درجهٔ سانتی‌گراد رشد گیاه متوقف می‌شود و دمای مساوی و بیش از ٤٥ درجهٔ سانتی‌گراد دمای بسیار زیادی است که

اگر ۵ تا ٦ روز ادامه یابد، باعث خشک‌شدن گیاه می‌شود (مشاورین کوانتا، ۱۳۵٤: ٦-۲)؛ همچنین دماهای بازدارندهٔ سرد معمولاً در فازهای اواخر رشد به وقوع می‌پیوندد؛ زیرا کشت در ماههای گرم انجام می‌شود و مراحل دورهٔ رشد که گیاه به حداکثر انرژی نیاز دارد تا به ثمر برسد، در اثر سرما تکمیل نخواهد بود؛ بنابراین ممکن است محصولی باکیفیت یا حتی بدون کیفیت حاصل نشود.

در منطقهٔ پژوهش دماهای بازدارندهٔ گرم و سرد محاسبه شده است. در نقشهٔ ۵ مکان‌هایی به نمایش گذاشته شده است که امکان رخداد چنین دماهایی وجود دارد. رخداد دمای بازدارندهٔ گرم از نیمهٔ دوم اردیبهشت از جنوب کشور و وقوع دمای بازدارندهٔ سرد از نیمهٔ اول آبان در مناطق مرتفع و اقلیم سرد و معتدل در نیمهٔ شمالی استان‌های فارس و کرمان آغاز می‌شود.



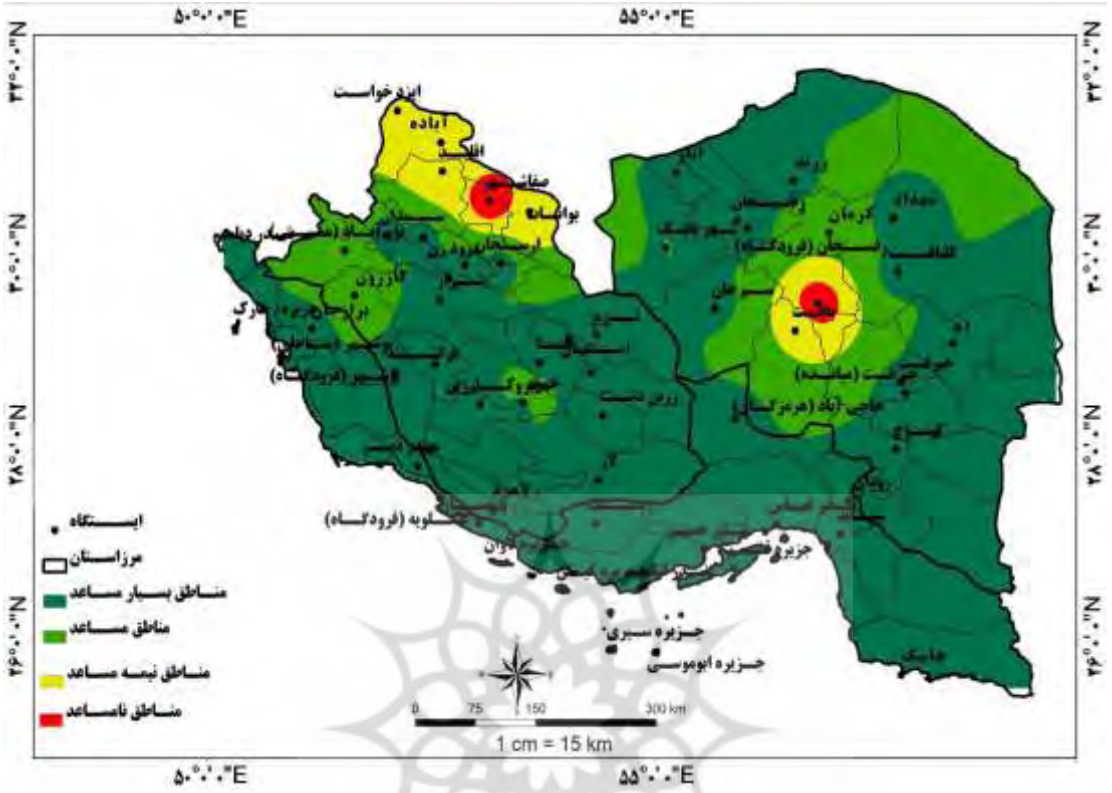
شکل ۵. توزیع دمای بازدارندهٔ گرم و سرد در منطقهٔ مطالعه‌شده

Figure 5. Temperature distribution of hot and cold inhibitors in the study area

استعداد نواحی مساعد کشت ذرت در منطقه

با تلفیق نقشه‌های مراحل مختلف رشد و دماهای بازدارنده در منطقه ازلحاظ تأمین نیازهای حرارتی گیاه در طول دورهٔ رشد، نقشهٔ ٦ به دست آمد که در آن مناطق مختلف ازنظر میزان فراهم‌بودن انرژی مورد نیاز گیاه رتبه‌بندی شده‌اند. براساس نقشه، مناطق بسیار مساعد ۷۳ درصد از پهنهٔ مطالعه‌شده، مناطق مساعد و نیمه‌مساعد به ترتیب ۱٦ و

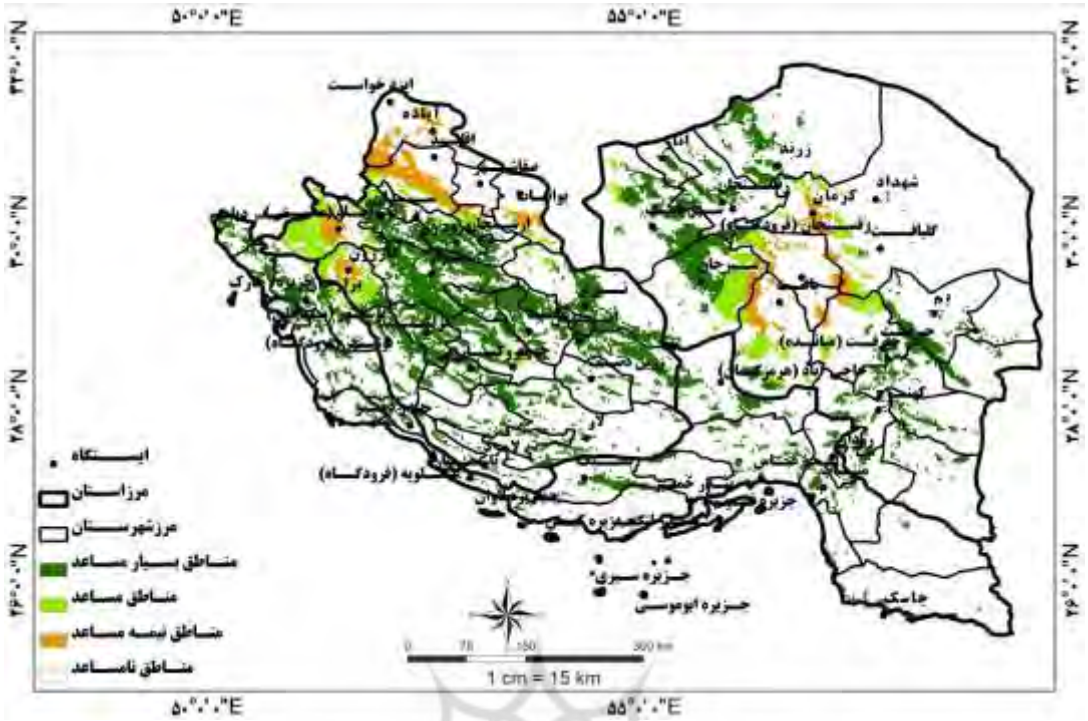
۸ درصد از منطقهٔ مطالعه‌شده و مناطق نامساعد شامل ایستگاههای لاله‌زار و صفاشهر ۳ درصد از این پهنه را دربرمی‌گیرند (نقشهٔ ٦).



شکل ٦. نقشهٔ مناطق مساعد کشت ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰٤ برپایهٔ تأمین نیاز حرارتی در جنوب کشور

Figure 6. Map of suitable areas plant 704 single-cross maize Based on the supply of heat needs

ذرت در ارتفاعات مختلف نیز به‌خوبی رشد می‌کند. کشت این گیاه تا ارتفاع ۳۳۰۰ متر از سطح دریا در مناطق گرمسیری کانادا موفقیت‌آمیز بوده است (Freeling and Walbot, 1996 :197)؛ همچنین شیب بسیار مناسب برای کشت ذرت ۰ تا ۸ درصد و شیب مناسب ۸–۱۵ درصد است (Nigussie et al., 2011: 146)؛ بنابراین با تلفیق لایهٔ مناطق مساعد کشت ذرت برپایهٔ تأمین نیاز حرارتی، لایهٔ کاربری اراضی، شیب و ارتفاع منطقه، نقشهٔ ۷ تولید شد. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود، فقط ۲۳ درصد از پهنهٔ مطالعه‌شده جزء اراضی زراعی و قابل کشت است؛ بنابراین مناطق بسیار مساعد برای کشت به ۱۲ درصد کاهش یافته که در شکل ۱۵ با رنگ سبز نشان داده شده است؛ این مناطق شامل پهنه‌هایی از سپیدان، ارسنجان، تخت جمشید، فارس، نیریز، داراب، فیروزآباد، برازجان، فراشبند، کارزین و بخش‌هایی از شهرستان‌های جهرم، انار، رفسنجان، جیرفت، رودان، بستک و سرجان، شهر بابک، میناب و روداب است. مناطق مساعد و نیمه‌مساعد نیز به ترتیب ۸ و ۳ درصد کاهش یافته‌اند که در نقشه با رنگ‌های فسفری و زرد مشخص شده‌اند.



شکل ۷. نقشهٔ مناطق مساعد کشت ذرت دانه‌ای برپایهٔ تأمین نیاز حرارتی، توپوگرافی و اراضی قابل کشت در جنوب کشور

Figure 7. Map of suitable areas for growing corn based on heat supply needs, topography and land use in the south of the country

نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان می‌دهد نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش با نتایج سایر پژوهش‌های انجام‌شده به روش‌ها و مدل‌های دیگر در این منطقه مشابهت دارد. از نظر بسیاری جنوب کشور آب‌وهوای گرم دارد و بنابراین با کشت فاریاب مانند هر محصول دیگری می‌توان ذرت را در این منطقه کشت کرد؛ اما نتایج این پژوهش نشان می‌دهد چنین برداشتی درست نیست و در بعضی نواحی این منطقه مانند ناحیهٔ کرانه‌ای ازنظر تأمین نیازهای حرارتی امکان چند بار کشت در طول سال فراهم می‌شود؛ اما در این اقلیم، گیاه با تنش گرمایی روبه‌رو می‌شود؛ همچنین اگر تاریخ کشت مطابق با شرایط تأمین نیازهای حرارتی گیاه در فازهای فنولوژیک آن در منطقهٔ مطالعه‌شده تنظیم نشود، گیاه برای کسب واحدهای حرارتی مورد نیاز مجبور به تغییر طول هر فاز فنولوژی می‌شود؛ همین امر در فرایند رشد و نمو اختلال ایجاد می‌کند و ریسک برخورد به تنش‌های دمایی افزایش می‌یابد.

براساس شکل ٦ در ۷۳ درصد از منطقهٔ مطالعه‌شده با توجه به زمان کشت تعیین‌شده، شرایط حرارتی برای کشت ذرت فراهم می‌شود؛ اما به دلیل محدودیت‌های توپوگرافی و اراضی نامناسب کشت، این پهنه به ۲۳ درصد از منطقه کاهش می‌یابد.

نقشه‌های ارائه‌شده در این پژوهش به کشاورزان و مروجان کمک می‌کند تا با به‌کارگیری آنها، بهترین تقویم‌های زراعی را برای مکان استقرار مزرعهٔ خود به‌منظور کشت محصول ذرت در اختیار داشته باشند؛ زیرا این نقشه‌ها هم

براساس تقسیمات استانی و شهرستانی و هم برمبنای ناحیه‌ای و آب‌وهوایی طراحی شده‌اند؛ بنابراین کشاورز یا مروج با پیداکردن محل مساعد برای کشت محصول خود، مناسب‌ترین تاریخ کشت را برمی‌گزیند و با مشخص‌شدن این تاریخ، به زمان رخداد تمام فازهای فنولوژیک آن دست خواهد یافت؛ بر این اساس خواهد توانست برای مقابله با تنش‌ها، آفات و تقویت محصول برنامه‌ریزی کند و به بالاترین سطح کمیت و کیفیت آن دست یابد.

منابع

احمدی، کریم، عبادزاده، حمیدرضا، حاتمی، فرشاد، عبدشاه، هلدا، کاظمیان، آرزو، (۱۳۹۷). **آمارنامهٔ کشاورزی سال ۱۳۹۶-۱۳۹۷**، تهران، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، ص ۲۰.

استخر، افشار، دهقان‌پور، زیبنده، (۱۳۸۹). **تعیین تاریخ کاشت مناسب برای ارقام جدید زودرس ذرت در کشت دوم در مناطق معتدل استان فارس**، مجلهٔ به‌زراعی نهال و بذر، دورهٔ ۲۶، شمارهٔ ۲، صص ۱۹۱-۱۶۹.

حق‌بین، فرشته، خاوری خراسانی، سعید، حکیم‌عطار، بیتا، (۱۳۹۳). **زراعت و فرآوری صنعتی: ذرت شیرین و بلال کوچک**، تهران، تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی (تاک)، ص ۱۷.

خوشحال، جواد، مردانیان، حسین، (۱۳۸۸). **بررسی شرایط محیطی و نیازهای حرارتی در دشت جرقویهٔ سفلی**، مجلهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دورهٔ ۲۰، شمارهٔ ۲، صص ۴۱-۶۴.

دهقان‌پور، زیبنده، (۱۳۹۳). **دستورالعمل کاشت، داشت و برداشت ذرت**، چاپ اول، تهران، نشر آموزش کشاورزی، ص ۱۳.

شیرزادی، محمدحسن، چوکان، رجب، حیدری شریف‌آباد، حسین، میرهادی، محمدجواد، (۱۳۸۶). **مطالعهٔ اثرات دما بر فنولوژی رشد، عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت در منطقهٔ جیرفت**، مجلهٔ یافته‌های نوین کشاورزی، دورهٔ ۲، شمارهٔ ۲، صص ۱۳۱-۱۱۷.

عسکری، عبدالحسین، (۱۳۸۴). **تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد ذرت دانه‌ای در هرمزگان (هیبرید SC 704)**، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دورهٔ ۱۲، شمارهٔ ویژه‌نامهٔ زراعت و اصلاح نباتات، صص ۱۱-۱۹.

ماینارد، دونالد، لونرز، اسکار آنتونی، (۱۳۶۴). **سبزی‌کاری، از باغچهٔ منزل تا کشاورزی صنعتی**، ترجمهٔ منصور تصدیقی، چاپ اول، تهران، انتشارات پیشگام، ص ۷۳.

مبصری‌پور، الهام سادات، (۱۳۹۲). **تعیین نیاز حرارتی و جایگاه ارقام ذرت برای گروههای مختلف رسیدگی در منطقهٔ داراب**، مجلهٔ اکوفیزیولوژی گیاهی، دورهٔ ۱۵، شمارهٔ ۱۵، صص ۲-۱۲.

مسعودیان، ابوالفضل، (۱۳۹۰). **آب‌وهوای ایران**، چاپ اول، مشهد، انتشارات شریعهٔ توس، صص ۲۱۷-۲۱۴.

مهندسین مشاور کوانتا، (۱۳۵۴). **مطالعات هواشناسی کشاورزی**، تهران، سازمان هواشناسی، صص ۲-۶.

نعمت‌اللهی، نادر، (۱۳۸۹). **آمار و احتمالات مهندسی**، چاپ دوم، تهران، انتشارات دالفک، صص ۳۰۷-۳۰۶.

Angel, J.R., Widhalm, M., Todey.D., Massey, R., Biehl, L., (2017). **The U2U Corn Growing Degree Day tool: Tracking corn growth across the US Corn Belt**, Climate Risk Management 15, pp 73–81.

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, pp 93-107.

Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, (2001). **Growth stages of mono-and dicotyledonous plants BBCH Monograph, German Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA)**, p 25.

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

Malhotra, S.k., (2017). **Diversification in Utilization of Maize and Production**, Gyan Manthan-Perspective of Maize Production and Value Chain- A Compendium, Vol 5, p 49.

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

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

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.

Orhun, G.E., (2013). **Maize for Life**, International Journal of Food Science and Nutrition Engineering, p 13-16.

Sprague, G.F., Dudley, J.W., (1988). **Corn and Corn Improvement**, 3rd ed. American Society of Agronomy. 986 p.

Schwietzke,S., Kim,Y., Ximenes, E., Mosier, N., Ladisch, M.S., (2009). **Ethanol Production from Maize**, Molecular Genetic Approaches to Maize Improvement Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol 63, P 348.

Scott, M.P., (2009). **Transgenic Maize**, Humana Press, New York, p 5.

Staller, J.E., Tykot, R. H., Benz, B.F., (2006). **Histories of Maize**, Multidisciplinary Approaches to the Prehistory, Linguistics, Biogeography, Domestication, and Evolution of Maize, working together to grow libraries in developing countries, p xxi.

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

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 CropsRes, 87, pp 131–154.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی