Advanced Environmental Sciences ***(Adv. Environ. Sci.)*** **2025, 23(1):55-72** **ISSN: 2588-6177**

Original Article

Investigating the Long-term Effect of Climatic Factors on the Cultivation of Cumin in Razavi Khorasan Province with a Brief Look at the Importance of the Historical Geography of This Plant

Received: 2024.03.17
Accepted: 2024.10.27

Elham Azizi,[1]* Shahin Farabi[2]

[1] Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Iran

[2] Department of History, Payame Noor University, Iran

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Cumin, with its scientific name (*Cuminum cyminum* L.), has a wide use in the food and pharmaceutical industries. Climate is one of the most important factors in the geographical distribution of plant species and the production of agricultural products depends on climatic conditions. This study aimed to investigate the trend of cultivated area, production and yield of cumin in different cities of Razavi Khorasan province and the effect of climatic parameters on it during 1995-2020.

Material and Methods: In order to investigate the trend of cultivated area, production and yield of cumin medicinal plant and also the effect of climatic parameters such as altitude above sea level, average temperature and average precipitation on the cultivation and production of this plant in different cities of Razavi Khorasan province, a study was conducted between 1995 and 2020 using the data received from Razavi Khorasan Agricultural Jihad Organization. The regression relationship of cultivated area, cumin production and yield of each city with climatic parameters was drawn. Also, the similarity percentage of the cities of Razavi Khorasan province in terms of yield, production and cultivated area factors was investigated at the similarity level of 75%.

Results and Discussion: The results showed that among the cities of the province, Sabzevar had the highest percentage of irrigated area, percentage of irrigated production and ratio of irrigated and rainfed yields to the average of the province. The highest percentage of the total cultivated area and rainfed production of cumin was also allocated to Taibad. Also, the lowest percentage of cultivated area and irrigated production of this product was observed in Dargez. According to the results of the research, the production of this product in irrigated and rainfed condition during different years in cities of the province was different, which may be one of the reasons for that, the existence of weather fluctuations and the effect of climatic parameters on production. Among the cities of the province, Sabzevar and Taibad had the highest average production of irrigated and rainfed cumin during 1995 to 2020, respectively. Climatic parameters were effective on the cultivated area, production and yield of cumin, so that with the increase of climatic parameters, the investigated traits of cumin showed an increasing trend. In the clustering of different cities of Khorasan Razavi province, in terms of cultivated area, production and yield of cumin, the cities of the province were placed in 7 clusters. The first cluster included the cities of Bakhrez, Zaveh, Fariman, Bajestan, Joghataie, Roshtkhar, Jovein, Chenaran, Darghz, Torgabeh-Shandiz, Sarkhs, Qochan and Kalat. The cities of Torbat Heydarieh, Khaf, Khalilabad, Firuzeh, Saleh Abad, and Mashhad were placed in the second cluster, the cities of Bardaskan and Torbat Jam in the third cluster, the cities of Khoshab and Neyshabour in the fourth cluster, and Gonabad and Mahvalat in the fifth cluster. Taibad and Sabzevar were also placed in separate branches.

Conclusion: According to the results of the research, the cultivated area, production and yield of cumin medicinal plant were different under the influence of climatic parameters and in the investigated time period in different cities of Razavi Khorasan province, but in general, the cultivated area and production of this plant in Sabzevar was more than another regions of this province. Also, with the increase in altitude above sea level, rainfall and temperature, the cultivated area and water production of this product showed an increasing trend. It should be noted that with the arid and semi-arid climate, replacing drought-resistant plants with low water requirements can be effective in more efficient use of water resources.

Keywords: Altitude above sea level, Cultivated area, Precipitation, Temperature, Yield

How to cite this article: *Azizi, E. and Farabi, Sh., 2025. Investigating the Long-term Effect of Climatic Factors on the Cultivation of Cumin in Razavi Khorasan Province with a Brief Look at the Importance of the Historical Geography of This Plant. Adv. Environ. Sci. 23(1): 55-72.*

* **Corresponding Author Email Address:** azizi.e@pnu.ac.ir
DOI: 10.48308/envs.2024.1374

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

علوم محیطی نوین، ۵۵-۷۲ : (۱) ۲۳، ۱۴۰۴ شاپا: ۶۱۷۷-۲۵۸۸

مقاله پژوهشی

بررسی تاثیر بلندمدت عوامل اقلیمی بر زراعت زیره سبز در استان خراسان رضوی با گذری بر اهمیت جغرافیای تاریخی این گیاه

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۰۶

الهام عزیزی[1]*، شهین فارابی[2]

[1] گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران

[2] گروه تاریخ، دانشگاه پیام نور، ایران

چکیده مبسوط

سابقه و هدف: زیره سبز با نام علمی (*Cuminum cyminum* L.) کاربرد وسیعی در صنایع غذایی و دارویی اهمیت بسزایی دارد. اقلیم از مهمترین عوامل توزیع جغرافیایی گونه های گیاهی محسوب می‌شود و تولید محصولات کشاورزی وابسته به شرایط اقلیمی است. این مطالعه باهدف بررسی روند سطح زیر کشت، تولید و عملکرد زیره سبز در شهرهای مختلف استان خراسان رضوی و اثر پارامترهای اقلیمی بر آن در طی سال های ۱۳۹۹-۱۳۷۴ بود.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی روند سطح زیر کشت، تولید و عملکرد گیاه دارویی زیره سبز و همچنین اثر پارامترهای اقلیمی نظیر ارتفاع از سطح دریا، میانگین درجه حرارت و میانگین بارش بر کشت و تولید این گیاه در شهرهای مختلف استان خراسان رضوی، مطالعه‌ای در بازه سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹ با استفاده از داده‌های دریافتی از سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی صورت گرفت. رابطه رگرسیونی سطح زیر کشت، تولید و عملکرد زیره سبز هر شهر با پارامترهای اقلیمی ترسیم گردید. همچنین درصد تشابه شهرهای استان خراسان رضوی از نظر کلیه عوامل مورد بررسی در سطح تشابه ۷۵ درصد بررسی گردید.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد که در بین شهرهای استان، سبزوار دارای بیشترین درصد سطح زیر کشت آبی، درصد تولید آبی و نسبت عملکرد آبی و دیم به میانگین استان بود. بیشترین درصد کل سطح زیرکشت و تولید دیم زیره سبز نیز به تایباد اختصاص یافت. همچنین کمترین درصد سطح زیر کشت و تولید آبی این محصول در درگز مشاهده شد. پارامترهای اقلیمی بر سطح زیر کشت، تولید و عملکرد زیره سبز موثر بود بطوریکه با افزایش آن ها، صفات مورد بررسی زیره سبز، روند افزایشی نشان داد. در خوشه‌بندی شهرهای مختلف استان خراسان رضوی از نظر سطح زیر کشت، تولید و عملکرد زیره سبز ، شهرهای استان در هفت خوشه قرار گرفتند. خوشه اول شامل شهرهای باخرز، زاوه، فریمان، بجستان، جغتای، رشتخوار، جوین، چناران، درگز، طرقبه - شاندیز، سرخس، قوچان و کلات بود. شهرهای تربت حیدریه، خواف، خلیل آباد، فیروزه، صالح آباد، و مشهد در خوشه دوم، شهرهای بردسکن و تربت جام در خوشه سوم، شهرهای خوشاب و نیشابور در خوشه چهارم و گناباد و مه ولات در خوشه پنجم جای گرفتند. تایباد و سبزوار نیز در شاخه‌های مجزا قرار گرفتند.

نتیجه گیری: طبق نتایج حاصل از تحقیق، سطح زیر کشت، تولید و عملکرد گیاه دارویی زیره سبز تحت تاثیر پارامترهای اقلیمی و در بازه زمانی مورد بررسی در شهرهای مختلف استان خراسان رضوی متفاوت بود ولی به طور کلی سطح زیر کشت و تولید این محصول در سبزوار بر دیگر مناطق استان برتری داشت. همچنین با افزایش ارتفاع از سطح دریا، بارندگی و درجه حرارت، سطح زیر کشت و تولید آبی این محصول، روند افزایشی نشان داد. باید توجه داشت که در اقلیم خشک و نیمه خشک ایران، جایگزین کردن گیاهان مقاوم به خشکی با نیاز آبی کم می‌تواند در استفاده کاراتر از منابع آبی موجود موثر باشد.

واژه های کلیدی: ارتفاع از سطح دریا، بارندگی، درجه حرارت، سطح زیر کشت، عملکرد

استناد به این مقاله: *عزیزی، ا. و ش. فارابی. ۱۴۰۴. بررسی تاثیر بلندمدت عوامل اقلیمی بر زراعت زیره سبز در استان خراسان رضوی با گذری بر اهمیت جغرافیای تاریخی این گیاه. فصلنامه علوم محیطی نوین. ۲۳(۱): ۵۵-۷۲.*

* **Corresponding Author Email Address:** azizi.e@pnu.ac.ir
DOI: 10.48308/envs.2024.1374

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

زیره سبز از گیاهان مهم دارویی و صادراتی کشور است. این گیاه با نام علمی (*Cuminum cyminum* L.) گیاهی یکساله، علفی و ظریف با ارتفاع بین ۱۵ تا ۵۰ سانتی‌متر می‌باشد (Mozaffarian, v. 2012). مطابق منابع تاریخی، زیره سبز در مصر باستان، هم بعنوان ادویه و هم در فرایند مومیایی کردن مورد استفاده بوده است و قدمت بذر زیره سبز به هزاره دوم قبل از میلاد برمی گردد. این گیاه که در زمین‌های خشک و لم یزرع رشد خوبی داشت، در سوریه بعنوان ادویه و چاشنی غذای بومی همواره مورد توجه بوده است و کشت آن در اروپا (بجز در اسپانیا و جزیره مالت در قرون وسطی) توسعه یافت. بدین ترتیب، زیره از سوریه به ترکیه و محدوده اطراف یونان راه یافت. همچنین زبان شناسان واژه کیومین را به شهر کرمان مرتبط می‌دانند (Zohary and Hopf, 2000). در یونان و روم باستان، کیومین به عنوان یک نوع فلفل کوبیده شناخته شده بود و درکتب مقدس عهد قدیم و عهد جدید ضمن اشاره به واژه کیومین، بیان می کند که کیومین به عنوان پول رایج معادل عشریه به کشیش‌ها پرداخت می‌شده است. در اروپای قرون وسطی (۴۷۶-۱۴۵۳م.)، به واسطه سنت‌های خرافه پرستی و موهومات، این محصول، موقتا از مدار توجه خارج گردید و در نهایت، این سیاحان اسپانیایی و پرتغالی بودند که با پایان گرفتن قرون وسطی وآغاز عصر رنسانس آن را به امریکایی‌ها معرفی کردند. بنا به پیش‌بینی تاریخ، زیره سبز به صورت گسترده همچنین در ازبکستان،ترکیه، مراکش،مصر،هند،سوریه، مکزیک و شیلی نیز کشت شده است (Sastry and Anandaraj, 2012).

زیره سبز در ایران به دو صورت آبی و دیم کشت می‌گردد. کشت دیم این گیاه در مناطقی با بارندگی سالانه بیش از ۲۰۰ میلیمتر و زمان بارش اواخر زمستان و اوایل بهار امکان‌پذیر بوده و نوسانات سطح زیر کشت دیم این محصول متاثر از دو عامل عمده خشکسالی و قیمت محصول است. زیره سبز در ایران در مناطقی مانند خراسان، کرمان، اصفهان، سمنان و دامغان به صورت دیم کشت می‌شود (Kalirad, 2012). تا سال‌های اخیر نیز کشت این محصول در اغلب مناطق بصورت دیم بوده، ولی در حال حاضر بیشتر بصورت آبی کشت و کار می‌گردد (Kafi, 2012). زیره سبز در چین، افغانستان، مراکش، مالت، اتیوپی و آمریکای شمالی و جنوبی نیز کشت می‌شود (Kafi, 2012; Mohamadi, 1996). از کشورهای عمده تولیدکننده زیره سبز در حال حاضر می‌توان به ایران، هند، ترکیه، سوریه، پاکستان و مصر اشاره کرد. سطح زیر کشت گیاهان دارویی در ایران در سال ۹۱ حدود ۴۰ هزار هکتار و مقدار تولید این گیاهان ۱۳۲/۵ هزار تن عنوان شده است (Kamkar *et al.*, 2011). در این بین، خراسان با ۹۰ درصد تولید زیره سبز، مقام اول را دارد (Tabatabaie *et al.*, 2014). طبق آمار موجود، این گیاه دارویی در بسیاری از شهرستان‌های استان خراسان و توابع آن و همچنین در برخی بخشهای شهرستان‌های گنبد، شاهرود، سمنان، اصفهان، یزد، کرمان، کاشان، تبریز و زابل به صورت خالص یا مخلوط با محصولات دیگر کشت می‌گردد (Mohamadi, 1996). براساس اطلاعات موجود در سالنامه آماری جهاد کشاورزی خراسان رضوی (Khorasan Razavi Agricultural Jihad Organization, 2021)، سطح زیر کشت، تولید و عملکرد زیره سبز آبی در استان خراسان رضوی در سال ۱۴۰۰ به ترتیب، ۸۲۲۶/۵ هکتار، ۴۲۱۳/۱۴ تن و ۵۱۲ کیلوگرم در هکتار و در شرایط دیم به ترتیب ۳۳۴۹/۵ هکتار، ۶۷۲/۸۹ تن و ۲۰۱ کیلوگرم در هکتار بود.

اقلیم از مهمترین عوامل توزیع جغرافیایی گونه های گیاهی محسوب می‌شود (Esmaelnejad, 2017) و تولید محصولات کشاورزی وابسته به شرایط اقلیمی است (Mohamadi, 2007). تحقیقات در مقیاس جهانی نشان داده است که تغییرات اقلیمی با تاثیر بر درجه حرارت و بارندگی بر استعداد کشاورزی در مناطق مختلف موثر خواهد بود (Menzel and Fabian, 1999). با توجه به رشد زیره سبز در مناطق خشک و نیمه-خشک جهان که همیشه متاثر از انواع تنش‌های محیطی نظیر خشکی، شوری، گرما، سرما و باد بصورت انفرادی و یا ظهور چند تنش بطور توامان، است، این گیاه بطور موفقیت آمیزی بر

تنش‌ها فائق می‌آید. زیره سبز تحمل نسبتا خوبی در برابر خشکی و شوری دارد و با سه بار آبیاری در طی دوره رشد، می‌تواند محصول رضایت بخشی را تولید نماید (Kafi, 2012). Kamkar and Meghdadi (2015) با ترسیم نقشه تناسب اراضی بدست آمده برای استان خراسان رضوی نشان دادند که از لحاظ عوامل اقلیمی و توپوگرافی تقریباً تمامی اراضی سطح استان خراسان رضوی جهت کشت زیره سبز در طبقات کاملاً مناسب و مناسب قرار دارند. حدود ۵۶/۲ درصد از اراضی زراعی استان خراسان رضوی در طبقه کاملا مناسب و حدود ۴۳/۸ درصد در طبقه مناسب قرار گرفتند. این موضوع تایید می کند که استان خراسان رضوی می‌تواند به عنوان قطب تولید گیاهان زراعی ویژه نظیر زیره سبز مدنظر قرار گیرد. اما بی‌شک محدودیت‌های مربوط به توسعه بیماریهای قارچی که می‌تواند ناشی از آلودگی خاک این مناطق به این قارچها و نیز آبیاری‌های بی‌دلیل کشاورزان در شرایط عدم نیاز گیاه به آب باشد، سبب به مخاطره افتادن سامانه‌های تولید این گیاه در برخی از مناطق استان می‌شود. در مطالعه سه ساله‌ای در شرایط آب و هوایی مشهد، مشاهده شد که در سال‌های معمولی از نظر بارندگی (۲۵۰ میلی‌متر در سال)، اثر آبیاری در افزایش عملکرد زیره سبز نه تنها معنی دار نبود بلکه موجب کاهش محصول نیز شد (Kalirad, 2012). Gholampour *et al.* (2011) با بررسی اثر برخی از پارامترهای اقلیمی نظیر دما، بارش، رطوبت نسبی و ساعات آفتابی روزانه بر کشت گیاه زیره سبز در شمال شرق ایران در دوره آماری ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵ دریافتند که پارامترهای اقلیمی بویژه بارش، نقش برجسته ای بر تولید و پراکندگی کشت زیره در منطقه داشت. همچنین اغلب زمین های مستعد در این زمینه در نواحی شمالی منطقه مورد مطالعه قرار داشت. Shokati *et al.* (2018) در پهنه بندی اگرواکولوژیکی کشت زیره سبز در استان آذربایجان شرقی گزارش کردند که استان آذربایجان شرقی جهت کشت زیره سبز از پتانسیل بالایی برخوردار بود به طوری که ۲۵۶۱۱۵۱ هکتار از اراضی این استان دارای پتانسیل کشت بالا و ۲۰۱۷۹۱۶ هکتار از اراضی آن دارای کشت متوسط بودند. یافته‌ها نشان داده است که خصوصیات گیاهان دارویی و معطر نیز می‌تواند تحت تاثیر عوامل ژنتیکی (رقم یا توده) و عوامل اکولوژیکی (نظیر بارندگی، دما، رقابت گیاهی و غلظت نیتروژن در خاک) قرار گیرند. بطور مثال در تحقیقی Kazemi *et al.* (2008) با بررسی تنوع ترکیبات شیمیایی زیره سبز در شمال شرق ایران، ۱۱ اکوتیپ مورد بررسی در سه کلاستر قرار گرفتند. (Bazrafshan and Ebrahim Zadeh (2006 نیز نشان دادند که در بازه ۲۵ ساله، با کاهش نزولات جوی، سطح زیر کشت زعفران (*Crocus sativus*) در مناطق زعفران خیز استان خراسان افزایش یافت. بدیهی است بررسی روند تغییرات سطح زیر کشت، تولید و عملکرد گیاهان دارویی نظیر زیره سبز در طی بازه زمانی طولانی و مطالعه رابطه بین عوامل اقلیمی و تولید این گیاه می تواند در پهنه بندی این گیاه و تولید بالاتر آن در واحد سطح موثر باشد. با توجه به اهمیت کشت گیاهان دارویی با تولید اقتصادی مطلوب و سازگار با اقلیم‌های خشک و نیمه خشک این مطالعه باهدف بررسی روند سطح زیر کشت، تولید و عملکرد زیره سبز در شهرهای مختلف استان خراسان رضوی و اثر پارامترهای اقلیمی بر آن در گذر زمان بود.

مواد و روش ها

استان خراسان رضوی با مساحت ۱۱۸۸۵۴ کیلومتر مربع پنجمین استان بزرگ کشور است و با توجه به تنوع اقلیمی دارای توان بالقوه و تولید متفاوتی از هر یک از محصولات زراعی و دارویی در هر یک از شهرهای خود می‌باشد. طبق آخرین آمار منتشر شده از سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی در سال ۱۴۰۰، سطح زیرکشت و تولید زیره سبز در این استان به ترتیب ۱۱۵۷۶ هکتار و ۴۸۸۶ تن بود (Khorasan Razavi Agricultural Jihad Organization, 2021).

به منظور بررسی روند تغییرات سطح زیر کشت، تولید و عملکرد گیاه دارویی زیره سبز و همچنین اثر پارامترهای اقلیمی نظیر ارتفاع از سطح دریا، میانگین درجه حرارت و میانگین بارندگی بر کشت و تولید این گیاه در شهرهای مختلف استان خراسان رضوی، تحقیقی با استفاده از داده‌های بازه

زمانی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹ در استان خراسان رضوی صورت گرفت. داده‌های هواشناسی این تحقیق شامل ارتفاع از سطح دریا، میانگین بارندگی و میانگین درجه حرارت از سازمان هواشناسی استان خراسان رضوی دریافت شد. اطلاعات مربوط به عملکرد و سطح زیرکشت زیره سبز نیز به تفکیک شهرستان از سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی دریافت گردید. شهرهای مورد مطالعه شامل باخرز، بجستان، بردسکن، تایباد، تربت جام، تربت حیدریه، جغتای، جوین، چناران، خلیل آباد، خواف، خوشاب، داورزن، درگز، رشتخوار، زاوه، سبزوار، سرخس، صالح آباد، فریمان، فیروزه، قوچان، کاشمر، کلات، گناباد، مشهد، مه ولات و نیشابور بودند. در این تحقیق روند تغییرات سطح زیر کشت، تولید و عملکرد گیاه زیره سبز آبی و دیم به تفکیک شهر و سال در بازه زمانی مورد نظر، مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور، رابطه رگرسیونی سطح زیر کشت، تولید و عملکرد زیره سبز هر شهر با پارامترهای اقلیمی بررسی و با نرم افزارExcel، ورژن ۲۰۱۰ ترسیم گردید. همچنین برای بررسی درصد تشابه شهرهای استان خراسان رضوی از نظر کلیه عوامل مورد بررسی در سطح تشابه ۷۵ درصد از نرم افزار Minitab، ورژن ۲۰۱۶ استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد سطح زیر کشت، تولید و عملکرد زیره سبز دیم و آبی در کل استان خراسان رضوی در جدول ۱ نشان داده شده است. طبق نتایج حاصل از تحقیق، در بین شهرهای استان، سبزوار دارای بیشترین درصد سطح کشت آبی، درصد تولید آبی و نسبت عملکرد آبی و دیم به میانگین استان بود که این امر بر پتانسیل بالای این منطقه جهت تولید این محصول دلالت دارد. بیشترین درصد کل سطح زیرکشت و تولید دیم زیره سبز نیز به تایباد اختصاص یافت. کمترین درصد سطح زیر کشت و تولید آبی این محصول نیز در درگز مشاهده شد. همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در مطالعه روند تغییرات سطح زیر کشت زیره سبز در طی سال های ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹، سبزوار دارای بیشترین میانگین سطح زیر کشت بود. البته در طی سال‌های مورد بررسی، نوساناتی در سطح زیر کشت در این شهرستان و شهرستان های دیگر قابل مشاهده بود بطوریکه تا سال ۱۳۸۴، روند تغییرات سطح زیر کشت زیره سبز در شهر سبزوار افزایشی و سپس کاهشی بود. بررسی سطح زیر کشت زیره سبز دیم در طی بازه مورد بررسی نیز نشان داد که در بین شهرهای مورد بررسی، تایباد دارای بیشترین میانگین سطح زیر کشت بود. طبق اطلاعات موجود، سطح زیر کشت زیره سبز دیم در سال ۱۳۷۴، ۲۰۰۰۰ هکتار بود که تا سال ۱۳۹۸ روند کاهشی داشت و در سال ۱۳۹۹ مجددا افزایش یافت (جدول ۳).

نتایج تحقیق نشان داد که تولید این محصول بصورت آبی و دیم در طی سال‌های مختلف در شهرهای مختلف استان متفاوت و دارای تغییراتی بود که شاید یکی از دلایل این امر، وجود نوسانات آب و هوایی در هر سال و تاثیر پارامترهای اقلیمی بر تولید این محصول بود. در این میان سبزوار و تایباد، به ترتیب بیشترین مقدار میانگین تولید زیره آبی و دیم را در بازه سال-های۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹به خود اختصاص دادند (جدول ۴ و ۵).

تغییرات عملکرد زیره سبز آبی و دیم در برخی شهرهای استان خراسان رضوی در طی سال‌های آماری مورد بررسی، در جدول‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است. طبق آمار حاصله، بیشترین میانگین عملکرد آبی مربوط به تربت جام با ۶۳۲ کیلوگرم در هکتار بود . خوشاب و سبزوار نیز به ترتیب با ۲۲۱ و ۲۱۲ کیلوگرم در هکتار، رتبه‌های اول و دوم عملکرد دیم این گیاه را به خود اختصاص دادند. تحقیق در زمینه بررسی پتانسیل تولید گیاه زیره سبز از طریق مدل‌سازی در کل سه استان خراسان که موطن اصلی زیره سبز هستند، نشان داده است که ۲۸ درصد مناطق تولید کمتر یا مساوی دو تن، ۵۳ درصد مناطق قابلیت تولید ۲ تا ۲/۵ تن، ۱۵ درصد اراضی دارای قابلیت تولید ۵/۵ تا ۳ تن و تنها سه درصد اراضی دارای پتانسیل تولید بیش از سه تن می‌باشند. این نتایج نشان می‌دهد که در مجموع این گیاه از شرایط متوسطی جهت توسعه در این سه استان برخوردار است. علت این امر آن است که اگرچه این مناطق در پهنه‌های کاملاً مناسب و مناسب قرار می‌گیرند، اما

برخی عوامل نظیر عوامل اقلیمی و توپوگرافی در نهایت منجر به کاهش پتانسیل تولید این محصول می‌شوند (Kamkar and Meghdadi, 2015). Kamkar *et al.* (2007) گزارش کردند که بر اساس نتایج مدل‌سازی، پتانسیل تولید زیره سیاه در مطالعه برخی مناطق خراسان از ۳/۱۷ تن در هکتار تجاوز نمی‌کند که این نتیجه نیز در شرایط بجنورد و تاریخ کاشت ۱۰ آذر حاصل شده است. Bashiri and Salari (2016) با بررسی پهنه بندی زعفران نشان دادند که یک سوم جنوبی استان خراسان رضوی (مخصوصاً شهرستان گناباد) از نظر اقلیمی، دارای حداکثر پتانسیل کشت بوده و با حرکت به سمت شمال استان (مخصوصاً شهرستان قوچان و بینالود)، از میزان مستعد بودن کشت کاسته می‌گردد. Hefazati *et al.* (2020) با بررسی روند سطح زیر کشت عناب، پسته، زعفران و زرشک در استان خراسان جنوبی گزارش کردند که سطح زیر کشت و تولید محصولات مورد مطالعه در بازه ده ساله، روند افزایشی داشت. بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی توسط Tosan *et al.* (2015) نشان داد که مناطق جنوبی استان از جمله شهرستان‌های گناباد دارای بهترین موقعیت از نظر پارامترهای مورد بررسی برای کشت زعفران بودند و این عملکرد از جنوب به سمت نواحی شمالی استان نظیر قوچان، روند کاهشی داشت.

جدول ۱- بررسی درصد سطح زیر کشت، تولید و عملکرد زیره سبز در شهرهای مختلف استان خراسان رضوی

Table 1. Investigating the percentage of cultivated area, production and yield of cumin in different cities of Khorasan Razavi province

نسبت عملکرد دیم به میانگین استان Rainfed yield to the average of the province ratio	نسبت عملکرد آبی به میانگین استان Irrigated yield to the average of the province ratio	درصد تولید دیم The percentage of rainfed production	درصد سطح زیر کشت دیم The percentage of rainfed area	درصد تولید آبی The percentage of irrigated production	درصد سطح زیرکشت آبی The percentage of irrigated area	شهر City
0.644	1.160	0.226	0.145	0.053	0.066	باخرزBakharz
0.548	1.328	0.122	0.135	2.720	2.775	بجستان Bajestan
1.020	1.184	10.623	11.247	9.659	9.807	بردسکنBardaskan
0.994	1.260	19.926	17.912	9.675	10.022	تایباد Taibad
0.537	1.506	6.409	7.098	8.332	7.251	تربت جامTorbat jam
1.145	1.369	4.648	4.404	4.574	3.858	تربت حیدریهtorbat heydarieh
0.000	1.378	0.000	0.000	2.171	2.454	جغتایJoghataie
0.547	0.000	0.337	0.232	1.765	2.268	جوینJovein
0.114	0.526	0.023	0.035	0.108	0.111	چناران Chenaran
0.827	1.144	2.043	2.149	1.525	1.574	خلیل اباد Khalilabad
1.067	1.130	4.914	5.003	2.398	3.060	خوافKhaf
1.689	1.288	12.378	9.631	3.394	3.761	خوشابKhooshab
1.050	0.083	0.564	0.591	0.006	0.004	درگزDargaz
0.321	1.159	0.712	0.375	2.165	2.369	رشتخوارRoshtkhar
0.540	1.076	0.068	0.047	0.074	0.085	زاوهzaveh
2.892	2.857	7.566	7.088	34.386	32.161	سبزوارSabzevar
1.196	0.038	1.758	2.188	0.026	0.050	سرخسSarakhs
1.521	0.754	0.583	0.421	0.510	0.436	فریمانFariman
1.363	1.009	2.003	2.058	1.271	1.506	فیروزهFiruzeh
1.898	0.494	2.688	2.351	0.114	0.111	قوچانQuchan
1.092	1.160	2.197	5.176	0.476	0.587	کاشمرKashmar
1.298	0.386	1.914	1.840	0.031	0.043	کلاتKalat
0.554	1.017	2.254	2.103	3.610	4.593	گنابادGonabad
1.539	1.286	1.943	2.155	0.357	0.343	مشهدMashhad
0.854	1.362	2.049	2.226	7.333	6.590	مه ولاتMahvalat
1.293	0.995	6.504	7.942	2.730	3.597	نیشابورNeyshabour

جدول ۲- سطح زیر کشت زیره سبز آبی در طی بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹ در تعدادی از شهرهای استان خراسان رضوی

Table 2. Cultivated area of irrigated Cumin during 1995 to 2020 in some of cities of Khorasan Razavi province

نیشابور Neyshabour	مه ولات Mavalat	مشهد Mashhad	گناباد Gonabad	سبزوار Sabzevar	خوشاب Khooshab	خواف Khaf	تربت حیدریه Torbat heydarieh	تربت جام Torbat jam	تایباد Taibad	بردسکن Bardaskan	
1000.0	-	30.0	800.0	0.0	-	100.0	3000.0	800.0	10000.0	-	1374
1000.0	-	0.0	550.0	0.0	-	100.0	1500.0	300.0	3000.0	300.0	1375
500.0	-	0.0	400.0	1000.0	-	300.0	500.0	500.0	1000.0	100.0	1376
800.0	-	200.0	450.0	2600.0	-	350.0	600.0	350.0	1200.0	80.0	1377
270.0	-	5.0	400.0	1300.0	-	300.0	1100.0	450.0	2550.0	130.0	1378
240.0	-	5.0	700.0	1700.0	-	230.0	1700.0	500.0	1200.0	130.0	1379
200.0	1008.0	13.0	710.0	2750.0	-	150.0	112.0	510.0	685.0	170.0	1380
360.0	2690.0	58.0	910.0	7400.0	-	410.0	150.0	830.0	730.0	660.0	1381
280.0	2210.0	63.0	860.0	5650.0	-	640.0	110.0	550.0	410.0	1080.0	1382
515.0	1250.0	63.0	1050.0	6000.0	-	650.0	100.0	700.0	20.0	1100.0	1383
550.0	500.3	63.0	900.0	6028.0	-	602.0	70.0	-	45.0	1100.0	1384
550.0	620.0	63.0	575.0	4828.0	-	504.0	100.0	-	60.0	1100.0	1385
550.0	620.0	70.0	575.0	4601.5	-	204.0	40.0	450.0	60.0	1100.0	1386
300.0	0.0	20.0	245.0	1066.0	-	24.0	24.0	-	-	0.0	1387
300.0	280.0	20.0	225.0	1846.0	-	274.0	75.0	695.0	180.00	1650.0	1388
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1389
175.0	328.0	0.0	175.0	1350.0	400.0	580.0	95.0	750.0	130.0	1320.0	1390
175.0	0.0	0.0	200.0	1350.0	400.0	400.0	95.0	800.0	130.0	1500.0	1391
-	600.0	0.0	200.0	1350.0	400.0	350.0	150.0	800.0	250.0	1500.0	1392
-	750.0	-	290.0	1750.0	520.0	-	230.0	1100.0	400.0	1500.0	1393
180.0	800.0	0.0	350.0	1850.0	560.0	240.0	190.0	920.0	400.0	1550.0	1394
150.0	500.0	-	350.0	1845.0	450.0	250.0	10.0	800.0	350.0	1550.0	1395
100.0	178.0	-	350.0	810.0	290.0	140.0	10.0	560.0	300.0	1490.0	1396
140.0	215.0	0.0	580.0	990.0	365.0	358.0	25.0	1550.0	825.0	2800.0	1397
0.0	400.0	54.0	100.0	700.0	300.0	200.0	96.0	1800.0	730.0	2000.0	1398
385.0	250.0	69.0	160.0	879.0	280.0	390.0	99.0	1100.0	700.0	900.0	1399
379.1	694.7	36.2	484.2	2385.7	396.5	322.8	407.2	764.3	1056.5	1033.75	میانگین Mean

جدول ۳- سطح زیر کشت زیره سبز دیم در طی بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹ در تعدادی از شهرهای استان خراسان رضوی

Table 3. Cultivated area of rainfed Cumin during 1995 to 2020 in some of cities of Khorasan Razavi province

نیشابور Neyshabour	مه ولات Mavalat	مشهد Mashhad	گناباد Gonabad	سبزوار Sabzevar	خوشاب Khooshab	خواف Khaf	تربت حیدریه Torbat heydarieh	تربت جام Torbat jam	تایباد Taibad	بردسکن Bardaskan	
0.0	-	10.0	500.0	3000.0	-	1300.0	1700.0	5000.0	20000.0	-	1374
0.0	-	300.0	0.0	3000.0	-	1500.0	2500.0	2000.0	8000.0	5000.0	1375
2000.0	-	400.0	0.0	4000.0	-	700.0	2000.0	2000.0	5000.0	2000.0	1376
3900.0	-	700.0	650.0	800.0	-	2470.0	2220.0	6150.0	8500.0	2900.0	1377
3572.0	-	400.0	500.0	2600.0	-	3900.0	2100.0	3900.0	8100.0	2950.0	1378
0.0	-	200.0	0.0	0.0	-	0.0	1400.0	0.0	0.0	1253.0	1379
238.0	558.0	225.0	0.0	810.0	-	0.0	62.0	0.0	0.0	1150.0	1380
740.0	850.0	201.0	0.0	460.0	-	45.0	200.0	0.0	25.0	2800.0	1381
900.0	1396.0	890.0	0.0	280.0	-	785.0	400.0	0.0	840.0	2500.0	1382
1200.0	750.0	800.0	0.0	350.0	-	755.0	300.0	0.0	0.00	2050.0	1383
1350.0	250.0	400.0	0.0	350.0	-	800.0	180.0	-	57.0	1550.0	1384
1350.0	270.0	400.0	0.0	110.0	-	800.0	180.0	-	55.0	1550.0	1385
1450.0	270.0	400.0	0.0	70.0	-	500.0	50.0	0.0	55.0	1400.0	1386
1000.0	270.0	0.0	0.0	50.0	-	0.0	0.0	-	-	1300.0	1387
470.0	150.0	0.0	0.0	50.0	-	680.0	200.0	0.0	0.0	1500.0	1388
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1389
300.0	50.0	0.0	0.0	100.0	2200.0	0.0	100.0	0.0	0.0	520.0	1390
1400.0	0.0	5.0	15.0	100.0	2200.0	0.0	100.0	0.0	0.0	500.0	1391
-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1392
-	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	1393
0.0	0.0	0.0	100.0	110.0	890.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1394
1100.0	0.0	-	350.0	110.0	1300.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1395
500.0	0.0	-	550.0	1010.0	1200.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200.0	1396
400.0	0.0	0.0	1100.0	760.0	900.0	0.0	10.0	0.0	0.0	130.0	1397
550.0	0.0	81.0	1300.0	1300.0	1500.0	63.0	2.0	100.0	650.0	0.00	1398
320.0	450.0	220.0	1480.0	750.0	1800.0	550.0	2.0	290.0	2233.0	2350.0	1399
988.7	277.1	256.0	261.8	806.8	1199.0	622.8	548.2	883.6	2229.8	1400.1	میانگین Mean

جدول ۴- تولید زیره آبی در طی بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹ در تعدادی از شهرهای استان خراسان رضوی

Table 4. Production of irrigated cumin during 1995 to 2020 in some of cities of Khorasan Razavi province

نیشابور Neyshabour	مه ولات Mavalat	مشهد Mashhad	گناباد Gonabad	سبزوار Sabzevar	خوشاب Khooshab	خواف Khaf	تربت حیدریه Torbat heydarieh	تربت جام Torbat jam	تایباد Taibad	بردسکن Bardaskan	
400.0	-	15.0	400.0	0.0	-	100.0	3000.0	800.0	6000.0	-	1374
450.0	-	0.0	250.0	0.0	-	100.0	1050.0	180.0	1800.0	180.0	1375
125.0	-	0.0	80.0	300.0	-	120.0	264.0	150.0	200.0	25.0	1376
400.0	-	110.0	180.0	1093.0	-	193.0	360.0	175.0	720.0	32.0	1377
87.0	-	3.0	124.0	520.0	-	120.0	550.0	180.0	1147.0	42.0	1378
74.0	-	2.0	175.0	663.0	-	28.0	765.0	190.0	516.0	39.0	1379
84.0	512.0	7.0	298.0	1375.0	-	45.0	37.0	230.0	336.0	68.0	1380
216.0	1691.0	32.0	519.0	4688.0	-	185.0	63.0	498.0	365.0	290.0	1381
174.0	1458.5	35.0	473.0	3390.0	-	288.0	49.5	385.0	205.0	497.0	1382
299.0	862.0	26.0	577.5	3600.0	-	292.0	50.0	400.0	8.0	495.0	1383
220.0	350.3	26.0	523.0	3328.0	-	240.6	35.0	-	23.0	506.0	1384
194.0	434.0	29.0	330.5	2428.0	-	200.4	38.5	-	33.0	495.0	1385
194.0	434.0	44.0	302.5	3266.5	-	70.8	14.5	360.0	33.0	495.0	1386
65.0	0.0	30.0	76.3	536.0	-	5.8	4.5	-	-	0.0	1387
165.0	182.0	50.0	71.0	2352.0	-	96.0	98.0	556.0	63.0	825.0	1388
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1389
70.0	230.0	0.0	44.0	860.0	180.0	232.0	57.0	450.0	65.0	594.0	1390
70.0	0.0	0.0	50.0	560.0	180.0	160.0	57.0	480.0	65.0	675.0	1391
-	360.3	0.0	50.0	560.4	180.1	122.1	135.1	480.4	90.1	750.6	1392
-	510.0	-	116.0	1170.0	260.0	-	105.0	770.0	204.0	1012.0	1393
81.0	544.0	0.0	140.0	1350.5	268.8	120.0	85.5	690.0	244.0	1147.0	1394
63.4	370.0	-	148.0	1408.3	214.1	148.0	4.8	507.5	222.0	1179.9	1395
40.0	89.0	-	157.5	410.0	145.0	60.2	4.5	342.0	183.0	1200.0	1396
56.0	107.5	0.0	261.0	500.0	182.5	190.0	15.0	1116.0	523.0	1400.0	1397
0.0	200.0	29.7	60.0	560.0	240.0	112.0	72.0	1350.0	621.0	1481.8	1398
310.0	180.0	41.4	108.8	747.0	224.0	289.0	73.3	913.0	525.0	738.0	1399
166.8	448.1	21.8	220.6	1426.6	207.5	146.6	279.5	509.2	591.3	590.3	میانگین Mean

جدول ۵- تولید زیره دیم در طی بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹ در تعدادی از شهرهای استان خراسان رضوی

Table 5. Production of rainfed cumin during 1995 to 2020 in some of cities of Khorasan Razavi province

نیشابور Neyshabour	مه ولات Mavalat	مشهد Mashhad	گناباد Gonabad	سبزوار Sabzevar	خوشاب Khooshab	خواف Khaf	تربت حیدریه Torbat heydarieh	تربت جام Torbat jam	تایباد Taibad	بردسکن Bardaskan	
0.0	-	4.8	150.0	900.0	-	650.0	850.0	1250.0	6000.0		1374
0.0	-	24.0	0.0	900.0	-	400.0	750.0	500.0	2000.0	2000.0	1375
360.0	-	60.0	0.0	720.0	-	105.0	600.0	300.0	900.0	300.0	1376
741.0	-	70.0	111.0	176.0	-	618.0	444.0	1107.0	2040.0	653.0	1377
357.0	-	48.0	65.0	524.0	-	585.0	273.0	663.0	1215.0	664.0	1378
0.0	-	16.0	0.0	0.0	-	0.0	100.0	0.0	0.0	75.0	1379
19.0	67.0	22.0	0.0	113.0	-	0.0	6.0	0.0	0.0	114.0	1380
170.0	133.0	30.0	0.0	83.0	-	9.0	24.0	0.0	3.0	625.0	1381
207.0	344.0	240.0	0.0	67.0	-	157.0	56.0	0.0	143.0	575.0	1382
336.0	205.0	216.0	0.0	80.5	-	181.0	42.0	0.0	0.0	410.0	1383
270.0	70.0	108.0	0.0	70.0	-	144.0	25.0	-	17.0	264.0	1384
202.5	40.0	124.0	0.0	22.0	-	120.0	11.7	-	17.6	115.0	1385
217.5	40.5	60.0	0.0	14.0	-	65.0	5.0	0.0	17.6	140.0	1386
100.0	40.5	0.0	0.0	9.5	-	0.0	0.0	-	-	0.0	1387
94.0	23.0	0.0	0.0	9.0	-	102.0	30.0	0.0	0.0	253.0	1388
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1389
51.0	10.0	0.0	0.0	20.0	568.0	0.0	10.0	0.0	0.0	68.0	1390
238.0	0.0	1.1	0.8	75.0	568.0	0.0	10.0	0.0	0.0	70.0	1391
-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1392
-	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	1393
0.0	0.0	0.0	9.0	24.2	213.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1394
187.0	0.0	-	31.5	24.2	273.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1395
250.0	0.0	-	82.5	161.5	264.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	1396
60.0	0.0	0.0	148.5	98.0	135.0	0.0	1.5	0.0	0.0	19.5	1397
247.5	0.0	30.0	455.0	416.0	750.0	27.7	1.0	25.0	312.0	0.0	1398
64.0	112.6	84.0	518.0	263.0	680.0	110.0	0.9	87.0	670.0	734.0	1399
181.4	57.1	51.7	62.9	190.8	345.2	137.0	129.6	178.7	555.6	296.2	میانگین Mean

جدول۶- عملکرد زیره آبی در طی بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹ در تعدادی از شهرهای استان خراسان رضوی

Table 6. Yield of irrigated cumin during 1995 to 2020 in some of cities of Khorasan Razavi province

نیشابور Neyshabour	مه ولات Mavalat	مشهد Mashhad	گناباد Gonabad	سبزوار Sabzevar	خوشاب Khooshab	خواف Khaf	تربت حیدریه Torbat heydarieh	تربت جام Torbat jam	تایباد Taibad	بردسکن Bardaskan	
400.0	-	500.0	500.0	0.0	-	1000.0	1000.0	1000.0	600.0		1374
450.0	-	0.0	454.5	0.0	-	1000.0	700.0	600.0	600.0	600.0	1375
250.0	-	0.0	200.0	300.0	-	400.0	528.0	300.0	200.0	250.0	1376
500.0	-	550.0	400.0	420.4	-	551.4	600.0	500.0	600.0	400.0	1377
322.2	-	600.0	310.0	400.0	-	400.0	500.0	400.0	449.8	323.1	1378
308.3	-	400.0	250.0	390.0	-	121.7	450.0	380.0	430.0	300.0	1379
420.0	507.9	538.5	419.7	500.0	-	300.0	330.4	451.0	490.5	400.0	1380
600.0	628.6	551.7	570.3	633.5	-	451.2	420.0	600.0	500.0	439.4	1381
621.4	660.0	555.6	550.0	600.0	-	450.0	450.0	700.0	500.0	460.2	1382
580.6	689.6	412.7	550.0	600.0	-	449.2	500.0	571.4	400.0	450.0	1383
400.0	700.2	412.7	581.1	552.1	-	400.3	500.0	-	511.1	460.0	1384
352.7	700.0	460.3	574.8	502.9	-	399.2	405.3	-	550.0	450.0	1385
352.7	700.0	628.6	526.1	709.9	-	348.8	414.3	800.0	550.0	450.0	1386
216.7	0.0	1500.0	311.2	502.8	-	250.0	225.0	-	-	0.0	1387
550.0	650.0	2500.0	315.6	1274.1	-	350.4	1306.7	800.0	350.0	500.0	1388
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1389
400.0	701.2	0.0	251.4	637.0	450.0	400.0	600.0	600.0	500.0	450.0	1390
400.0	0.0	0.0	250.0	414.8	450.0	400.0	600.0	600.0	500.0	450.0	1391
-	600.5	0.0	250.0	415.1	450.3	348.9	900.7	600.5	360.4	500.4	1392
-	680.0	-	400.0	668.6	500.0	-	456.5	700.0	510.0	674.7	1393
450.0	680.0	0.0	400.0	730.0	480.0	500.0	450.0	750.0	610.0	740.0	1394
422.7	740.0	-	422.9	763.3	475.8	592.0	480.0	634.4	634.3	761.2	1395
400.0	500.0	-	450.0	506.2	500.0	430.0	450.0	610.7	610.0	805.4	1396
400.0	500.0	0.0	450.0	505.1	500.0	530.7	600.0	720.0	633.9	500.0	1397
0.0	500.0	550.0	600.0	800.0	800.0	560.0	750.0	750.0	850.7	740.9	1398
805.2	720.0	600.0	680.0	849.8	800.0	741.0	740.1	830.0	750.0	820.0	1399
417.5	571.5	489.1	426.7	547.0	540.6	474.0	574.3	631.7	528.8	496.9	میانگین Mean

جدول۷- عملکرد زیره سبز دیم در طی بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹ در تعدادی از شهرهای استان خراسان رضوی

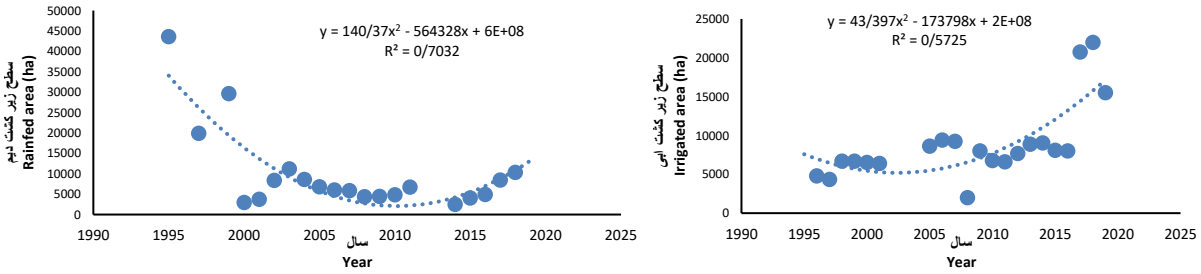
Table 7. Yield of rainfed cumin during 1995 to 2020 in some of cities of Khorasan Razavi province

نیشابور Neyshabour	مه ولات Mavalat	مشهد Mashhad	گناباد Gonabad	سبزوار Sabzevar	خوشاب Khooshab	خواف Khaf	تربت حیدریه Torbat heydarieh	تربت جام Torbat jam	تایباد Taibad	بردسکن Bardaskan	
0.0	-	480.0	300.0	300.0	-	500.0	500.0	250.0	300.0	-	1374
0.0	-	80.0	0.0	300.0	-	266.7	300.0	250.0	250.0	400.0	1375
180.0	-	150.0	0.0	180.0	-	150.0	300.0	150.0	180.0	150.0	1376
190.0	-	100.0	170.8	220.0	-	250.2	200.0	180.0	240.0	225.2	1377
99.9	-	120.0	130.0	201.5	-	150.0	130.0	170.0	150.0	225.1	1378
0.0	-	80.0	0.0	0.0	-	0.0	71.4	0.0	0.0	59.9	1379
79.8	120.1	97.8	0.0	139.5	-	0.0	96.8	0.0	0.0	99.1	1380
229.7	156.5	149.3	0.0	180.4	-	200.0	120.0	0.0	120.0	223.2	1381
230.0	246.4	269.7	0.0	239.3	-	200.0	140.0	0.0	170.2	230.0	1382
280.0	273.3	270.0	0.0	230.0	-	239.7	140.0	0.0	0.0	200.0	1383
200.0	280.0	270.0	0.0	200.0	-	180.0	138.9	-	298.2	170.3	1384
150.0	148.1	310.0	0.0	200.0	-	150.0	65.0	-	320.0	74.2	1385
150.0	150.0	150.0	0.0	200.0	-	130.0	100.0	0.0	320.0	100.0	1386
100.0	150.0	0.0	0.0	190.0	-	0.0	0.0	-	-	0.0	1387
200.0	153.3	0.0	0.0	180.0	-	150.0	150.0	0.0	0.0	168.7	1388
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1389
170.0	200.0	0.0	0.0	200.0	258.2	0.0	100.0	0.0	0.0	130.8	1390
170.0	0.0	220.0	50.0	750.0	258.2	0.0	100.0	0.0	0.0	140.0	1391
-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1392
-	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	1393
0.0	0.0	0.0	90.0	220.0	240.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1394
170.0	0.0	-	90.0	220.0	210.0	150.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1395
500.0	0.0	-	150.0	159.9	220.0	0.0	0.0	0.0	0.0	150.0	1396
150.0	0.0	0.0	135.0	128.9	150.0	0.0	150.0	0.0	0.0	150.0	1397
450.0	0.0	370.4	350.0	320.0	500.0	440.0	500.0	250.0	480.0	0.0	1398
200.0	250.1	381.8	350.0	350.7	377.8	200.0	450.0	300.0	300.0	312.3	1399
169.5	112.0	159.0	72.6	212.4	221.4	139.9	150.1	70.5	130.4	133.7	میانگین Mean

همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، روند رگرسیونی سطح زیر کشت آبی زیره سبز در استان در طی سال‌های مورد بررسی، روند افزایشی غیر خطی داشت ولی در مقابل آن از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹، تغییرات سطح زیر کشت دیم این محصول، روند کاهشی نشان داد. اینگونه استنباط می‌شود که با توجه به تغییر مقدار نزولات جوی و تغییرات اقلیمی که در گذر زمان رخ داده است، کشت دیم این محصول ریسک پذیری بالاتری داشته و تمایل به کشت آبی آن افزایش یافته است.

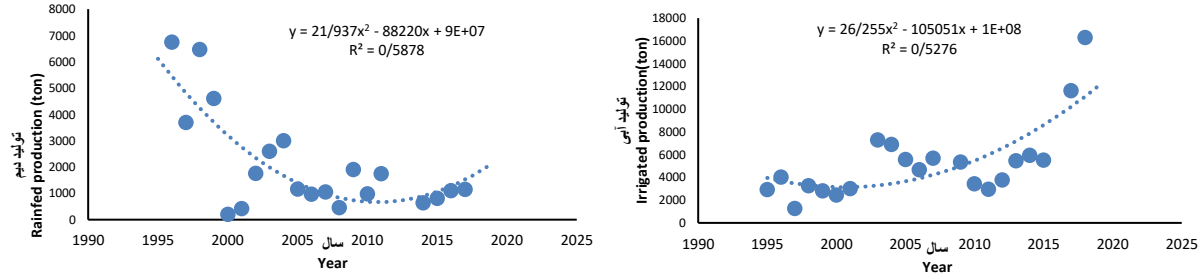
نتایج نشان داد که تغییرات میانگین تولید آبی و دیم زیره سبز نیز در طی بازه مورد بررسی از روندی مشابه با تغییرات سطح زیر کشت این محصول تبعیت کرد بطوریکه تولید آبی زیره سبز در طی زمان روند افزایشی غیر خطی و تولید دیم آن روند کاهشی نشان داد (شکل ۲). بدیهی است با تغییر سطح زیر کشت، تولید محصول نیز متاثر خواهد شد.

بررسی روند رگرسیونی عملکرد زیره سبز آبی و دیم در طی زمان حاکی از آن بود که در طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹، عملکرد آبی و دیم این محصول روند افزایشی داشت. نتایج گویای این امر است که مقدار عملکرد این محصول در شرایط آبی بیشتر از دیم بود ولی بطور کلی بهبود عملیات به‌زراعی و به‌نژادی در افزایش عملکرد زیره در شرایط دیم و آبی در طی زمان موثر بوده است.



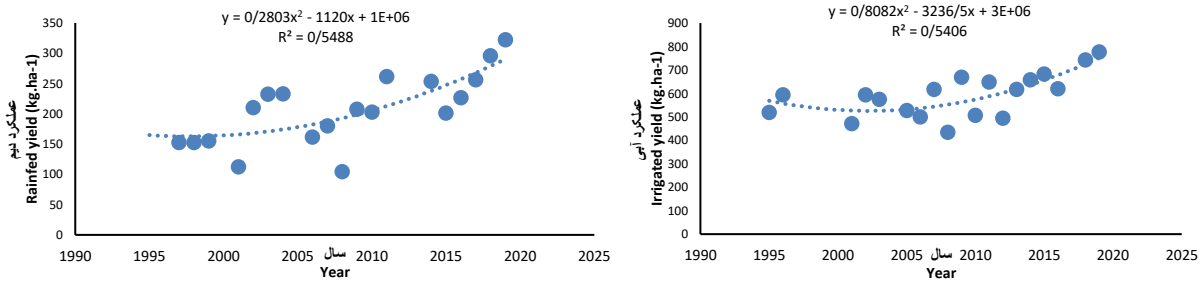
شکل ۱- روند رگرسیونی میانگین سطح زیر کشت آبی و دیم زیره سبز در استان خراسان رضوی در طی بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹

Fig. 1- The regression trend of irrigated and rainfed area of cumin in Khorasan Razavi province during the period from 1995 to 2020



شکل ۲- روند رگرسیونی میانگین تولید آبی و دیم زیره سبز در استان خراسان رضوی در طی بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹

Fig. 2- The regression trend of irrigated and rainfed production of cumin in Khorasan Razavi province during the period from 1995 to 2020

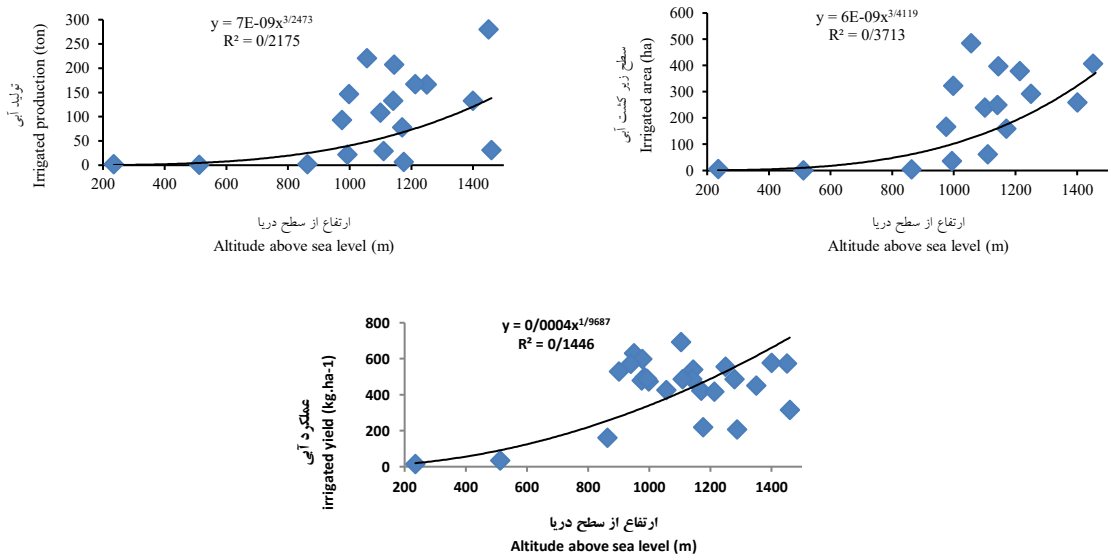


شکل ۳- روند رگرسیونی میانگین عملکرد آبی و دیم زیره سبز در استان خراسان رضوی در طی بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹

Fig. 3. The regression trend of irrigated and rainfed yield of cumin in Khorasan Razavi province during the period from 1995 to 2020

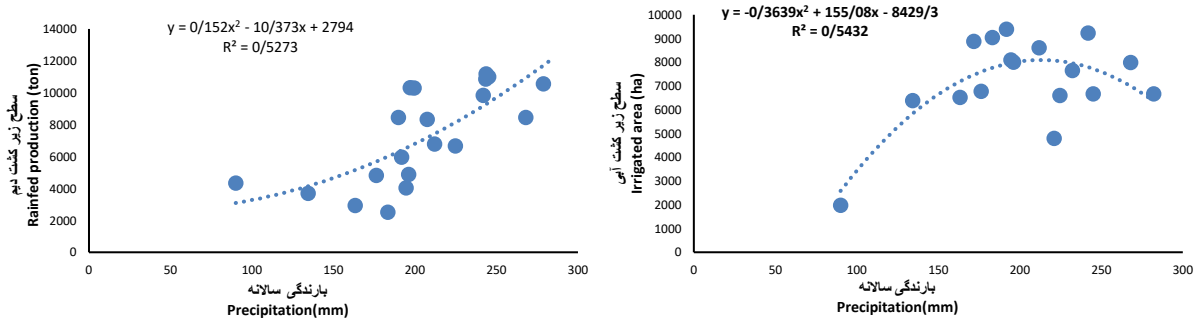
روند رگرسیونی تغییرات سطح زیر کشت، تولید و عملکرد زیره سبز آبی با افزایش ارتفاع از سطح دریا در شکل ۴ نشان داده شده است. طبق نتایج حاصل از تحقیق، با افزایش ارتفاع از سطح دریا، خصوصیات مورد بررسی، روند افزایشی غیر خطی نشان داد ولی همبستگی قابل توجهی بین ارتفاع از سطح دریا با سطح زیر کشت، تولید و عملکرد دیم مشاهده نشد. ارتفاع از سطح دریا می‌تواند به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر رشد و عملکرد گیاه زراعی موثر باشد بطوریکه با افزایش ارتفاع از سطح دریا، مقدار نور و کیفیت نور دریافتی تغییر می‌کند. همچنین افزایش ارتفاع با تاثیر بر دمای هوا بر تاخیر در گلدهی گیاه نیز موثر است (Koocheki *et al.*, 2003). بررسی نشان داده است که ارتفاع ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ متر بالاتر از سطح دریا برای رشد بهینه زیره سبز، مناسب است (Kamkar *et al.*, 2011; Kafi, 2002).

نتایج نشان داد که سطح زیر کشت و تولید زیره سبز در شرایط آبی در مقایسه با دیم برتری داشت ولی در بررسی روند رگرسیونی تغییرات این دو صفت با تغییر بارندگی مشاهده شد که با افزایش مقدار نزولات جوی، سطح زیر کشت و تولید آبی و دیم زیره سبز روند افزایشی نشان داد (شکل‌های ۵ و ۶).



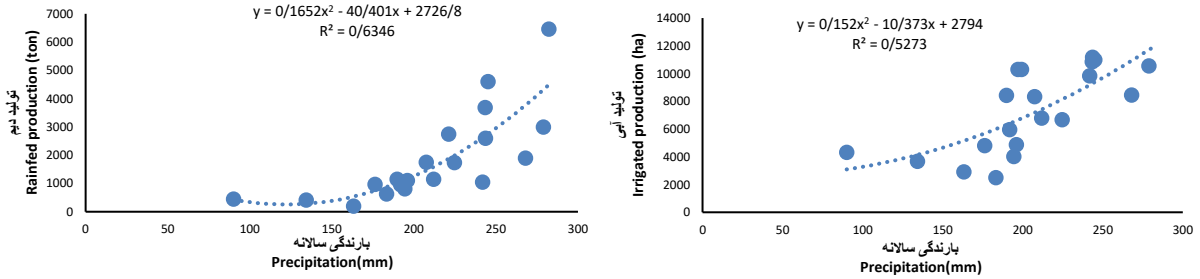
شکل ۴- روند رگرسیونی تاثیر ارتفاع از سطح دریا بر میانگین سطح زیر کشت و تولید زیره سبز آبی در استان خراسان رضوی در طی بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹

Fig. 4- The regression trend of effect of altitude above sea level on the average irrigated area and production of cumin in Khorasan Razavi province during the period from 1995 to 2020



شکل ۵- روند رگرسیونی تاثیر میانگین بارندگی بر سطح زیر کشت زیره سبز آبی و دیم در استان خراسان رضوی در طی بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹

Fig. 5- The regression trend of the average precipitation effect on cultivated area of irrigated and rainfed cumin in Khorasan Razavi province during the period from 1995 to 2020

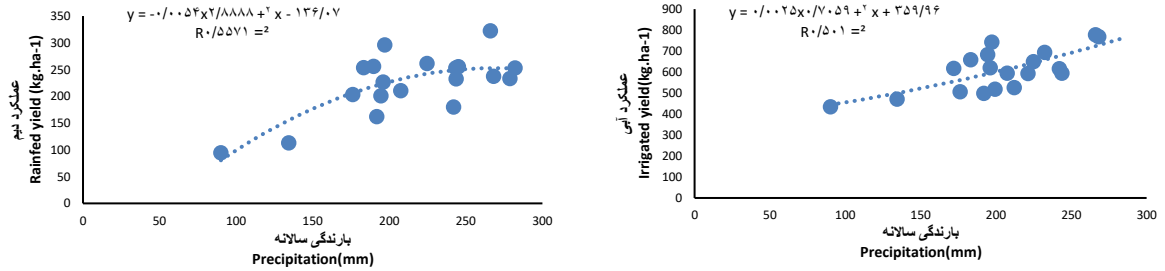


شکل ۶- روند رگرسیونی تاثیر میانگین بارندگی بر تولید زیره سبز آبی و دیم در استان خراسان رضوی در طی بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹

Fig. 6- The regression trend of the average precipitation effect on production of irrigated and rainfed cumin in Khorasan Razavi province during the period from 1995 to 2020

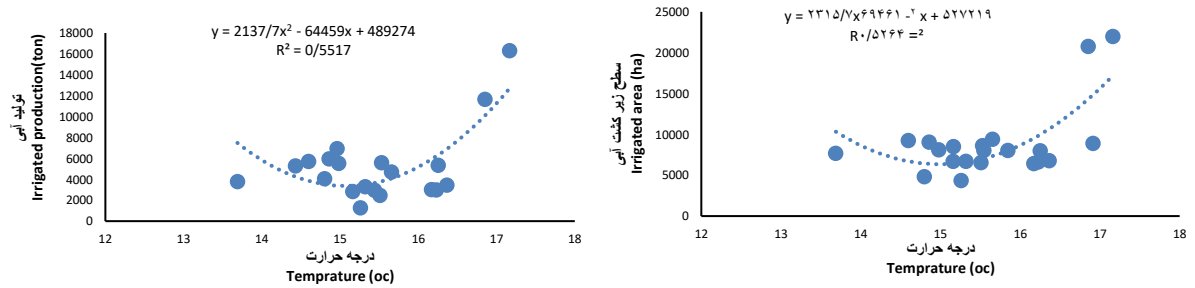
روند تغییرات عملکرد زیره سبز آبی و دیم با تغییر مقدار بارندگی در شکل ۷ نشان داده شده است. طبق این نتایج، با افزایش میانگین بارندگی، عملکرد زیره سبز آبی و دیم، روند افزایشی غیر خطی داشت. نتایج تحقیق بهبودی (Behboodi, 2001) نشان داد که زیره سبز در صورت وقوع ۱۷۰ میلیمتر بارندگی در طی فصل زراعی، نیاز به آبیاری ندارد و رطوبت بالای نسبی هوا در نواحی با بارندگی زیاد می‌تواند باعث توسعه بیماری‌های قارچی در گیاه گردد (Zeidali *et al*., 2011)

با افزایش میانگین درجه حرارت سالانه نیز، سطح زیر کشت و تولید زیره سبز آبی، روند افزایشی غیر خطی نشان داد ولی عملکرد زیره آبی از روند مشخصی تبعیت نکرد (شکل ۸). همچنین با افزایش درجه حرارت سطح زیر کشت، تولید و عملکرد دیم زیره سبز روند کاهشی نشان داد (شکل ۹). نتایج مطالعه Kamyabi *et al*. (2014) روی تاثیر عوامل اقلیمی موثر بر کشت زعفران در دهستان‌های شهرستان رشتخوار نیز نشان داد که در میان عوامل محیطی، بارش و دما بیشترین تاثیر را در کشت زعفران داشته‌اند.



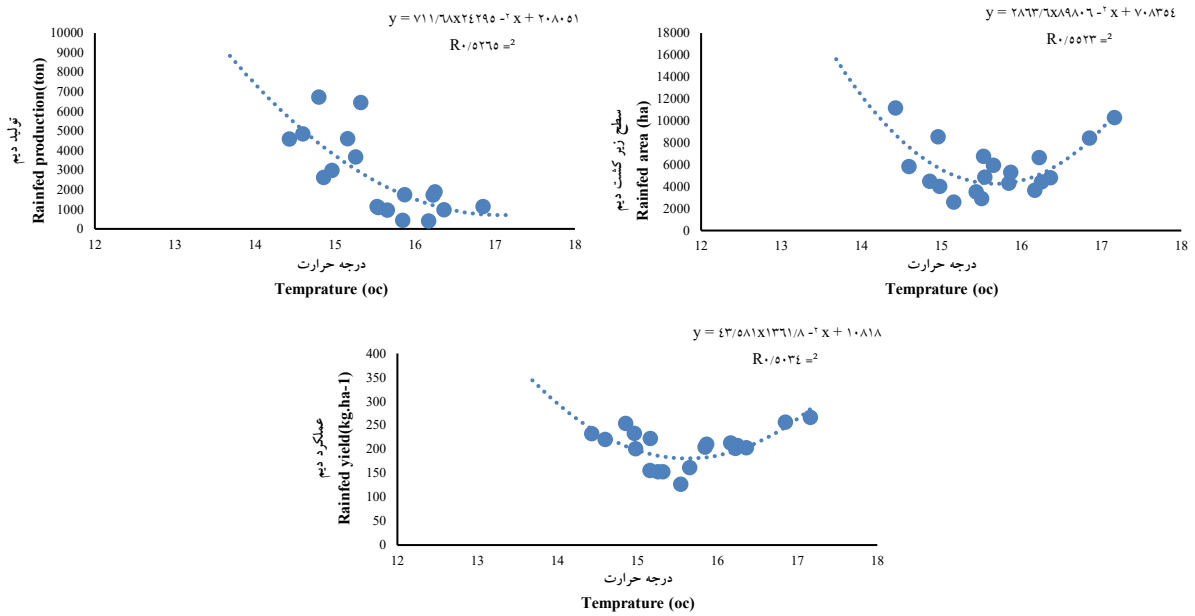
شکل۷- روند رگرسیونی تاثیر میانگین بارندگی بر عملکرد زیره سبز آبی و دیم در استان خراسان رضوی در طی بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹

Fig. 7- The regression trend of the average precipitation effect on yield of irrigated and rainfed cumin in Khorasan Razavi province during the period from 1995 to 2020



شکل ۸-روند رگرسیونی تاثیر میانگین درجه حرارت بر سطح زیر کشت و تولید زیره سبز آبی در استان خراسان رضوی در طی بازه ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۹

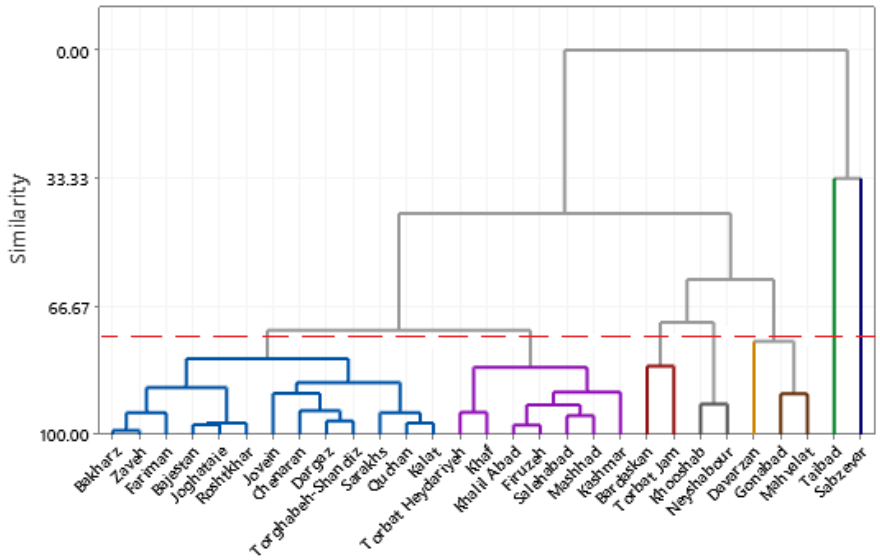
Fig. 8- The regression trend of the effect of temperature on cultivated area, production and yield of cumin in Khorasan Razavi province under irrigated condition during the period from 1984 to 2020



شکل ۹- روند رگرسیونی تاثیر میانگین درجه حرارت بر سطح زیر کشت و تولید زیره سبز دیم در استان خراسان رضوی در طی بازه ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۹

Fig. 9- The regression trend of the effect of temperature on cultivated area, production and yield of cumin in Khorasan Razavi province under rainfed condition during the period from 1984 to 2020

خوشه بندی شهرهای مختلف استان خراسان رضوی از نظر سطح زیر کشت، تولید و عملکرد زیره سبز در شکل ۱۰ نشان داده شده است. بر این اساس شهرهای استان در هفت خوشه قرار گرفتند. خوشه اول شامل شهرهای باخرز، زاوه، فریمان، بجستان، جغتای، رشتخوار، جوین، چناران، درگز، طرقبه- شاندیز، سرخس، قوچان و کلات بود. شهرهای تربت حیدریه، خواف، خلیل آباد، فیروزه، صالح آباد، و مشهد در خوشه دوم، شهرهای بردسکن و تربت جام در خوشه سوم، شهرهای خوشاب و نیشابور در خوشه چهارم و گناباد و مه ولات در خوشه پنجم جای گرفتند. شهرهای تایباد و سبزوار نیز در شاخه های مجزا قرار گرفتند.



شکل ۱۰- دندروگرام درصد تشابه شهرهای مختلف خراسان رضوی از نظر تولید، سطح زیر کشت و عملکرد زیره سبز

Fig. 10- Cluster of similarity percentage of different cities of Khorasan Razavi in terms of production, cultivated area and yield of cumin

نتیجه گیری

طبق نتایج حاصل از تحقیق، سطح زیر کشت، تولید و عملکرد گیاه دارویی زیره سبز تحت تاثیر پارامترهای اقلیمی و در بازه زمانی مورد بررسی در شهرهای مختلف استان خراسان رضوی متفاوت بود ولی بطور کلی سطح زیر کشت و تولید این محصول در سبزوار بر دیگر مناطق استان برتری داشت. همچنین با افزایش ارتفاع از سطح دریا، بارندگی و درجه حرارت، سطح زیر کشت و تولید آبی این محصول، روند افزایشی نشان داد. باید توجه داشت که انتخاب محصولاتی که از نظر اقلیمی با منطقه سازگاری داشته و از نظر اقتصادی نیز برتری داشته باشند می‌تواند به ثبات تولید کشاورز کمک کند. همچنین در اقلیم خشک و نیمه خشک ایران، جایگزین کردن گیاهان مقاوم به خشکی با نیاز آبی کم می‌تواند در استفاده کاراتر از منابع آبی موجود موثر باشد.

سپاسگزاری

داده های این تحقیق با کمک سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی فراهم شده است که تشکر و قدردانی می شود.

منابع

Kalirad, A., 2012. Effect of cultivating date on qualitative and quantitative traits of Cuminum cyminum L.Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 28(1), 103-108. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2012.4017.

Kamkar, B., and Meghdadi, N. 2015. Land suitability assessment for cumin production using geographic information system and modeling approach. Journal of Plant Production. 22(1), 1-21. 20.1001.1.23222050.1394.22.1.1.8

Kamkar, B., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Rezvani Moghadam, P., 2007. Yield gap analysis of cumin in nine regions of Khorasan provinces using modelling approach. Iranian Journal of Field Crops Research. 5(2), 333-341. http://doi.org/ 10.22067/GSC.V5I2.1155.

Kamkar, B., Koocheki, A.R., Nassiri Mahallati, M., Da Silve, J., Rezvani Moghaddam, P., and Kafi, M., 2011. Fungal diseases and inappropriate sowing dates, the most important reducing factors in cumin fields of Iran, A case study in Khorasan provinces. Crop Protection. 30, 208-215. Doi: 10.1016/ j.cropro.2010.11.007.

Kamyabi, S., Habibi Nokhandan, M., and Rouhi, A., 2014. Effect of climatic factors affecting saffron using analytic hierarchy process (AHP); (Case Study Roshtkhar Region, Iran). Saffron Agronomy and Technology. 2 (1), 75-90. (In Persian with English Summary). http://doi.org/10.22048/JSAT.2014. 6187.

Kazemi, M., Tahmasebi, A.M., Valizadeh, R. Danesh Mesgaran, M., and Arab, K. 2008. Comparison of chemical composition and parameters of degradability of black cumin and green cumin straw. The third congress of animal sciences of the country. 23 and 24 september. Mashhad Ferdowsi University. Iran. 10-15 pp.

References

Bashiri, M. and Salari, A., 2016. Using geostatistics for zoning areas suitable for saffron cultivation in the Khorasan Razavi Province based on climatological parameters. Saffron Agronomy and Technology. 4(2), 155-167. (In Persian with English abstract). http://doi.org/ 10.22048/JSAT.2016.17365

Bazrafshan, J. and Ebrahim Zadeh, E., 2006. The analysis of saffron spatial- positional extension in Iran with emphasis on Khorasan. Geography and development. 4(8), 61-84. (In Persian with English abstract). http://doi.org/ 0.22111/GDIJ.2006.3786.

Behboodi, 2001. Cumin plant coefficient and its changes in the climatic conditions of Mashhad. Ms.c. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Esmaelnejad, M., 2017. Assessment and mapping of heat stress affecting the saffron in South Khorasan Province. Journal of Saffron Research. 4(2), 159-171. https://doi.org/10.22077/jsr.2017.517.

Gholampour, M., Baaghideh, M., Amir Ahmadi, A. and Jamal Abadi, J., 2011. Investigating some climatic parameters affecting the cultivation of cumin in northeast Iran. In Proceedings 1st Conference on Strategies to Achieve Sustainable Agriculture, 26 may, Ahvaz, Iran. 11 pp.

Hefazati, S.I., Zare, M., and Hefazati, S.A., 2020. Investigating the trend of cultivated area of agricultural crops in South Khorasan province (case study: jujube, barberry, saffron and pistachio). The 10th National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources. Tehran. (In Persian). 8 July, Tehran, Iran. 8 pp.

Kafi, M., 2012. Cumin: production and processing technology. Mashhad Ferdowsi University. 200 pages.

Khorasan Razavi Agricultural Jihad Organization., 2021. Statistical yearbook of 2021 of the agricultural department of Khorasan Razavi province. Available at www.Koaj.ir.

Koocheki, A., Soltani, A. Azizi, M., 2003. Plant Ecophysiology. Mashhad Academic Jihad Publications. 271 pages.

Menzel, A., Fabian, P., 1999. Growing season extended in Europe. Nature. 382, 146–149. https://doi.org/10.1038/17709.

Mohamadi, H., 2007. Applied Climatology, Tehran University Press, Tehran. 259 p.

Mohammadi, F., 1996. Cumin world trade and Iran's role in it. Chamber of Commerce letter. 345: 22-24. http://noo.rs/IKduF

Mozaffarian, v,, 2012. Identification of medicinal and aromatic plants of Iran. Farhang Moaser Puplication. 1444 pages.

Sastry, E.V.D., and Anandaraj, M., 2012. Soils, plant growth and crop production- Cumin, Fennel and Fenugreek. Available at www.eolss.net/sample-chapters/c10/e1-05a-50-00.pdf.

Shokati, B., Asgharipour, M.R., and feizizadeh, B., 2018. Agroecological zoning for cultivation of Cumin (Cuminum Cyminum) in east-Azarbaijan province, using analytic hierarchy process approach. Plant Ecophysiology. 10(35), 102-116. 20.1001.1.20085958.1397.10.35.10.1.

Tabatabai, M., Mohammadinejad, Q., and Yousefi, Kh., 2014. Yield evaluation and drought tolerance indices in cumin ecotypes. Water research in agriculture. 28(1), 163-170. https://www.magiran.com/p1290559.

Tosan, M., Alizadeh, A., Ansari, H., and Rezvani Moghaddam., 2015. Evaluation of yield and identifying potential regions for Saffron (Crocus sativus L.) cultivation in Khorasan Razavi province according to temperature parameters. Saffron Agronomy and Technology. 3(1), 1-12. (In Persian with English summary). Doi: 10.22048/ JSAT.2014.9605.

Zeidali, E., Ghorbani, A., Koocheki, A., and Jahanbakhsh, V., 2011. Effect of different growth stages and dew period length on disease development of Alternaria alternata as a biological control agent for Convolvulus arvensis. Iranianb Journal of field crops research. 9(1), 12-18. Doi: 10.22067/GSC.V9I1.10490.

Zohary, D., and Hopf, M.2000. Domestication of plants in the Old World- the origin spread of domesticated plants in south-west asiaa, Europe and the Mediterranean Basin. third edition Oxford: University Press. Doi:10.1093/acprof:osobl/ 9780199549061.001.0001.