

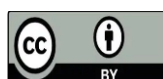
The impact of climate change on agricultural products with emphasis on rapeseed oilseed using LARS-WG (Case study: Bastak region, Hormozgan province)

Abdolrahman Barakooh¹ , Farideh Asadian² , Reza Borna³ 

1. Department of Geography, S.R.C, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: barakooh.1348@gmail.com
2. Department of Geography, S.R.C, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: Farideh_asadian@yahoo.com
3. Department of Geography, S.R.C, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: bornareza@iau.ac.ir

ARTICLE INFO	Abstract
Article type: Research Paper Article history: Received 02 May 2025 Received in revised form 06 June 2025 Accepted 15 August 2025 Available online 26 December 2025 Keywords: Climate change LARS-WG5 Agriculture Rapeseed	Climate change causes changes in rainfall and temperature patterns and their amount, and these changes can affect plant performance. Rapeseed is one of the strategic crops in the world that is affected by the phenomenon of climate change. The aim of this study was to identify geographical features to evaluate the yield of agricultural products with emphasis on oilseeds (rapeseed) in the coming years in Bastak region using climate data for 30 years (1987-2017) and LARS-WG5 model and with circulation. General HADCM3 barley was used under diffusion scenario, B1 and A1 in the period (2046-2017) in five meteorological stations (Bastak, Larestan, Lamerd, Parsian, Bandar-e-Lengeh counties) which were simulated by defining 8 different scenarios of planting date from 10 October with a 20-day delay. Geographic Information System (GIS) was used for ecological zoning of agricultural lands of Bastak region for rapeseed cultivation. The digital layers of environmental factors (GIS) were stacked and integrated after assigning the specific weight of AHP to each layer. Then, land zoning was done in three categories of susceptible, moderate and non-susceptible. The results showed that the study basin is in good condition for rapeseed cultivation. Due to the climatic and especially heat needs of rapeseed (degree-day), the soil is prone to rapeseed, and it is obvious that all these areas can be cultivated if there are other living conditions.

How to cite: Barakooh, A., Asadian, F. and Borna, R. (2025). The impact of climate change on agricultural products with emphasis on rapeseed oilseed using LARS-WG (Case study: Bastak region, Hormozgan province). *Geography and Regional Planning*, 15 (4), 70-84. <https://doi.org/10.22034/jgeoq.2025.560391.4365>



© Author(s) retain the copyright and full publishing rights
DOI: <https://doi.org/10.22034/jgeoq.2025.560391.4365>

Publisher: Qeshm Institute of Higher Education

Introduction

Climate change is increasingly reshaping agricultural systems by altering temperature regimes, precipitation patterns, and evapotranspiration processes, thereby directly affecting crop growth, water demand, and productivity. As one of the most climate-sensitive sectors, agriculture—particularly in arid and semi-arid regions—faces growing challenges related to water scarcity, shortened or shifted growing seasons, and increased production risks. Oilseed crops such as rapeseed (canola), which play a strategic role in food security and edible oil supply, are especially vulnerable to these climatic variations due to their specific thermal and moisture requirements. In this context, identifying the geographical and climatic characteristics that influence crop performance under future climate scenarios is essential for sustainable agricultural planning. Accordingly, this study aims to assess the geographical features affecting the future performance of agricultural products, with particular emphasis on rapeseed cultivation, in the Bastak region under projected climate change conditions.

Methodology

Climate change is increasingly reshaping agricultural systems by altering temperature regimes, precipitation patterns, and evapotranspiration processes, thereby directly affecting crop growth, water demand, and productivity. As one of the most climate-sensitive sectors, agriculture—particularly in arid and semi-arid regions—faces growing challenges related to water scarcity, shortened or shifted growing seasons, and increased production risks. Oilseed crops such as rapeseed (canola), which play a strategic role in food security and edible oil supply, are especially vulnerable to these climatic variations due to their specific thermal and moisture requirements. In this context, identifying the geographical and climatic characteristics that influence crop performance under future climate scenarios is essential for sustainable agricultural planning. Accordingly, this study aims to assess the geographical features affecting the future performance of agricultural products, with particular

emphasis on rapeseed cultivation, in the Bastak region under projected climate change conditions.

Results and Discussion

Climate change is increasingly reshaping agricultural systems by altering temperature regimes, precipitation patterns, and evapotranspiration processes, thereby directly affecting crop growth, water demand, and productivity. As one of the most climate-sensitive sectors, agriculture—particularly in arid and semi-arid regions—faces growing challenges related to water scarcity, shortened or shifted growing seasons, and increased production risks. Oilseed crops such as rapeseed (canola), which play a strategic role in food security and edible oil supply, are especially vulnerable to these climatic variations due to their specific thermal and moisture requirements. In this context, identifying the geographical and climatic characteristics that influence crop performance under future climate scenarios is essential for sustainable agricultural planning. Accordingly, this study aims to assess the geographical features affecting the future performance of agricultural products, with particular emphasis on rapeseed cultivation, in the Bastak region under projected climate change conditions.

Conclusion

Climate change is increasingly reshaping agricultural systems by altering temperature regimes, precipitation patterns, and evapotranspiration processes, thereby directly affecting crop growth, water demand, and productivity. As one of the most climate-sensitive sectors, agriculture—particularly in arid and semi-arid regions—faces growing challenges related to water scarcity, shortened or shifted growing seasons, and increased production risks. Oilseed crops such as rapeseed (canola), which play a strategic role in food security and edible oil supply, are especially vulnerable to these climatic variations due to their specific thermal and moisture requirements. In this context, identifying the geographical and climatic characteristics that influence crop performance under future climate scenarios is essential for sustainable

agricultural planning. Accordingly, this study aims to assess the geographical features affecting the future performance of agricultural products, with particular

emphasis on rapeseed cultivation, in the Bastak region under projected climate change conditions.

Ethical considerations

Following the principles of research ethics

The authors have observed the principles of ethics in conducting and publishing this scientific research, and this is confirmed by all of them.

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Acknowledgements

First author: Preparation of samples, conducting experiments and collecting data, performing calculations, statistical analysis of data, analysis and interpretation of information and results, preparing a draft of the article

Secon author: Preparation of samples, conducting experiments and collecting data, performing calculations, statistical analysis of data, analysis and

interpretation of information and results, preparing a draft of the article

Third author: Preparation of samples, conducting experiments and collecting data, performing calculations, statistical analysis of data, analysis and interpretation of information and results, preparing a draft of the article

Ethical Considerations

The authors affirm that they have adhered to ethical research practices, avoiding plagiarism, misconduct, data fabrication or falsification, and have provided their consent for this article's publication.

Funding

This research was conducted without any financial support from Payam Noor University.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest



انجمن ژئوپلیتیک ایران

فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی منطقه‌ای

شاپا چاپی: ۶۴۶۲-۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۲۱۱۲

Homepage: <https://www.jgeoqeshm.ir/>



تاثیر تغییرات اقلیم بر محصولات کشاورزی با تاکید بر دانه روغنی کلزا با استفاده از - LARS

WG (مطالعه موردی: منطقه بستک استان هرمزگان)

عبدالرحمان براکوه^۱، فریده اسدیان^۲✉، رضا برنا^۳

۱. گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: barakoooh.1348@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: Farideh_asadian@yahoo.com

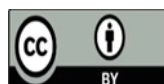
۳. دانشیار گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. رایانامه: bornareza@iauh.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	تغییر اقلیم باعث تغییراتی در الگوهای بارش و دما و مقدار آنها می شود و این تغییرات می تواند عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد. کلزا یکی از محصولات استراتژیک جهان بوده که تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم قرار دارد. هدف این پژوهش شناسایی ویژگی های جغرافیایی جهت بررسی عملکرد محصولات کشاورزی با تاکید بر دانه های روغنی (کلزا) در سال های آتی در منطقه بستک بوده که با استفاده از داده های اقلیمی دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۷) و مدل LARS-WG5 و با گردش عمومی جو HADCM3 تحت سناریو انتشار، B1 و A1 در دوره (۲۰۱۷-۲۰۴۶) در پنج ایستگاه هواشناسی (شهرستانهای بستک، لارستان، لامرد، پارسیان، بندر لنگه) انجام گرفت که با تعریف ۸ سناریوی مختلف، تاریخ کاشت از ۱۰ مهرماه با تأخیر زمانی ۲۰ روزه شبیه سازی شدند. به منظور پهنه بندی زراعی بوم شناختی اراضی کشاورزی منطقه بستک برای کشت کلزا، از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شد. لایه های رقومی عوامل محیطی در محیط نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استخراج گردید و پس از اختصاص وزن با استفاده از مدل AHP مختص به هر لایه، روی هم گذاری و تلفیق (در GIS) انجام گرفت. سپس پهنه بندی اراضی در سه طبقه بندی مستعد، متوسط و غیر مستعد انجام شد. نتایج بررسی نشان می دهد که حوضه مورد مطالعه جهت کشت کلزا وضعیت مناسبی دارد. با توجه به نیازهای اقلیمی و به ویژه حرارتی کلزا (درجه- روز) زمین مستعد برای کلزا توسعه می یابد. بدیهی است کلیه این مناطق در صورت وجود دیگر شرایط زیستی امکان کشت پیدا می کنند.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۳/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۵ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۰۱	
کلیدواژه ها: تغییر اقلیم LARS-WG5 کشاورزی کلزا	

استناد: براکوه، عبدالرحمان، اسدیان، فریده و برنا، رضا. (۱۴۰۴). تاثیر تغییرات اقلیم بر محصولات کشاورزی با تاکید بر دانه روغنی

کلزا با استفاده از LARS-WG (مطالعه موردی: منطقه بستک استان هرمزگان). *جغرافیا و برنامه ریزی منطقه‌ای*، ۱۵ (۴)، ۷۰-۸۴.

DOI:10.22034/jgeoq.2025.560391.4365



© نویسندگان.

ناشر: موسسه آموزش عالی قشم

مقدمه

اقلیم بیانگر شرایط متوسط درازمدت عوامل جوی در یک محل معین، صرفنظر از لحظه وقوع آنها می باشد. در یک تعریف جامع می توان گفت که اقلیم مجموعه ای از عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی است که وضعیت جوی یک منطقه را مشخص کرده و بر موجودات آن منطقه تأثیر می گذارد (قربانی و همکاران، ۱۳۹۳). برای شناخت اقلیم، از مجموعه قواعدی استفاده می شود که مناطق با آب و هوای مشابه را در یک گروه قرار می دهد که از آن به طبقه بندی اقلیمی یاد می شود. این طبقه بندی ها می توانند براساس یک یا چند پارامتر اقلیمی باشند. هرگونه تغییر در وضعیت آب و هوای جهان، به طور مستقیم در تولید محصولات کشاورزی تأثیرگذار است (کوچکی و محلاتی، ۱۳۹۵). مطالعه اثرات تغییر اقلیم بر تولید محصولات زراعی مستلزم برآورد وضعیت اقلیمی آینده است (کوچکی و محلاتی، ۱۳۹۵). اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی به ویژه در بخش تولید، حاکی از پیامدهای نامطلوبی است که در آینده این بخش را فراخواهد گرفت (Ackerman & Stanton, 2017).

تغییر در تاریخ کاشت، طول دوره رشد، میزان تبخیر و تعرق از سطح گیاهان و باران مؤثر از جمله آثار تغییر اقلیم می باشند که می تواند تقاضای آب در بخش کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به افزایش سرانه مصرف آب در کشور، محدودیت منابع آبی، افزایش جمعیت، نیاز روزافزون کشور به امنیت غذایی و پائین بودن راندمان آبیاری در مزارع، بازنگری روشهای آبیاری امری اجتناب ناپذیر بوده و در این راستا هرگونه تلاش در بخش کشاورزی به بزرگترین مصرف کننده قابل توجه است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۶).

بررسی ها نشان می دهد در بسیاری از مناطق جهان تقاضای آب در بخشهای صنعتی، کشاورزی و شرب از عرضه طبیعی آب فراتر رفته است به طوری که بخش کشاورزی مسئول ۷۰ درصد برداشت آب جهانی است و سهم این بخش از مصرف آب در آفریقا ۸۲ درصد، آمریکا ۴۹ درصد، آسیا ۸۱ درصد و در اروپا ۲۲ درصد است. بر اساس سی و چهارمین گزارش FAO سهم بخش کشاورزی ایران از مصرف آب ۹۲/۲ درصد است (شرقی و همکاران، ۱۳۹۸).

در زمینه بررسی اثر تغییر اقلیم بر تبخیر و تعرق، نیاز آبی و عملکرد گیاهان مطالعاتی زیادی صورت گرفته است و با توجه به تأثیرات مختلف این پدیده بر روی دما و بارش در نقاط مختلف، گزارشهای متفاوتی نیز ارائه شده است به طوری که در برخی از آن ها کاهش و در برخی دیگر افزایش عملکرد و نیاز آبی گزارش شده است. به طوری که آبابایی و همکاران (۲۰۱۷) اثر تغییر اقلیم بر عملکرد گندم آبی را تحت سناریوهای تغییر اقلیم A2 و B1 در منطقه رود دشت اصفهان مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند میانگین بارش سالانه، مجموع بارش سالانه در طول دوره رشد گیاه و متوسط دمای روزانه تحت هر دو سناریوی تغییر اقلیم افزایش خواهند یافت. از سویی با بررسی اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصول کشاورزی، کشت گندم آبی با استفاده از مدل SWAP با متوسط عملکرد نسبی تحت دو سناریوی تغییر اقلیم A2 و B1 نسبت به سناریوی مبنا مورد ارزیابی قرار گرفت، که نتیجه بررسی نشان میدهد به ترتیب 1/49 و 2/1 درصد و متوسط عملکرد دانه گندم به ترتیب 4/19 و 17/9 درصد کاهش می یابد (شیداییان و همکاران، ۱۳۹۳).

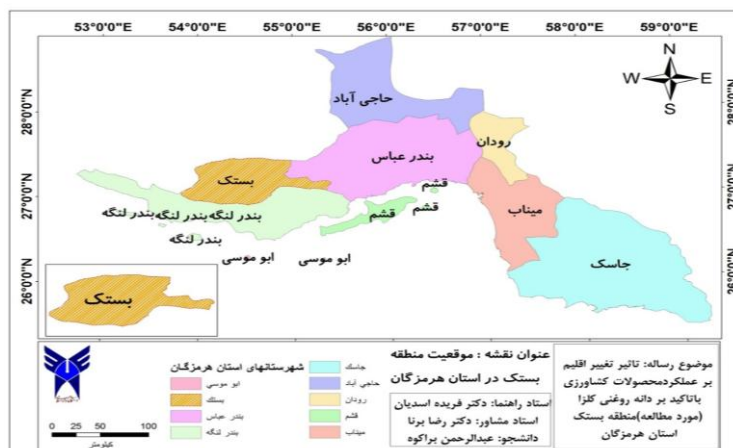
کوروبو (2002) اثرات تغییر اقلیم را بر تولید حبوبات در مالدیو بررسی کرد و نتیجه گرفت تغییر اقلیم که باعث افزایش گرمای جهانی شده، منجر به وقوع خشکی در طول دوره های رشد گیاه خواهد شد و در منطقه مطالعاتی شرایط اقلیمی آینده بر تولید حبوبات و گندم زمستانه اثراتی منفی خواهد داشت. یو و همکاران (2002) با بررسی روند تبخیر و تعرق در شالیزارهای تایوان اعلام کردند تا سال ۲۰۵۰، ۵-۳ درصد به تبخیر و تعرق برنج اضافه خواهد شد. رودریگز دیز و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی تأثیرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی در حوضه رودخانه جودالکوی در اسپانیا نشان دادند که نیاز آبی یک فصل زراعی در دهه ۲۰۵۰ بین ۲۰-۱۵ درصد افزایش خواهد یافت. هاورکورت و ورهاگن (۲۰۰۸)، با بررسی اثر تغییر اقلیم بر سبب زمینی در اروپا شمالی به این نتیجه رسیدند که تغییر اقلیم باعث طولانی شدن فصل رشد سبب زمینی در این منطقه خواهد شد. روزنزویگ و پری (۱۹۹۴) پیش بینی کرده اند که طول دوره رشد گیاهان در ایران به شدت کاهش خواهد یافت. تولید محصول غلات نیز بین ۴۰-۵۰ درصد در کشاورزی دیم دچار افت خواهد شد. کوچکی و همکاران (۱۳۹۵) با مطالعه اثر تغییر اقلیم بر شاخص های کشاورزی -اقلیم شناختی ایران با استفاده از مدل های گردش عمومی، تغییرات قابل توجه طول فصل رشد و الگوهای بارش هم زمان با

افزایش درجه حرارت را در بیش تر مناطق کشور پیش بینی کرده اند. جعفر زاده و همکاران (۱۳۹۵) به طراحی یک مدل تصمیم گیری چند هدفه به منظور تعیین الگوی کشت بهینه تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم در دشت بیرجند پرداختند. نتایج و یافته های پژوهش نشان داد که مقادیر بهینه الگوی کشت برای محصولات زراعی و باغی دشت می تواند علاوه برافزایش درآمد کل حاصل از فروش محصولات به کاهش افت سطح آبخوان نیز کمک شایانی را نمایند. افزایش سطح زیر کشت محصولاتی نظیر زعفران، زرشک و عناب به عنوان ظرفیت های بخش کشاورزی الگوی کشت بهینه می تواند ضمن کاهش افت ارتفاع سطح آبخوان موجبات توسعه اقتصادی را نیز فراهم نماید. جلالی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی با بررسی پراکندگی مکانی عناصر آب و هوایی در شهرستانهای کلبر و خداآفرین و نوسانهای زمانی آنها در ارتباط با نیازهای اقلیمی گندم دیم، میزان تأثیر آنها در عملکرد این محصول استراتژیک مورد مطالعه قرار گرفت. جهت شناسایی نقش پارامترهای آب و هوایی در عملکرد گندم دیم و بهترین مدل پیشبینگر، رگرسیون چند متغیره گام به گام برای پارامترهای اقلیمی و میانگین عملکرد گندم دیم در شهرستانهای کلبر و خدا آفرین اجرا گردید. نتایج نهایی نشان دهنده این واقعیت هستند که نقش هر یک از عناصر اقلیمی بارش و دما، متناسب با مراحل مختلف رشد، متفاوت است.

تخفیف و سازگاری دو روش شناخته شده برای کاهش اثرات منفی تغییر اقلیم است. استراتژیهای تخفیف به کاهش انتشار گازهای گلخانه ای از طریق فعالیت های مدیریتی مختلف از قبیل کاهش کاربرد کودهای شیمیایی (Verge et al, 2007) مکانیزاسیون، افزایش ترسیب کربن، کشت و کار گیاهان زراعی باهدف تولید سوختهای زیستی (Falloon, Ogle et al, 2005) et all, 2010) حرکت به سمت کشاورزی ارگانیک (Shiferaw et all 2009) و غیره اشاره دارد. منظور از سازگاری نیز استراتژیهای است که رشد و نمو گیاه طوری تنظیم شود که کمتر در معرض تغییرات اقلیمی به وقوع پیوسته قرار بگیرد (Rosenzweig and Tubiello, 2007) راهکارهای سازگاری بسته به سیستم کشاورزی، منطقه و سناریوهای تغییر اقلیمی متفاوت است. از جمله این استراتژیها میتوان به تغییر تاریخ کاشت، تراکم کاشت (Trnka et all, 2004) استفاده از ارقام مقاوم به شرایط گرمتر، تغییر در تناوب کاشت، مدیریت آبیاری و غیره اشاره کرد (Smit & Skinner, 2002, Tubiello et al, 2002). هدف این پژوهش شناسایی ویژگی های جغرافیایی جهت بررسی عملکرد محصولات کشاورزی با تأکید بر دانه های روغنی (کلزا) در سال های آتی در منطقه بستک با توجه به تغییرات اقلیمی در منطقه است.

داده ها و روش ها

منطقه بستک با مساحت ۵۶۴۸ کیلومترمربع در غرب استان هرمزگان واقع گردیده که از شمال به شهرستان لار، از جنوب به بندرلنگه، از مغرب به استان فارس و از مشرق به بندرعباس و بندر خمیر محدود است و در شمال تنگه هرمز واقع گردیده است. این شهرستان با جمعیتی بالغ بر ۸۲ هزار نفر دارای چهارشهر (بستک، جناح، کوهیج و هنگویه)، سه بخش (مرکزی- جناح و کوخردهرنگ) و ۱۰۰ روستا می باشد. از لحاظ موقعیت ریاضی منطقه مورد مطالعه در بین مختصات ۲۶° ۵۵' تا ۲۷° ۴۹' طول شرقی و ۲۸° ۲۷' تا ۲۹° ۲۶' عرض شمالی قرار دارد.



نقشه ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

بررسی محدوده مورد مطالعه با استفاده از داده های ۵ ایستگاه هواشناسی (شهرستانهای بستک، لارستان، لامرد، پارسیان، بندر لنگه) با استفاده از داده های اقلیمی دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۷) و مدل LARS-WG5 و با گردش عمومی جو HADCM3 تحت سناریو انتشار، A1 و B1 در دوره (۲۰۱۷-۲۰۴۶) مورد بررسی قرار می گیرد. داده های این مدل با استفاده از روش ریز مقیاس نمایی با استفاده از مدل آماری LARS-WG در مقیاس زمانی روزانه و در سطح ایستگاهی ریز مقیاس تهیه گردیده اند و از آزمون آماری-گرافیکی من-کندال، برای تصادفی بودن روند در سری ها استفاده شده است که مشخصات جغرافیایی ایستگاهها در جدول ۱ ارایه می گردد.

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی ایستگاه های مورد استفاده در منطقه بستک

ایستگاه	نوع ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع
بستک	سینوپتیک	27.14	54.23	485
لارستان	سینوپتیک	27.68	54.28	806
بندرعباس	سینوپتیک	27.18	56.27	10
لامرد	سینوپتیک	27.34	53.17	652
لنگه	سینوپتیک	26.55	54.88	485

از آنجا که هدف از شناسایی ویژگی های اقلیمی در این پژوهش، بررسی تأثیر پارامترهای اقلیمی به ویژه دما بر میزان عملکرد کلزا بوده، ابتدا ویژگی محیطی منطقه شناسایی و لایه های مورد نیاز جهت مدل سازی برای طبقه بندی منطقه در زمینه کشت کلزا انجام گرفت و بعد از تهیه لایه های اطلاعاتی، براساس روش محدودیت ساده و جدول نیازهای محیطی کلزا، اراضی زراعی در پنج طبقه خیلی مناسب، مناسب، متوسط، ضعیف و نامناسب صورت گرفت. مطابق جدول (۲)، (۳) و (۴) وجود پتانسیل کشت کلزا در منطقه بستک و نبود اطلاعات جامع در رابطه با تاریخ کاشت مناسب آن در این منطقه، تحقیق حاضر با هدف ارزیابی و بررسی واکنش ارقام مختلف کلزا به شرایط مختلف ایجاد شده در تاریخ های متفاوت کاشت انجام شد.

تاریخ کاشت یک ابزار مدیریتی مهم در به حداقل رساندن جنبه های منفی دمای بالای در طی دوره های فنولوژیکی حساس گیاه مانند گلدهی پرشدن دانه می باشد. تاخیر در کاشت می تواند با کاهش طول دوره های فوق به کاهش پتانسیل تولید و در نتیجه منجر به کاهش عملکرد دانه شود. در مناطقی که در طول سال درجه حرارت، طول روز، بارندگی و رطوبت دارای تغییرات زیادی است تاریخ کاشت یکی از مهمترین عوامل جهت حصول حداکثر عملکرد است.

با توجه به ویژگی های جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، با توجه به این که زمان کاشت کلزا در منطقه بستک به عنوان کشت اول صورت می گیرد. زمانیکه دمای خاک به ۳ درجه سانتیگراد در عمق ۵ سانتی متری خاک می رسد به کلزا کاری برای کشت اول اقدام می کنند.

جدول ۲. داده های گیاهی مربوط به مراحل فنولوژیکی گیاه کلزا

رسیدن	غلاف بندی	گلدهی	غنچه دهی	رزت	سبز کردن	جوانه زنی	میانگین تعداد روز از کاشت
۲۸۲	۲۵۱/۲	۲۲۴/۸	۲۰۰/۶	۵۷/۸	۱۵/۴	۳	
۵	۴/۳	۳/۳	۳/۴	۳/۸	۴/۷	۱/۷	RMSE
۱/۷۷	۱/۷۱	۱/۴۷	۱/۶۹	۶/۵۷	۳۰/۵۲	۵۶/۶۷	%RMSE
-۰/۷	۰/۹	۱/۷	۱/۳	-۲	۴/۹	-۱/۵	MBE
۰/۴	۰/۷	۰/۹	۰/۹	۰/۳	-۰/۱	N/S	r

جدول ۳. درجه حرارت های اصلی مراحل فنولوژی کلزا (درجه سانتیگراد). (شریعتی و شاهانیزاده، ۲۰۰۰؛ عزیزی و همکاران، ۱۹۹۹، شهیدی، ۱۹۹۲)

مراحل فنولوژی	حداقل	مطلوب	حداکثر
جوانه زنی	۱۰-۱۲	۱۵-۲۰	۲۳-۲۵
سبز شدن	۵-۱۰	۱۵-۱۷	۱۸-۲۰
تولید اولین برگ	۷-۹	۱۳-۱۵	۱۷-۱۹
روزت	۰ تا ۲	۶-۸	۱۰-۱۲
ساقه رفتن	۲-۴	۷-۹	۲۳-۲۵
گلدهی	۳-۴	۱۱-۱۳	۲۸-۳۰
غلافبندی	۷-۹	۱۵-۱۷	۳۳-۳۵
رسیدن	۱۰-۱۲	۲۰-۲۲	۳۸-۴۰

جدول ۴. نیازهای رویشی اقلیمی مطلوب برای کاشت کلزا (عبیری ۱۳۸۶)

شیب (درصد)	۰-۲	۲-۸	۸-۱۲	۱۲-۱۶	>۱۶
تیپ اراضی	دشت های رسوبی، رودخانه ای و دامنه ای	فلات ها، تراس های فوقانی، مخروط افکنه	تپه ها	کوه ها	شوره زارها
عمق خاک	>۱۵۰	۱۰۰-۱۵۰	-۱۰۰ ۸۰	۶۰-۸۰	۶۰>
کاربری اراضی	زمین کشاورزی	مراعت	جنگل	منابع آبی	زمین های بایر

معرفی مدل LARS-WG

به طور کلی، مدل هایی که در ارزیابی تغییر اقلیم استفاده می شوند شامل دو نوع هستند:

۱ - مدل های ریزمقیاس نمایی دینامیکی، ۲ - مدل های ریزمقیاس نمایی آماری.

مدل های آماری، تولید کننده داده های هواشناسی، مدل هایی هستند که کاربران را قادر می سازند خروجی مدل های گردش عمومی جو را با استفاده از روش های آماری به گونه ای ریزمقیاس نمایند که داده های تولیدی شباهت زیادی به مقادیر داده های ثبت شده در یک ایستگاه داشته باشد. این فرآیند از طریق همبستگی آماری بین خروجی مدل های گردش عمومی جو در گذشته، با داده های دوره آماری در ایستگاه هواشناسی قرار گرفته شده در یک شبکه مدل اقلیمی صورت می گیرد و این همبستگی به دوره مورد مطالعه در آینده عمومیت داده می شود برای بررسی قدرت مدل های Weather Generator داده های آب و هوایی تولید شده توسط مدل با داده های دوره آماری ثبت شده در ایستگاه هواشناسی ارزیابی می گردد، در صورتی که نتایج قابل قبول باشد، از مدل مورد نظر برای تولید سناریوهای آینده استفاده می شود. مدل LARS-WG یک ریزمقیاس نمایی آماری است که مولد مصنوعی داده های آب و هواشناسی است. این مدل می تواند برای شبیه سازی داده های هواشناسی در یک مکان واحد، تحت شرایط اقلیم حال و آینده به کار رود. خواص آماری داده های تولید شده مشابه دوره آماری بوده، اما انحراف معیار آنها به نسبت اختلاف داده های مدل GCM در دوره آینده و گذشته پرسیده می شود. این مدل به تهیه میانگین سری های زمانی داده های مصنوعی شبیه سازی شده با مشخصات آماری مطابق با آمار دیده بانی شده در یک ایستگاه می پردازد.

آزمون Mann-Kendall

آزمون ناپارامتری من - کندال ابتدا توسط Mann 1945 ارائه و سپس توسط Kendall 1975 بر پایه رتبه داده‌ها در یک سری زمانی بسط و توسعه یافت. این آزمون به دو روش محاسبه می‌شود:

۱- آزمون آماری - من کندال (T)

۲- آزمون نموداری من - کندال گرافیکی

این آزمون برای تصادفی بودن و تعیین روند در سریها استفاده می‌شود. این آزمون برای مشخص کردن غیرپارامتریک بودن سری‌ها به کار گرفته می‌شود، بدین ترتیب که سریهای آماری به ترتیب صعودی مرتب و رتبه بندی شده و بر اساس آن، تصادفی بودن داده‌ها با عدم روند مشخص می‌گردد. در صورت وجود روند داده‌ها غیر تصادفی بوده و برای تعیین تصادفی بودن داده‌ها از آزمون رابطه زیر استفاده می‌شود (کاویانی و عساکره، ۱۳۸۲، ۲۵).

فرمول (۱)

$$T = \frac{4P}{N(N-1)} - 1$$

که T آماره من کندال، N تعداد کل سال های آماری مورد استفاده و P مجموع تعداد رتبه های بزرگ تر از ردیف ni که بعد از آن قرار می گیرند بوده و از رابطه زیر به دست می آید (کاویانی و عساکره، ۱۳۸۲، ۲۵).

$$P = \sum_{i=1}^n n_i$$

فرمول (۲)

این آماره برای $N > 10$ به توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس شبیه است. در نهایت به منظور سنجش معنی دار بودن آماره T از رابطه زیر محاسبه می‌شود (روشنی، ۱۳۸۲).

$$(T)_r = \pm t_{\alpha} \sqrt{\frac{4N+10}{9N(N-1)}}$$

فرمول (۳)

که در آن N تعداد کل سال های آماری، t_{α} برابر سطح احتمال معنی دار بودن آزمون و (Tt) آماره من کندال می باشد. که t_{α} برابر مقدار بحرانی نمره نرمال یا استاندارد (Z) سطح احتمال آزمون است و با سطح احتمال آزمون ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ می باشد. با توجه به مقدار بحرانی به دست آمده برای (Tt)، حالات مختلف بدین شرح مشاهده خواهد شد: اگر $T > + (T)_{t_{\alpha}}$ یا $T > + 0.27$ باشد روند مثبت در سری زمانی غالب خواهد شد. $T < - (T)_{t_{\alpha}}$ یا $T < - 0.27$ باشد نشان دهنده روند منفی است. جهت شناسایی روند های جزئی و کوتاه مدت، نقاط جهش و نقاط شروع روند سری زمانی از نمودار سری زمانی بر حسب مقادیر U' و U استفاده می شود. برای ترسیم نمودار سری زمانی مقادیر متوالی، آمارهای U' و U با استفاده از آزمون من کندال محاسبه می شود. (روشنی، ۱۳۸۲، ۴۸).

شرح و تفسیر نتایج

بررسی ها نشان می دهد بازه زمانی کاشت، داشت و برداشت کلزا، در کشت اول ۲۸۲ روز بوده و که مدت گلدهی ۲۲۴ می باشد که در واقع اختلاف موجود مربوط به بازه زمانی رشد در روزهای سرد می باشد (تقی نژاد، ۱۳۹۴). عبارتی بازه زمانی بین گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی ۵۸ روز از کشت اول دوم وجود دارد. بنابراین حداقل دما به ویژه حداقل دمای مطلق بعنوان عامل اصلی در محدودیت رشد کشت اول محسوب می‌گردد.

آشکارسازی رخداد تغییر اقلیم : برای آشکارسازی رخداد تغییر اقلیم و تشخیص تغییر در داده ها، از آزمون من کندال میانگین‌ها برای تمامی سری های زمانی بارش، دمای حداقل و دمای حداکثر در مقیاس زمانی ماهانه استفاده شد. نتایج بررسی طبق جدول (۵) به طور مجزا برای سری داده های تاریخی و سری داده های تولید شده برای دوره آینده تحت سناریوهای A1B1 نشان می دهد آزمون t برای متغیرهای دمای کمینه در ماههای می، ژوئن و سپتامبر مثبت بوده، هرچند میزان آن به دلیل کمتر از

استانداردهای مربوطه (کمتر از ۵) می باشد لذا از نظر آماری نرمال می باشد و در دمای بیشینه در ماههای ژوئیه، سپتامبر و دسامبر با وجود مثبت بودن کلیه داده های ماههای سال نرمال می باشد. در بحث تابش نیز همانند داده های دما کلیه داده ها بصورت نرمال می باشد و در داده های بارش نسبت به دیگر پارامترهای اقلیمی مورد بررسی خطای بیشتری وجود دارد، ولی در حد قابل قبول می باشد.

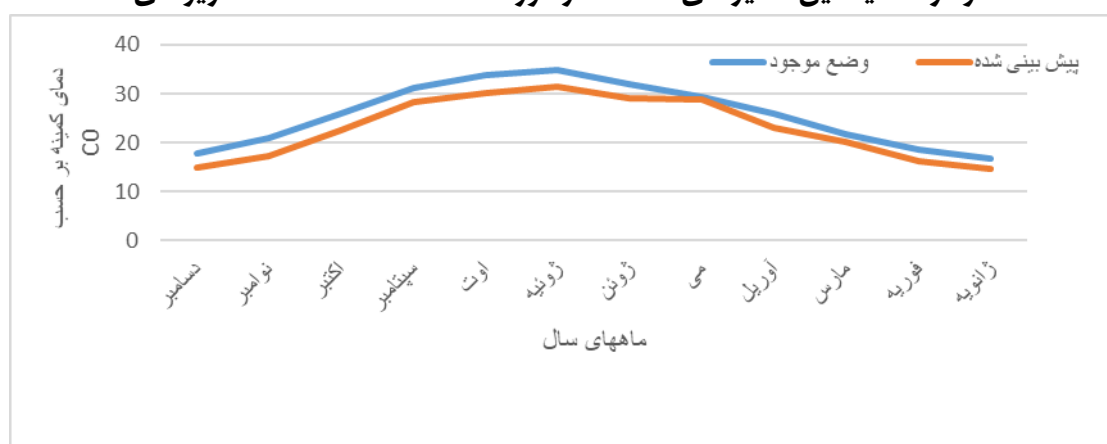
جدول ۵. شاخص های آماری ارزیابی مدل LARS-WG

جدول ۶. آزمون t استیودنت (مقایسه مقادیر میانگین دمای کمینه، دمای بیشینه، تابش و بارش ماهانه داده های مشاهداتی و شبیه سازی شده توسط مدل LARS-WG)

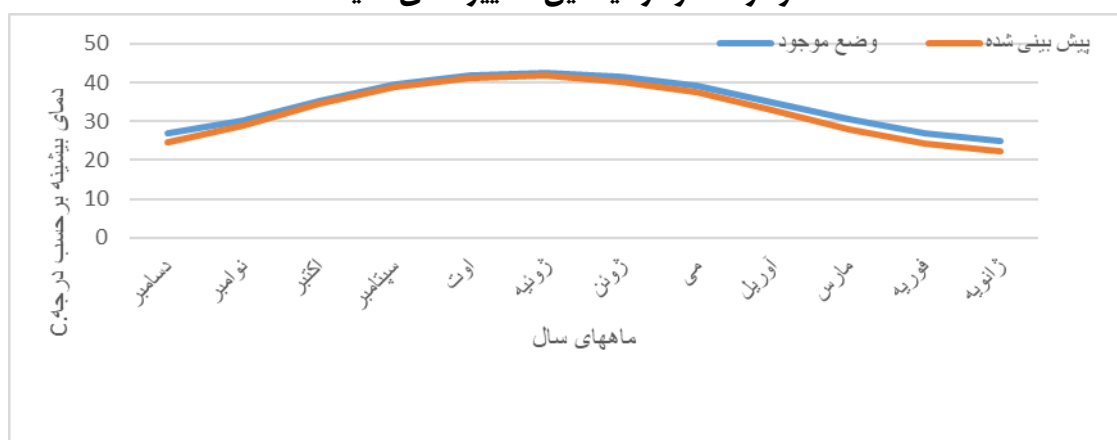
مشاهداتی میانگین	5.6	6.2	6.1	7.3	8.4	9.0	8.1	7.3	7.4	7.2	13.0	6.1
شبیه میانگین سازی شده	6.60	7.20	7.10	8.30	9.40	10.5	9.10	8.30	8.40	8.20	14.00	7.10
آزمون t	-۱/۸۱	-۰/۰۲	۰/۴۶	۰/۰۴	۰/۶۸	-۰/۸۶	۰/۳۲	۰/۰۶	-۰/۲۳	۰/۰۶	-۱/۸۶	۰/۵۴

نتایج حاصل از اجرای مدل LARS-WG5 برای پارامترهای دمای کمینه (درجه، سانتیگراد) دمای بیشینه (درجه سانتیگراد)، بارش (میلی‌متر) و تابش خورشیدی دوره (۲۰۲۰-۲۰۵۰) بر مبنای سناریوهای انتشار A1, B1 در مقایسه با دوره پای پایه (۱۹۸۹-۲۰۲۱) ارائه شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد در این بازه زمانی دمای کمینه شبیه سازی شده نسبت به دوره پایه از ماه‌های مارس تا اوت افزایشی بوده و از سپتامبر تا ژانویه کاهشی است که حداکثر افزایش در این دوره به میزان ۳/۴۵ درجه سانتیگراد در ماه ژوئیه می‌باشد. همچنین دمای بیشینه شبیه سازی نسبت به دوره پایه برای تمامی ماه‌ها افزایش نشان می‌دهد که بیشترین اختلاف در این دوره به میزان ۱/۸ درجه سانتیگراد در ماه می می‌باشد. بررسی تابش نیز نشان می‌دهد نسبت به دوره پایه در ماه ژوئن به میزان ۱/۵ ساعت افزایش یافته است. همچنین میانگین ماهانه بارش در بیشتر ماه‌های سال در دوره آتی نسبت به دوره پایه دچار تغییرات شده است. البته این تغییرات در ماه‌های آتی منظم نیست. به طوری که مطابق شبیه سازی کمتر از دوره پایه و برای ماه‌های ژانویه و فوریه مقداری بیشتر از دوره پایه را نشان می‌دهد.

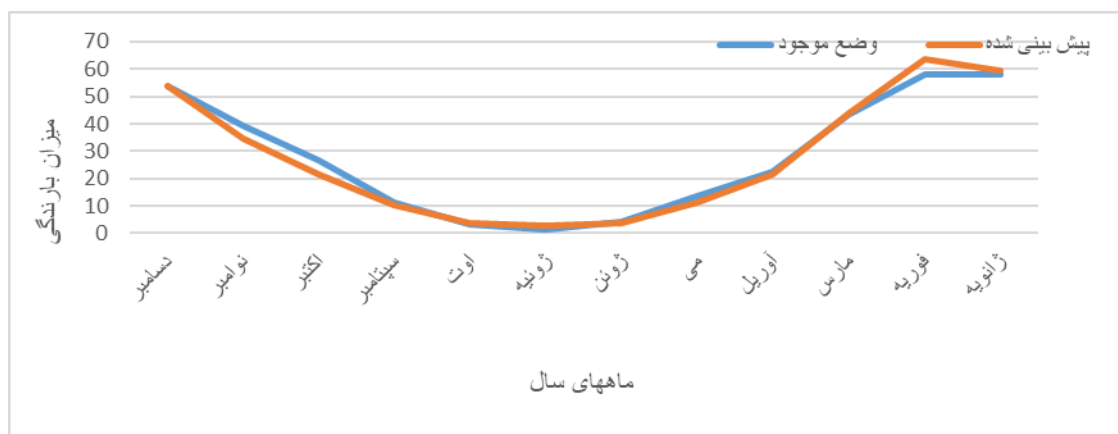
نمودار ۱. میانگین متغیرهای مختلف در دوره ۲۰۴۶-۱۹۹۷ تحت سناریوهای A1B1



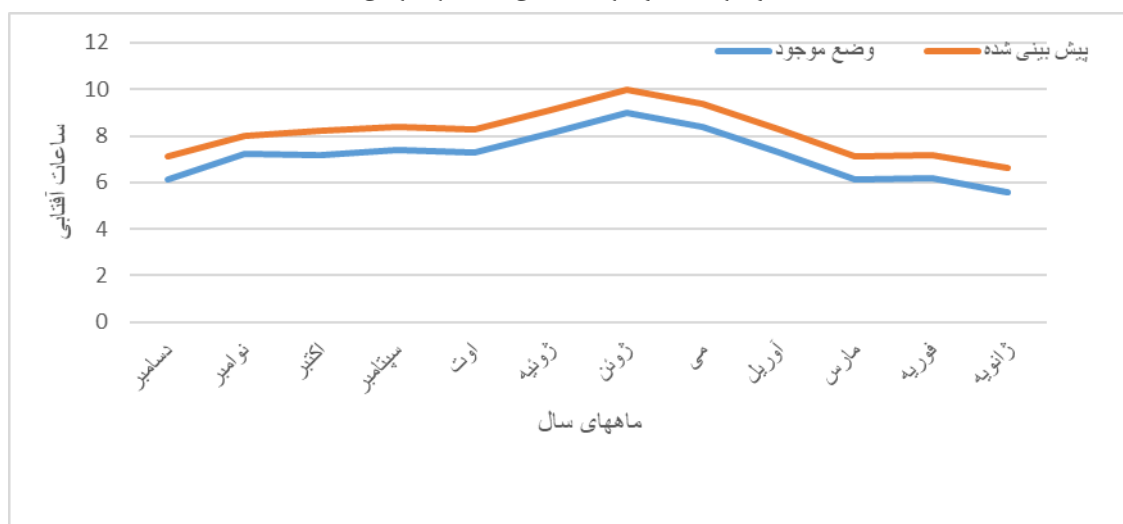
نمودار ۲. نمودار میانگین متغیر دمای کمینه



نمودار ۳. نمودار میانگین متغیر دمای بیشینه



نمودار ۴. نمودار میانگین متغیر بارش



در ادامه بررسی و شناسائی ویژگی معیارهای فنولوژی گیاهی و اقلیمی، اثرات احتمالی تغییر اقلیم بر عملکرد دانه و زیست توده گیاه کلزا نیز در دوره‌های زمانی تحت سناریوهای B1 و A2 در منطقه بستک مورد بررسی قرار گرفت و به ارزیابی تغییر تاریخ کاشت به عنوان راهکار سازگاری برای بهبود عملکرد محصول کلزا پرداخته شد. نتایج ارزیابی نشان داد که مدل-LARS WG5 با دقت بالایی قادر به شبیه سازی پارامترهای دمای حداقل، دمای حداکثر و بارندگی و همچنین متغیرهای توپوگرافیکی از جمله شیب، جهت شیب، ترازهای ارتفاعی و پتانسیل رطوبت خاک از عوامل موثر در عملکرد و رشد و تولید محصولات کشاورزی از جمله کلزا می‌باشد که رشد و عملکرد گیاهان زراعی، در درجه اول به مقدار آب مصرفی با توجه به تغییر وضعیت آب و هوا، مدیریت، طول فصل رشد و نوع رقم کشت بستگی دارد که با توجه به اینکه در بازه زمانی کشت و داشت کلزا بارندگی وجود ندارد و یا بارش موثر تامین نمی‌گردد لذا آب مورد نیاز از طریق آبیاری انجام می‌گیرد. بنابراین در منطقه بستک متغیرهای اقلیمی موثر بیشتر از نظر دما قابل بررسی می‌باشد که تنش خشکی یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است و تولیدات کشاورزی را در منطقه موصوف محدود می‌سازد که تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی است و ۴۰ تا ۶۰ درصد اراضی کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

نظر به اینکه زمان کاشت کلزا در منطقه بستک به عنوان کشت اول صورت می‌گیرد از ۱۰ مهرماه با تأخیر زمانی ۲۰ روزه سناریوهای مختلفی به عنوان سناریوهای تاریخ کاشت مطابق جدول در نظر گرفته شدند. به طوریکه در فصل پائیز، زمانیکه دمای خاک به ۳ درجه سانتیگراد در عمق ۵ سانتی متری خاک می‌رسد به کلزا کاری برای کشت اول اقدام می‌کنند.

نتیجه گیری

در نتایج مکانی آبی کشت کلزا برحسب نیازهای زراعی بوم شناختی منطقه مورد مطالعه این گیاه با شرایط محیطی، مشخص شد که در محدوده مطالعاتی به دلیل توپوگرافی ارتفاع و شیب تاثیر منفی دارد و بالا بودن دما در اکثر مناطق مذکور اراضی پست نسبت به ارتفاعات قابلیت کمتری برای گلدهی و رسیدن گونه کلزا دارد. هرچند اراضی پست دارای شیب کمتر که مناسب برای کشت می باشد، فاقد محدودیت حداقل دما در این خصوص بوده و صرفا دمای بیش از ۴۲ درجه سانتیگراد موجب افزایش تنش دمایی و کاهش بازه‌ی زمانی مورد نیاز در روند کاشت، داشت و برداشت برای گونه می باشد.

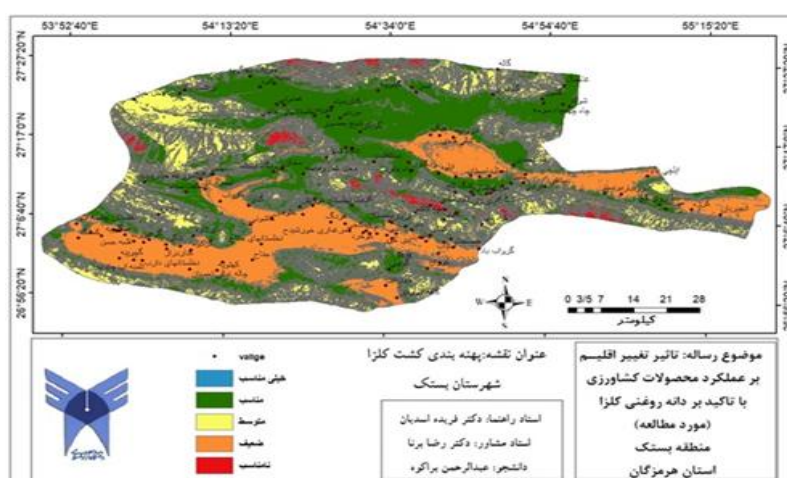
پهنه بندی مناطق خیلی خوب: به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب و همچنین توپوگرافی، ارتفاع و خاک مناسب، جهت کشت محصول دارای عملکرد بالایی هستند این ناحیه ۰/۰۰۴ درصد (217710 مترمربع) از مساحت منطقه را بخود اختصاص داده است. در مناطق مناسب شامل ۴۸/۳۷ درصد به مساحت (2705414016) بیشتر در قسمت های شمالی، بخشهای مرکزی و جنوبی منطقه را در برمی گیرد.

مناطق متوسط این مناطق در قسمتهای شمالی، شمال غربی و جنوب غربی شرقی منطقه را که ناشی از بارش کمتری محدودیت‌های دمایی بوده و در نواحی متمایل به مرکز شرق استان به دلیل ارتفاعات و سنگلاخی بودن خاک به وجود آمده است. این ناحیه ۱۸/۹۹ درصد به مساحت (۱۰۶۲۴۰۳۶۶۲) مترمربع بصورت لکه های زرد را شامل می شود.

مناطق خیلی ضعیف: به دلیل شرایط نامساعد اقلیمی و محیط فیزیکی به وجود آمده اند که بیشتر ارتفاعات و مناطقی هستند که از نظر دمایی و بارشی نامناسب‌اند این ناحیه ۳/۴۸ درصد به مساحت (195145090) در قسمت های شمالی و مرکزی منطقه را شامل می شود.

جدول ۷. پهنه بندی توان اقلیمی منطقه در عملکرد کشت کلزا

درصد تجمعی	درصد	مساحت مترمربع	طبقات	ردیف
0/004	0/004	217710/9845	خیلی خوب	1
48/375	48/371	2705414016	خوب	2
67/370	18/995	1062403662	متوسط	3
96/511	29/141	1629878564	ضعیف	4
100/000	3/489	195145090/9	خیلی ضعیف	5



نقشه ۲. پهنه بندی کشت کلزا در منطقه بستک

منابع

- آبایی، بهنام، سهرابی، تیمور، میرزایی، فرهاد، رضا وردی نژاد، وحید، و کریمی، بختیار (۱۳۸۹). اثر تغییر اقلیم بار عملکرد، محصول و تحلیل خطرات وابسته به آن (مطالعه موردی: منطقه رود دشت اصفهان). دانش آب و خاک، جلد بیست، شماره ۳ ص ۱۵-۱۳۵
- بذرافشان، ج، خلیلی، ع، هورفر، ع، ترابی، ص و حجام، س. ۱۳۸۸. بررسی و مقایسه عملکرد دو مدل (ClimGen LARS-WG) اقلیمی شبیه سازی متغیرهای هواشناسی در شرایط مختلف اقلیمی و تحقیقات منابع آب ایران، جلد ۴۴، ص ۱-۷
- تقی نژاد؛ جبرائیل، شماره ۵۲، ۱۳۹۴، آرایش کاشت کلزا بر روی پشته
- جعفر زاده، احمد، خاشعی سیوکی، عباس و شهیدی، علی (۱۳۹۵) طراحی - یک مدل تصمیمگیری چند هدفه باهمنظور تعیین الگوی کشت بهینه تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم (مطالعه موردی: دشت بیرجند). تحقیقات آبخاک ایران، دوره ۴۷ شماره ۴، ص ۸۴۹-۸۵۹
- جلالی، مسعود، محمدی، غلامحسن، حسینی صدر، عاطفه و خوشوقتی، حسین (۱۳۹۵) نقش - پراکندگی مکانی و نوسانهای زمانی پارامترهای اقلیمی در عملکرد گندم دیم (مطالعه موردی: شهرستانهای کلبر و خدا آفرین). جغرافیای طبیعی، سال نهم، شماره ۳۴، ص ۱۰۵-۱۲۳
- حسینی؛ سیده طیبه مجتبی خوش روش و میرخالق ضیاءتبار احمدی (۱۳۹۴)، نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۲۹ شماره ۴
- شیداییان، مجید، ضیاءتبار احمدی، میر خالق و فضل اولی، رامین (۱۳۹۳) تأثیر تغییر اقلیم بر نیاز خالص آبیاری و عملکرد محصول برنج (مطالعه موردی: دشت تجن). آبخاک. جلد ۲۸، شماره ۶ ص ۱۲۹۷-۱۲۸۴
- شرقی، طاهره، کلانتری، خلیل، اسدی، علی و جمعه پور، محمود (۱۳۹۵): شبیه سازی اثرات تغییر اقلیمی و سیاست انتقال آب از بخش کشاورزی به صنعت بر منابع آبی و تأثیر آن بر تولیدات باغی (در استان یزد). تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. دوره ۲-۴۷ شماره ۴ ۸۵۱-۸۶۳
- قربانی، خلیل و سلطانی افشین، (۱۳۹۳): نشریه پژوهش های تولید گیاهی جلد بیست و یکم، شماره دوم، صص ۸۵-۶۷
- کوچکی، علیرضا؛ و نصیری محلاتی، مهدی (۱۳۹۵): تأثیر تغییر اقلیم بر کشاورزی اباران و پیشبینی تولید محصولات زراعی و راهکارهای سازگاری، پژوهشهای زراعی ایران، جلد چهاردهم، شماره ۱، صص ۲۰-۱

References

- Ackerman, F. & Stanton, E.A. (2013): Climate Impacts on Agriculture: A Challenge to omplacency? Global Development and Environment Institute. Working Paper No.13-01
- Corobov, R. 2002. Estimation of climate change impacts crop production in the Republic of Moldova. Geo. J. 57: 195-202.
- Falloon P and Betts R, (2010): Climate Impacts on European Agriculture and Water Management in The Context of Adaptation and Mitigation-The Importance of An Integrated Approach. Sci Total Environ 408: 5667-5687.
- Haverkort, A.J., and Verhagen, A. 2008. Climate change and its repercussions for the potato supply Chain. J. Potato Res. 51: 223-237.
- Racsko, P., Szeidl, L. and Semenov, M. A. 1991. A serial approach to local stochastic weather models. Ecological Modeling, 1 (57): 27-41.

- Rosenzweig, C., and Parry, M.L. 1994. Potential impacts of climate change on world food supply. *Nature*. 367: 133-138.
- Rodríguez Díaz, J.A., Weatherhead, E.K., Knox, J.W., and Camacho1, E. 2007. Climate change impacts on irrigation water requirements in the Guadalquivir river basin in Spain. *J. Reg. Environ. Change*. 7: 3. 149-159.
- Smit B and Skinner MW, (2002): Adaptation Options in Agriculture to Climate Change: a Typology. *Mitig Adapt Strat Glob Change* 7: 85–114.
- Shiferaw BA, Okello J and Reddy RV, (2009): Adoption and Adaptation of Natural resource Management Innovations in Smallholder Agriculture: Reflections on Key Lessons and Best Practices. *Environ Dev Sustain* 11: 601–619.
- Soltani, A., Ghassemi-Golezani, K., Rahimzadeh-Khooie, F., and Moghaddam, M. 1999. A simple model for chickpea growth and yield. *Field Crops Res*. 62: 213-224.
- Semenov, M. A. and Barrow, E. M. 1997. Use of a stochastic Weather enerator in the development of Climate Change Scenarios. *Climatic Change*, 35: 397-414.
- Trnka M, Dubrovsky M and Ekzalud Z, (2004): Climate Change Impacts and Adaptation Strategies in Spring Barley Production in The Czech Republic. *Clim Change* 64: 227–255.
- Vergé XPC, De Kimpe C and Desjardins RL, (2007): Agricultural Production, Greenhouse Gas Emissions and Mitigation Potential. *Agric For Meteorol* 2–4: 255–69.
- Whisler, F.D., Kininien, M.C., and Reddy, V.R. 1986. Crop simulation model in agronomic systems. *Advance in Agron*. 99: 5. 1226-1237.
- Yu, P.S., Yang, T.C., and Chou, C.C. 2002. Effects of climate change on evapotranspiration from paddy fields in southern Taiwan. *J. Clim. Change*. 54: 165-179.
- Effect Variation Climate on to Product Agricultural by Forcibly onto Corn Greasily Soya (Case Study: Field Moghan)