

The effects of drought on the quantity and quality of pistachio production in Sirjan

Mohammad Sadegh Talebi¹ 

1. Corresponding Author, Department of Geography, Faculty of Humanities, Meybod University, Meybod, Iran. E-mail: talebi@meybod.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 23 Oct 2025
Revised 11 Nov 2025
Accepted 14 Nov 2025
Published 26 Dec 2025

Keywords:
Drought,
Quantity and Quality of Crop,
Kolmogorov-Smirnov,
Shapiro-Wilk Test.

ABSTRACT

Objective: A combination of internal and external factors increasingly threatens food security in Iran. On the one hand, geopolitical developments, international relations, economic sanctions, and non-climatic pressures, such as population growth, declining household income, and rising food demand, have complicated the process of food provision. On the other hand, climate change—manifested in rising temperatures, altered precipitation patterns, reduced rainfall, and recurring droughts—poses a more profound threat to agricultural production and the sustainability of national food security, as these factors directly and indirectly affect the quantity and quality of crop yields. Drought, particularly in arid and semi-arid regions such as central Iran, represents one of the most critical challenges facing the agricultural sector.

Method: In this context, the present study adopts a descriptive-analytical approach using a survey method to examine the effects of drought on the quantity and quality of pistachio production in Sirjan County, a major hub for pistachio cultivation in Iran. Data were collected through a researcher-designed questionnaire completed by 50 local experts, farmers, and pistachio producers.

Results: The results revealed a Pearson correlation coefficient of 0.418, indicating a significant positive relationship between drought severity and changes in pistachio yield and quality. Furthermore, the standardized coefficient of determination was calculated at 0.557, suggesting that approximately 55.7% of the observed variations in pistachio production can be predicted based on drought intensity.

Conclusion: These findings underscore the urgent need for adaptive management strategies and climate-responsive policies to mitigate agricultural vulnerability and enhance the resilience of Iran's food security system.

Cite this article: Talebi MS. The effects of drought on the quantity and quality of pistachio production in Sirjan. *Water Resources and Climate Change*. (2025); 1(4): 13-22.
<https://doi.org/10.22091/wrcc.2025.14330.1023>.



Introduction

Drought is an increasingly severe environmental challenge, particularly in arid and semi-arid regions, where it profoundly affects ecosystems, agriculture, and rural livelihoods. Sirjan County in Kerman Province, Iran, is highly vulnerable to this phenomenon due to its climatic conditions and economic dependence on pistachio cultivation. As one of Iran's major export crops, pistachio production is highly sensitive to water scarcity and climatic fluctuations. Drought significantly reduces both the quantity and quality of pistachio yields by limiting water availability, causing fruit drop, smaller nut size, and lower production. These impacts not only diminish farmers' income but also disrupt the regional economy and supply chain stability.

Method

This applied and descriptive–analytical study employed a mixed-methods approach, combining quantitative and qualitative techniques. Data were collected through library research, field observations, and semi-structured interviews with local experts. The main objective was to evaluate the effects of drought on pistachio yield and quality in Sirjan County, Kerman Province.

A researcher-designed questionnaire based on a five-point Likert scale was distributed among 50 pistachio farmers, orchard owners, and traders, selected using the snowball sampling method. Data were analyzed using SPSS (version 27) to identify statistical relationships between drought and production variables.

Sirjan County, located in southwestern Kerman Province at an elevation of 1,735 m, covers 10,141 km² and lies within an alluvial plain surrounded by mountain ranges. Its strategic position along the Tehran–Bandar Abbas highway enhances its agricultural and economic significance.

Results

Data analysis was conducted using SPSS (version 27) through descriptive and inferential statistics. Descriptive indicators, including mean, standard deviation, and frequency, summarized respondents' demographic characteristics. Among 50 participants, 74% were male and 26% female; the majority were 30–40 years old, with varying education levels from diploma to doctoral degree.

The Kolmogorov–Smirnov and Shapiro–Wilk tests confirmed normal data distribution ($p > 0.05$), validating the use of parametric tests. The Cronbach's alpha coefficient ($\alpha > 0.75$) indicated high instrument reliability.

Inferential analysis using Pearson's correlation and multiple regression showed a moderate, positive, and significant relationship between drought severity and pistachio production ($r = 0.418$, $p = 0.003$). The regression model was significant ($F = 10.138$, $p < 0.05$) with $r = 0.418$ and Adjusted $R^2 = 0.557$, revealing that 55.7% of variations in pistachio yield

and quality are explained by drought. The standardized beta ($\beta = 0.418$) confirmed drought's direct and substantial effect on production.

Overall, drought was identified as a key determinant of pistachio yield and quality in Sirjan County. Increasing drought intensity leads to reduced productivity and market quality, underscoring the need for sustainable water management, resilient crop varieties, and adaptive agricultural strategies to maintain pistachio production under arid conditions.

Conclusion

The findings of this study clearly demonstrate the significant impact of drought on the quantity and quality of pistachio production in Sirjan County. Statistical analyses using Pearson's correlation and multiple linear regression confirmed a positive and significant relationship between drought intensity and declines in pistachio yield and quality ($r = 0.418$, $p < 0.05$). The adjusted coefficient of determination (Adjusted $R^2 = 0.557$) indicated that approximately 55.7% of the variation in pistachio production can be explained by drought effects, emphasizing the critical role of climatic factors in agricultural performance.

The results highlight the necessity of effective water resource management, drought adaptation policies, and sustainable farming strategies. Approaches such as optimized irrigation practices, crop pattern adjustment, use of drought-resistant cultivars, and adoption of modern irrigation technologies can substantially mitigate drought impacts and enhance production resilience.

Overall, this study contributes to a deeper scientific understanding of the drought–production nexus and provides evidence-based insights to guide policymakers, researchers, and farmers in developing climate-resilient agricultural systems. Given the projected intensification of droughts under climate change, proactive adaptation and long-term planning are essential to sustain pistachio production, strengthen agricultural resilience, and ensure regional food security.

Declarations

Ethical Approval

The paper is not currently being considered for publication elsewhere. All authors have been personally and actively involved in substantial work leading to the paper, and will take public responsibility for its content.

Competing interests

Conflict of Interest – None

Availability of data and materials

Data will be made available on the request.

Authors Contributions

Mohammad Sadegh Talebi performed the calculations, approved the analytical methods, supervised the findings of this work, discussed the results, and contributed to the final version of the paper.

Acknowledgements

The authors would like to thank all participants in the present study.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.



اثرات خشک‌سالی بر کمیت و کیفیت تولید پسته در سیرجان

محمدصادق طالبی^۱

۱. نویسنده مسئول، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه میبد، میبد، ایران. رایانامه: talebi@meybod.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	هدف: امنیت غذایی در ایران با مجموعه‌ای از عوامل داخلی و خارجی مواجه است که آن را در معرض تهدید قرار می‌دهد. از یک‌سو، تحولات ژئوپلیتیکی، مناسبات بین‌المللی، تحریم‌های اقتصادی و عوامل غیراقلیمی نظیر رشد جمعیت، کاهش درآمد سرانه خانوارها و افزایش تقاضای مواد غذایی، فرآیند تأمین غذا را با چالش‌هایی روبرو ساخته‌اند. از سوی دیگر، تغییرات اقلیمی شامل افزایش دما، تغییر الگوهای بارش، کاهش بارندگی و وقوع خشک‌سالی‌های مکرر، تهدیدی برای تولیدات کشاورزی و پایداری امنیت غذایی کشور محسوب می‌شوند؛ چرا که این عوامل بر عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی اثرگذارند. خشک‌سالی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر نواحی مرکزی ایران، یکی از چالش‌های بنیادین در حوزه کشاورزی به‌شمار می‌رود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۰۱ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۳ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۰۵	روش: در این راستا، پژوهش حاضر با رویکرد توصیفی-تحلیلی و به شیوه پیمایشی، به بررسی اثرات خشک‌سالی بر کمیت و کیفیت تولید پسته در شهرستان سیرجان، به‌عنوان یکی از قطب‌های اصلی تولید این محصول در کشور، پرداخته است. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه‌ای محقق‌ساخته بوده که توسط ۵۰ نفر از کارشناسان، کشاورزان و تولیدکنندگان پسته منطقه تکمیل گردید. یافته‌ها: نتایج نشان دادند که ضریب همبستگی پیرسون برابر با ۰/۴۱۸ است که بیان‌گر وجود رابطه‌ای مثبت و معنادار بین شدت خشک‌سالی و تغییرات در کمیت و کیفیت تولید پسته می‌باشد. هم‌چنین، ضریب تعیین استاندارد شده معادل ۰/۵۵۷ محاسبه شد که نشان می‌دهد حدود ۵۵/۷ درصد از تغییرات مشاهده‌شده در تولید پسته، قابل پیش‌بینی براساس شدت خشک‌سالی است. نتیجه‌گیری: این یافته‌ها بر ضرورت اتخاذ راه‌کارهای مدیریتی و سیاست‌گذاری‌های اقلیمی در راستای کاهش آسیب‌پذیری کشاورزی و ارتقاء تاب‌آوری امنیت غذایی تأکید دارند.
کلیدواژه‌ها: خشک‌سالی، کمیت و کیفیت محصول، کولموگروف اسمیرنوف، آزمون شاپیرو ویلک.	
استناد: طالبی محمدصادق، اثرات خشک‌سالی بر کمیت و کیفیت تولید پسته در سیرجان. <i>منابع آب و تغییر اقلیم</i> . ۱۴۰۴؛ (۴): ۱۳-۲۲.	
http://doi.org/10.22091/wrcc.2025.14330.1023	



۱- مقدمه

مطالعات متعدد در زمینه تأثیر خشک‌سالی و شوری بر محصولات کشاورزی، به‌ویژه پسته، نشان‌دهنده اهمیت مدیریت منابع آب و خاک در مناطق آسیب‌پذیر است. رضوی‌نسب و همکاران در بررسی اثر نیتروژن، شوری و ماده آلی بر رشد نهال پسته، کاهش رشد را ناشی از افت پتانسیل آب خاک و تأثیر منفی یون‌های سدیم و کلر دانسته که موجب اختلال در تعادل عناصر غذایی می‌شود [۸]. سجادی و همکاران در پژوهشی در دشت رباط شهربابک، کاهش عملکرد از شرق به غرب دشت را با افزایش شوری، نسبت جذب سدیم و غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها مرتبط دانستند و بر ضرورت مدیریت شوری و اجرای آبشویی تأکید کردند [۹]. خوش‌گفتارمنش و همکاران در مطالعه‌ای بر روی گندم، افزایش غلظت کلرید سدیم در آب آبیاری را موجب افزایش معنادار غلظت سدیم و کلر محلول خاک دانستند، هرچند تأثیری بر pH خاک و غلظت سایر یون‌ها مانند منیزیم، پتاسیم، کلسیم، بی‌کربنات و سولفات مشاهده نشد [۱۰].

در مجموع، یافته‌های موجود بر ضرورت پایش مستمر منابع آب و خاک، به‌کارگیری راه‌کارهای مدیریتی نظیر اصلاح الگوی آبیاری، کنترل شوری و ارتقاء تاب‌آوری زیست‌بوم‌های کشاورزی در برابر خشک‌سالی تأکید دارند. بررسی جامع اثرات خشک‌سالی بر تولید پسته در شهرستان سیرجان می‌تواند به تدوین راه‌بردهای سازگار با تغییرات اقلیمی و افزایش بهره‌وری پایدار در این منطقه کمک شایانی نماید.

۲- چارچوب نظری

حیات، وابسته به لایه نازک خاک کره زمین می‌باشد. این پیکره طبیعی که محل رشد و نمو گیاهان است تحت تأثیر آب و هوا، موجودات زنده، و پستی و بلندی بر روی سنگ بستر در طول زمان به‌وجود می‌آید. بدون خاک، گیاهی وجود ندارد و بدون گیاه نیز غذایی ساخته نمی‌شود [۱۱ و ۱۲] و بدیهی است که بدون غذا حیوانات قادر به ادامه حیات و بقا نخواهند بود. بشر همیشه به‌دنبال

خشک‌سالی به‌عنوان یکی از مخاطرات محیطی فزاینده، در دهه‌های اخیر به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، به چالشی جدی در حوزه مدیریت منابع طبیعی و کشاورزی تبدیل شده است. این پدیده با ایجاد اختلال در تعادل هیدرولوژیکی، اثرات گسترده‌ای بر ساختار زیست‌بوم‌ها، بهره‌وری کشاورزی و معیشت جوامع وابسته به منابع آب دارد [۱ و ۲]. شهرستان سیرجان در استان کرمان، با اقلیم خشک و وابستگی شدید اقتصادی به تولید محصولات کشاورزی، به‌ویژه پسته، از جمله مناطقی است که به‌شدت تحت تأثیر خشک‌سالی قرار گرفته است. پسته، به‌عنوان یکی از محصولات راه‌بردی و صادرات‌محور ایران، در برابر تغییرات اقلیمی و کاهش منابع آبی بسیار آسیب‌پذیر بوده و این امر پیامدهای اقتصادی و اجتماعی قابل توجهی برای تولیدکنندگان، فعالان بازار و ساختار اقتصادی منطقه به‌همراه دارد [۳ و ۴].

خشک‌سالی می‌تواند تولید پسته را از دو جنبه کمی و کیفی تحت تأثیر قرار دهد. از منظر کمی، کاهش بارندگی و افت سطح منابع آب زیرزمینی منجر به کاهش حجم محصول برداشت شده می‌شود. درختان پسته برای رشد و باردهی مطلوب به تأمین مستمر آب نیاز دارند و کمبود آن می‌تواند موجب ریزش میوه‌ها، کاهش اندازه و تعداد مغزها و در نهایت افت عملکرد کل شود. این کاهش نه تنها در آمد باغداران را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه موجب اختلال در زنجیره تأمین و نوسانات بازار نیز خواهد شد [۵]. از سوی دیگر، کیفیت محصول نیز در شرایط خشک‌سالی دچار افت می‌شود؛ به‌طوری‌که تنش آبی، نوسانات دمایی و تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌توانند بر ویژگی‌هایی نظیر طعم، رنگ، اندازه و یکنواختی مغز پسته اثر منفی بگذارند. افت کیفیت محصول، کاهش تقاضا در بازارهای داخلی و بین‌المللی را در پی داشته و به‌تبع آن، موجب کاهش سودآوری تولیدکنندگان می‌گردد [۶ و ۷].

شرایطی راه‌بردی و دسترسی مطلوبی را برای آن فراهم ساخته است.

سیرجان با ارتفاع ۱۷۳۵ متر از سطح آب‌های آزاد در دشتی رسوبی بین کفه و کوه‌های شرقی شهرستان واقع شده است. دشت ابراهیم آباد سیرجان با ارتفاع ۱۷۱۰ متر مرتفع‌ترین دشت کشور است [۹]. موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ ارائه شده است.

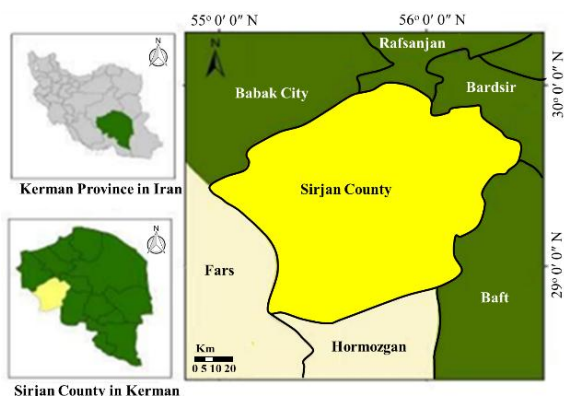


Figure 1. Location of Sirjan in the province and country (Source: Author)

شکل ۱- موقعیت سیرجان در استان و کشور (منبع: نگارنده)

۲-۳- روش تحقیق

این پژوهش از نظر هدف در زمره مطالعات کاربردی قرار می‌گیرد و از حیث ماهیت و نحوه نگرش به مسئله، رویکردی توصیفی-تحلیلی دارد. روش تحقیق به صورت ترکیبی از روش‌های کمی و کیفی طراحی شده است. داده‌های مورد نیاز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و مشاهدات میدانی گردآوری شده‌اند. در مرحله مقدماتی، به منظور شناخت دقیق محدوده مطالعاتی و نحوه برداشت اطلاعات، از مصاحبه با کارشناسان محلی بهره گرفته شد. هدف اصلی این تحقیق، ارزیابی اثرات خشک‌سالی بر کمیت و کیفیت تولید پسته در شهرستان سیرجان است. ابزار گردآوری داده‌ها، پرسشنامه‌ای محقق ساخته با طراحی مبتنی بر طیف لیکرت^۱ بوده که سوالات آن با استفاده از مطالعات پیشین و نظرات متخصصان تدوین شده‌اند. جامعه آماری شامل ۵۰ نفر از باغداران، کشاورزان و فعالان تجاری

خاک‌های حاصلخیز و سودآور بوده است و تمدن از مناطقی شروع گردید که خاک خوب و مناسب کشاورزی داشتند [۱۳]. خشک‌سالی پدیده‌ای طبیعی به‌شمار می‌رود که بدون نظمی قابل پیش‌بینی در جریان وقوع است، که برای موجودیت کشاورزان بسیار خطرناک می‌باشد، زیرا وقتی آب کافی در دسترس نباشد، هر چقدر هم لایه خاک عمیق حاصلخیز یا بذر به‌کاررفته مرغوب و نگهداری مزرعه خوب باشد باز زمین محصول ناچیزی به‌بار خواهد آورد. خشک‌سالی‌ها به سه شکل اقلیمی، هیدرولوژی و کشاورزی دیده می‌شوند [۱۴ و ۱۵].

خشک‌سالی و تخریب زمین تشدیدکننده یکدیگر هستند، زیرا هر دو مانع بازگشت زمین به وضع عادی می‌باشند. زمین سالم بعد از پایان خشک‌سالی، باروری قبلی خود را باز خواهد یافت. درحالی که زمین تخریب شده و فرسوده اغلب قادر به این کار نیست [۱۶]. صدمات ناشی از خشک‌سالی بر درختان باعث سوختگی جوانه‌ها و از بین رفتن آن‌ها، دیر باز شدن جوانه‌ها در اوایل فصل رشد، آفتاب سوختگی و شکاف خوردن عمقی آن‌ها و از بین رفتن تمام قسمت‌های درخت در پاره‌ای از باغ‌ها است [۱۷].

۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- منطقه مورد مطالعه

شهرستان سیرجان با مساحتی بالغ بر ۱۰۱۴۱ کیلومتر مربع در جنوب‌غربی استان کرمان واقع شده است. این شهرستان از شمال با شهر بابک، از شرق با بردسیر، از جنوب با بخش حاجی‌آباد استان هرمزگان، و از غرب با شهرستان نیریز استان فارس هم‌مرز می‌باشد. مرکز این شهرستان، شهر سیرجان، در مختصات جغرافیایی ۵۵ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. موقعیت مکانی این شهر در محل تلاقی محورهای ارتباطی چهار استان یزد، کرمان، فارس و هرمزگان و هم‌چنین در مسیر شاه‌راه تهران-بندرعباس،

^۱- Likert

فرضیه صفر رد و فرضیه جایگزین پذیرفته شد. لازم به ذکر است که در تحلیل‌های آماری، اصطلاحات P-value و سطح معناداری به صورت مترادف به کار می‌روند.

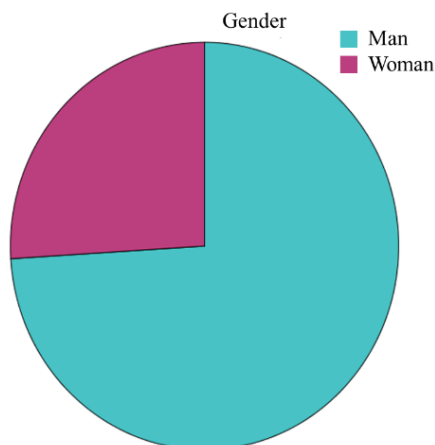


Figure 2. Participants gender variable under study

شکل ۲- متغیر جنسیت شرکت‌کنندگان مورد مطالعه

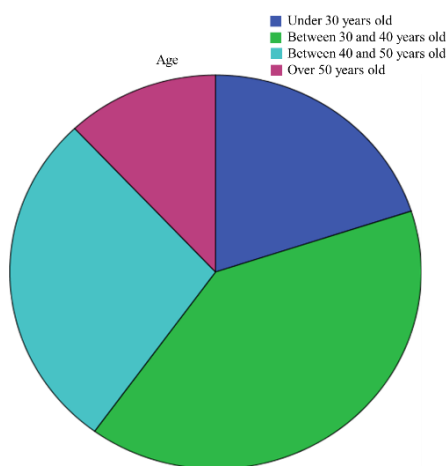


Figure 3. Participants' age variable under study

شکل ۳- متغیر سن شرکت‌کنندگان مورد مطالعه

حوزه پسته در شهرستان سیرجان است که با استفاده از روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی^۲ انتخاب شدند. در این روش، افراد واجد شرایط از طریق معرفی متقابل توسط کارشناسان شناسایی و به نمونه تحقیق افزوده شدند. داده‌های گردآوری‌شده با بهره‌گیری از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۷ مورد تحلیل قرار گرفتند.

۴- بحث و بررسی نتایج

تحلیل داده‌های پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ در دو سطح آمار توصیفی و آمار استنباطی انجام گرفت. در بخش توصیفی، شاخص‌های جمعیت‌شناختی و آماری شامل میانگین، انحراف معیار، کمینه و بیشینه برای توصیف ویژگی‌های نمونه آماری مورد استفاده قرار گرفت. برای متغیرهای کیفی از جداول فراوانی و نمودارهای دایره‌ای و برای متغیرهای کمی از شاخص‌های مرکزی و پراکندگی بهره گرفته شد.

توصیف جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان از جمله جنسیت، سن و تحصیلات در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ آورده شده است. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، ۷۴ درصد از شرکت‌کنندگان مرد (۳۷ نفر) و ۲۶ درصد زن (۱۳ نفر) بودند. همچنین شکل ۳ نشان می‌دهد که ۲۰ درصد زیر ۳۰ سال، ۴۰ درصد بین ۳۰ تا ۴۰ سال، ۲۸ درصد بین ۴۰ تا ۵۰ سال، و ۱۲ درصد بالای ۵۰ سال سن داشتند. همچنین شکل ۴ نشان می‌دهد که ۳۰ درصد دارای تحصیلات زیر دیپلم و دیپلم، ۲۴ درصد فوق‌دیپلم، ۲۸ درصد لیسانس، ۱۴ درصد فوق‌لیسانس، و ۴ درصد دکتری بودند.

در بخش استنباطی، برای آزمون فرضیه‌های پژوهش از رگرسیون چندگانه به روش هم‌زمان و ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. فرضیه‌های آماری به صورت فرضیه صفر (H_0) و فرضیه جایگزین (H_1) تعریف گردیدند. آزمون‌های آماری با سطح معناداری پیش فرض $\alpha = 0.05$ انجام شدند. در مواردی که مقدار P-value کم‌تر از α بود،

²- Snowball Sampling

جدول ۱- آزمون نرمال بودن

Test	Characteristic	Drought effects	Quantity and quality of pistachio production
Kolmogorov Smirnov test	Statistics	0.170	0.126
	Degree of freedom	50	50
	Significance level	0.200	0.077
Shapiro Wilk test	Statistics	0.854	0.946
	Degree of freedom	50	50
	Significance level	0.094	0.064

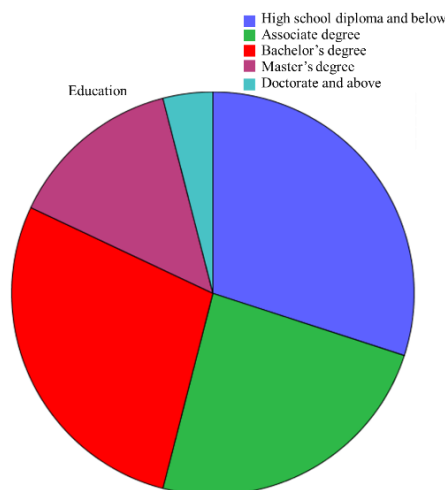


Figure 4. Educational status under study

شکل ۴- موقعیت تحصیلات مورد مطالعه

۴-۱- بررسی نرمال بودن داده‌ها

به‌منظور بهره‌گیری از آزمون‌های آماری پارامتریک در تحلیل‌های مقایسه‌ای و رابطه‌ای، بررسی مفروضه نرمال بودن توزیع داده‌ها، به‌ویژه در خصوص متغیرهای وابسته، ضروری است. در نمونه‌هایی با حجم متوسط تا بالا، می‌توان با استناد به قضیه حد مرکزی، از شاخص‌های کجی و کشیدگی برای ارزیابی نرمال بودن استفاده کرد. در مقابل، برای نمونه‌هایی با حجم پایین‌تر، آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف^۳ و شاپیرو-ویلک^۴ مناسب‌تر هستند [۱۸ و ۱۹]. با توجه به این که حجم نمونه این پژوهش برابر با ۵۰ نفر است و در دسته نمونه‌های به‌نسبت بزرگ قرار می‌گیرد، آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده‌ها به‌کار گرفته شد. نتایج حاصل از آزمون‌های شاپیرو-ویلک و کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که سطح معناداری (P-value) برای تمامی متغیرها بیش‌تر از ۰/۰۵ بوده است؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که توزیع داده‌ها در تمامی متغیرهای مورد بررسی از لحاظ آماری نرمال می‌باشد.

خلاصه نتایج آزمون نرمال بودن در جدول ۱ ارائه

شده است.

۴-۲- بررسی پایایی متغیرها

در پژوهش‌های کمی، ارزیابی پایایی ابزار اندازه‌گیری از مراحل ضروری تحلیل داده‌ها محسوب می‌شود. پایایی به میزان ثبات و سازگاری نمرات حاصل از یک ابزار در اندازه‌گیری‌های مکرر اشاره دارد. به بیان دیگر، زمانی می‌توان گفت یک ابزار از پایایی مطلوبی برخوردار است که اجرای آن در زمان‌ها یا شرایط مختلف، نتایج مشابهی را برای یک فرد یا گروه فراهم آورد.

یکی از شاخص‌های متداول در سنجش پایایی، سازگاری درونی^۵ است که به‌طور معمول با ضریب آلفای کرونباخ^۶ اندازه‌گیری می‌شود [۲۰]. این ضریب نشان می‌دهد تا چه حد گویه‌های یک مقیاس، یک سازه واحد را به‌صورت هماهنگ اندازه‌گیری می‌کنند. به‌طور کلی، مقدار آلفای کرونباخ بین ۰/۷۵ تا ۱ نشان‌دهنده پایایی مطلوب و سازگاری درونی مناسب بین گویه‌ها است [۲۱ و ۲۲].

نتایج محاسبه آلفای کرونباخ برای متغیرهای پژوهش در جدول ۲ گزارش شده است.

^۵- Internal Consistency

^۶- Cronbach's Alpha

^۳- Kolmogorov-Smirnov test

^۴- Shapiro-Wilk Test

برنامه‌های سازگاری با شرایط خشک‌سالی را برجسته می‌سازد. افزون بر این، آگاهی از اثرات منفی خشک‌سالی می‌تواند زمینه‌ساز اقدامات پیشگیرانه و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت در جهت پایداری تولید محصولات کشاورزی، به‌ویژه پسته، شود.

جدول ۳- آزمون همبستگی داده‌ها

Table 3. Data correlation test

		Drought effects	Quantity and quality of pistachio production
Drought effects	Pearson coefficient	1	0.418
	Significance level	-	0.003
	Number	50	50
Quantity and quality of pistachio production	Pearson coefficient	0.418	1
	Significance level	0.003	-
	Number	50	50

براساس داده‌های ارائه‌شده در جدول ۴، مقدار ضریب همبستگی چندگانه (R) برابر با ۰/۴۱۸ و ضریب تعیین تعدیل‌شده ($Adjusted R^2$) برابر با ۰/۵۵۷ به‌دست آمده است. این مقادیر نشان می‌دهند که حدود ۵۵/۷ درصد از تغییرات مشاهده‌شده در کمیت و کیفیت تولید پسته توسط اثرات خشک‌سالی قابل تبیین است. به‌عبارت دیگر، خشک‌سالی به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی مؤثر بر عملکرد و کیفیت تولید پسته در شهرستان سیرجان ایفای نقش می‌کند.

مقدار ضریب همبستگی چندگانه ۰/۴۱۸ بیان‌گر وجود رابطه‌ای مثبت و در سطح متوسط میان اثرات خشک‌سالی و شاخص‌های تولید پسته است. این بدان معناست که با افزایش شدت خشک‌سالی، کاهش در هر دو بُعد کمی و کیفی محصول پسته مشاهده می‌شود. از سوی دیگر، مقدار بالای ضریب تعیین تعدیل‌شده (۰/۵۵۷) تأیید

جدول ۲- آزمون آلفای کرونباخ

Table 2. Cronbach's alpha test

Variable Name	Number of questions	Cronbach's alpha	Reliability status
Questionnaire on the effects of drought on the quantity and quality of pistachio production in Sirjan County	20	0.783	Good

نتایج حاصل از آزمون همبستگی پیرسون، که در جدول ۳ ارائه شده است، بیان‌گر وجود رابطه‌ای معنادار میان اثرات خشک‌سالی و کمیت و کیفیت تولید پسته در شهرستان سیرجان است. مقدار سطح معناداری ($Sig = 0.003$) که کم‌تر از سطح آستانه ۰/۰۵ می‌باشد، نشان می‌دهد که این رابطه از لحاظ آماری معنی‌دار بوده و احتمال بروز آن براساس تصادف بسیار پایین است.

هم‌چنین، مقدار ضریب همبستگی پیرسون ($r = 0.418$) نشان‌دهنده‌ی وجود رابطه‌ای مثبت و در حد متوسط بین دو متغیر مورد بررسی است. به بیان دیگر، با افزایش شدت اثرات خشک‌سالی، میزان و کیفیت تولید پسته کاهش می‌یابد. این امر حاکی از آن است که خشک‌سالی نه‌تنها بر مقدار برداشت محصول تأثیرگذار است، بلکه بر ویژگی‌های کیفی پسته، از جمله طعم، اندازه و رنگ میوه نیز اثر منفی دارد.

درختان پسته برای رشد بهینه به منابع آبی کافی و شرایط اقلیمی پایدار نیازمندند؛ از این‌رو، هرگونه تغییر نامطلوب در وضعیت اقلیمی می‌تواند منجر به افت عملکرد و کیفیت محصول نهایی گردد. این مسئله در نهایت می‌تواند کاهش تقاضا در بازارهای داخلی و بین‌المللی و به تبع آن افت درآمد تولیدکنندگان را به‌دنبال داشته باشد. بنابراین، یافته‌های پژوهش حاضر می‌تواند برای کشاورزان، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان بخش کشاورزی حاوی پیام‌های کاربردی مهمی باشد. نتایج این تحقیق ضرورت اتخاذ راهبردهای مؤثر مدیریت منابع آب و تدوین

مدل رگرسیونی به‌دست‌آمده از قدرت پیش‌بینی مناسبی برخوردار است.

جدول ۵- مقادیر ضریب رگرسیون

Table 5. Regression coefficient values

Model	Sum of squares	Degree of freedom	Total average	F	Significance level
Regression	277.95	1	277.95	10.1	0.003
Residual	1315.97	48	27.42		
Total	1593.92	49			

براساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۶، مقادیر سطح معناداری (p-value) برای عرض از مبدأ مدل رگرسیون و متغیرهای پیش‌بین کم‌تر از ۰/۰۵ گزارش شده است. این امر نشان می‌دهد که ضرایب رگرسیونی از نظر آماری معنادار هستند و تأثیر اثرات خشک‌سالی بر کمیت و کیفیت تولید پسته به‌طور آماری قابل تأیید است.

مطابق با ضرایب استاندارد شده بتا (β)، اثرات خشک‌سالی تأثیر مستقیم و معناداری بر متغیر وابسته دارند. مقدار ضریب بتا برابر با ۰/۴۱۸ بیان‌گر آن است که خشک‌سالی تا حدود ۴۱/۸ درصد بر تغییرات کمیت و کیفیت تولید پسته اثرگذار است. به‌بیان دیگر، با افزایش شدت خشک‌سالی، کاهش محسوسی در میزان و کیفیت محصول پسته مشاهده می‌شود.

این یافته‌ها اهمیت حیاتی مدیریت منابع آب و اتخاذ راه‌بردهای سازگار با شرایط خشک‌سالی را در مناطق مستعد کم‌آبی برجسته می‌سازند. از آنجا که بخش قابل‌توجهی از تغییرات عملکرد پسته ناشی از تأثیر خشک‌سالی است، لازم است کشاورزان و برنامه‌ریزان به‌دنبال راه کارهای مؤثر کاهش اثرات منفی آن باشند.

به‌کارگیری روش‌های کشاورزی پایدار، بهینه‌سازی الگوی مصرف آب، و استفاده از ارقام مقاوم به خشکی از جمله اقداماتی است که می‌تواند در حفظ و ارتقای تولید پسته نقش مهمی ایفا کند. افزون بر این، نتایج تحقیق حاضر می‌تواند به‌عنوان مبنایی علمی برای

می‌کند که بیش از نیمی از نوسانات تولید پسته ناشی از تغییرات مرتبط با خشک‌سالی است.

این یافته‌ها اهمیت قابل‌توجه خشک‌سالی را در تعیین پویایی‌های تولید پسته نشان می‌دهند و می‌توانند به درک عمیق‌تری از تعامل میان شرایط اقلیمی و عملکرد کشاورزی منجر شوند. بر این اساس، نتایج تحقیق حاضر می‌تواند راهنمای ارزشمندی برای کشاورزان، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان بخش کشاورزی در جهت تدوین راه‌بردهای مؤثر مدیریت منابع آب، افزایش تاب‌آوری مزارع و بهینه‌سازی تولید پسته در شرایط اقلیمی نامساعد باشد.

با توجه به سهم بالای خشک‌سالی در تغییرات عملکرد محصول، ضرورت به‌کارگیری روش‌های کشاورزی پایدار و مقاوم در برابر تغییرات اقلیمی بیش از پیش احساس می‌شود. در مجموع، نتایج این مطالعه نه‌تنها به تبیین علمی رابطه میان خشک‌سالی و تولید پسته کمک می‌کند، بلکه می‌تواند مبنایی برای تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر شواهد در زمینه مدیریت منابع طبیعی و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت کشاورزی فراهم سازد.

جدول ۴- ضریب همبستگی چندگانه

Table 4. Multiple correlation coefficient

Correlation coefficient	Coefficient of determination	Standardized coefficient of determination	Standard error of estimate
0.418	0.574	0.557	5.23603

بر اساس نتایج تحلیل واریانس ارائه‌شده در جدول ۵، مقدار آماره فیشر (F) برابر با ۱۰/۱۳۸ و مقدار سطح معناداری ($p < 0.05$) به‌دست آمده است. از آنجا که مقدار p کم‌تر از سطح آستانه ۰/۰۵ است، می‌توان نتیجه گرفت که مدل رگرسیون از لحاظ آماری معنادار است.

به‌بیان دیگر، اثرات خشک‌سالی نقش معناداری در پیش‌بینی کمیت و کیفیت تولید پسته دارند. این یافته نشان می‌دهد که متغیر خشک‌سالی توانایی توضیح تغییرات قابل‌توجهی در میزان و کیفیت تولید پسته را دارا است و

تغییرات در کمیت و کیفیت محصول است. این یافته بدین معناست که با افزایش شدت خشک‌سالی، کاهش قابل توجهی در میزان و کیفیت تولید پسته رخ می‌دهد.

هم‌چنین، مقدار ضریب تعیین تعدیل‌شده (Adjusted R² = 0.557) نشان می‌دهد که حدود ۵۵/۷ درصد از تغییرات تولید پسته توسط خشک‌سالی قابل تبیین است. این میزان بیان‌گر نقش تعیین‌کننده‌ی شرایط اقلیمی در پویایی تولید پسته و ضرورت توجه ویژه به عوامل محیطی در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی است. افزون بر این، مقدار ضریب بتای استاندارد شده ($\beta = 0.418$) نشان می‌دهد که خشک‌سالی تأثیری مستقیم و قابل توجه بر کمیت و کیفیت محصول دارد.

این نتایج بر اهمیت مدیریت کارآمد منابع آب، تدوین سیاست‌های سازگار با شرایط خشک‌سالی و به‌کارگیری راه بردهای کشاورزی پایدار تأکید دارند [۲۳]. استفاده از روش‌هایی هم‌چون بهینه‌سازی مصرف آب [۲۴]، اصلاح الگوی کشت، به‌کارگیری فناوری‌های نوین آبیاری و انتخاب ارقام مقاوم به خشکی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش اثرات منفی خشک‌سالی و حفظ پایداری تولید پسته ایفا کند.

در مجموع، یافته‌های این تحقیق نه تنها به درک علمی رابطه میان خشک‌سالی و عملکرد تولید پسته کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به‌عنوان ابزاری کاربردی برای تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر شواهد در حوزه‌های مدیریت منابع طبیعی، امنیت غذایی و برنامه‌ریزی توسعه کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به افزایش فراوانی و شدت خشک‌سالی‌ها در سال‌های آینده در نتیجه تغییرات اقلیمی [۲۵]، اتخاذ تدابیر پیشگیرانه، سیاست‌های حمایتی و اقدامات سازگارانه بلندمدت می‌تواند در حفظ پایداری تولید پسته، ارتقای تاب‌آوری بخش کشاورزی و تضمین امنیت غذایی منطقه نقشی اساسی داشته باشد. بنابراین، توصیه می‌شود که سیاست‌گذاران، پژوهشگران و کشاورزان با تمرکز بر راه کارهای نوین و پایدار، زمینه کاهش اثرات منفی خشک‌سالی و افزایش بهره‌وری تولید پسته را فراهم آورند.

سیاست‌گذاری‌های کلان در حوزه مدیریت منابع طبیعی و توسعه پایدار کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد استفاده قرار گیرد.

در مجموع، این پژوهش نه تنها به درک عمیق‌تر رابطه بین خشک‌سالی و تولید پسته کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به‌عنوان ابزاری کاربردی برای تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر شواهد در زمینه مدیریت آب، برنامه‌ریزی کشاورزی و افزایش تاب‌آوری بخش کشاورزی در برابر تغییرات اقلیمی مورد بهره‌برداری قرار گیرد. اتخاذ تدابیر مناسب در این زمینه می‌تواند در کاهش اثرات منفی خشک‌سالی و پایداری تولید پسته در آینده نقش بسزایی داشته باشد.

جدول ۶- ارزیابی ضرایب رگرسیون

Characteristics	Constant value/independent variable	
	Constant value	Drought effects
Unstandardized coefficient	21.388	0.414
Standardized beta coefficient	-	0.418
Beta standard deviation	5.568	0.130
t	3.841	3.184
Significance level	0.000	0.003

۵- نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر، که به بررسی تأثیر خشک‌سالی بر کمیت و کیفیت تولید پسته در شهرستان سیرجان پرداخته است، به‌روشنی اهمیت این پدیده اقلیمی را در بخش کشاورزی، به‌ویژه در تولید محصولات حساس به تغییرات محیطی، نشان می‌دهد.

بر اساس تحلیل‌های آماری انجام‌شده، شامل آزمون همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی چندگانه، رابطه‌ای معنادار میان شدت خشک‌سالی و عملکرد تولید پسته تأیید شد. مقدار ضریب همبستگی پیرسون ($r = 0.418$) بیان‌گر وجود رابطه‌ای مثبت و معنادار میان اثرات خشک‌سالی و

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده و این موضوع مورد تأیید ایشان است.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسنده این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک هزینه خاصی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

محمدصادق طالبی محاسبات را انجام دادند، روش‌های تحلیلی را تأیید کرد، بر یافته‌های این پژوهش نظارت داشت و نتایج را بحث نمود و در نسخه نهایی مقاله مشارکت داشت.

سپاسگزاری

از داوران محترم به‌خاطر ارائه نظرهای ساختاری و علمی سپاسگزاری می‌شود.

References

- [1] Abdolahi Ezzatabadi M, Moradi M, Sedaghat R, Hasheminasab H. Investigation the successful application of knowledge and experience of farmers for control of pistachio dieback disorder. *Pistachio Sci Technol*. 2021 Feb; 5(10): 1–20 [In Persian].
- [2] Schwabe K, Albiac J, Connor JD, Hassan RM, Meza González L. *Drought in arid and semi-arid regions: a multi-disciplinary and cross-country perspective*. Dordrecht: Springer; 2013. Available from: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6636-5>.
- [3] Akbari A, Shahiki Tash MN, Yazdani F. Factors affecting pistachio production uncertainty in Sirjan. *Journal of Agricultural Economics Research*. 2014; 6(23): 175–190 [In Persian].
- [4] Farajpour M. Fate of pistachio production in Iran holds lessons for the world. *Nature*. 2025 Mar 11. Available from: <https://www.nature.com/articles/d41586-025-00713-z>.
- [5] Dehghani B, Farahani M, Aminnejad B. Investigating the quantitative and qualitative status of water resources in the Varamin plain and providing a solution for sustainable management in the region. *Journal of New Approaches in Civil Engineering*. 2022 Sep; 6(2): 58-73. <https://doi.org/10.30469/jnace.2022.157832> [In Persian].
- [6] Einali J, Shafiei MR. Assessing vulnerability level of farmers against drought resulted from water crisis in the Zayandeh Rud River (Case Study: Rural Areas, South Garkan, Mobarakeh County). *Journal of Geography and Environmental Hazards*. 2020 Dec; 9(3): 159-181. <https://doi.org/10.22067/geo.v9i3.87857> [In Persian].
- [7] Zarei N, Latifi H, Hosseininaveh A. Unlocking drought in pistachio orchards: monitoring and forecasting using Landsat time series and machine learning techniques. *Agricultural Economics Research*. 2025; 66: 911–930. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13580-025-00689-9>.
- [8] Razavinasab A, Tajabadi A, Shirani H, Dashti H. Effect of nitrogen, salinity and organic matter on growth and root morphology of pistachio. *Journal of Crop Production and Processing*. 2009; 13(47): 321-333. URL: <http://jcpp.iut.ac.ir/article-1-1058-en.html> [In Persian].
- [9] Sajadi M, Zeinedini A, Mahmodi Sh. Quality impacts of irrigation on soil properties and yield of pistachio in plain Robot Shahrabak. *Journal of Irrigation and Water Engineering*. 2012 Jun; 2(3): 36-45 [In Persian].
- [10] Khoshgoftarmanesh AH, Shariatmadari H, Karimian N. Effects of saline irrigation water and Zn application on soil Cd solubility and Cd concentration in wheat. *Journal of Water and Soil Sciences - Agricultural Sciences and Technologies and Natural Resources*. 2004; 7(4): 53-60. URL: <http://jstnar.iut.ac.ir/article-1-484-fa.html>.
- [11] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Healthy soils are the basis for healthy food production. Rome: FAO; 2015. Available from: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/4fb89216-b131-4809-bbed-b91850738fa1>.

- [12] Institute for Environmental Research and Education (IERE). Why is soil important? The foundation of life on Earth. IERE; 2025. Available from: <https://iere.org/why-is-soil-important/>
- [13] van der Crabben J. Agriculture in the Fertile Crescent & Mesopotamia. *World History Encyclopedia*. 2023 Mar 22. Available from: <https://www.worldhistory.org/article/9/agriculture-in-the-fertile-crescent--mesopotamia/>
- [14] Wilhite DA, Glantz MH. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. *Water Int*. 1985; 10(3): 111–120. <https://doi.org/10.1080/02508068508686328>.
- [15] National Drought Mitigation Center (NDMC). Types of Drought. University of Nebraska–Lincoln. Available from: <https://drought.unl.edu/Education/DroughtIn-depth/TypesofDrought.aspx>.
- [16] Moghbeli Damane E, Mohammadrezakhani S. Evaluation of the effect of three drip and deep subsurface irrigation methods and different water amounts on vegetative and reproductive traits of orange trees in Kerman. *Journal of Water Research in Agriculture*. 2024 Dec; 38(3): 201-215. <https://doi.org/10.22092/jwra.2024.365296.1035> [In Persian].
- [17] Mousavi M, Tavakolafshari R. Effect of drought stress and different amounts of biochar on yield and yield components of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Crop Production*. 2025 Mar; 18(1): 91-112. <https://doi.org/10.22069/ejcp.2025.23192.2660> [In Persian].
- [18] Razali NM, Wah YB. Power comparisons of Shapiro–Wilk, Kolmogorov–Smirnov, Lilliefors and Anderson–Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*. 2011; 2(1): 21-33.
- [19] Ghasemi A, Zahediasl S. Normality tests for statistical analysis: A guide for non-statisticians. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2012; 10(2): 486-489. <https://doi.org/10.5812/ijem.3505>.
- [20] Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*. 1951; 16(3): 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>.
- [21] Cortina JM. What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *Journal of Applied Psychology*. 1993; 78(1): 98–104. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.78.1.98>.
- [22] Streiner DL. Starting at the beginning: An introduction to coefficient alpha and internal consistency. *Journal of Personality Assessment*. 2003; 80(1): 99–103. https://doi.org/10.1207/S15327752JPA8001_18.
- [23] Golfam P. Estimation of crop irrigation water demand using climatic data and Cropwat model. *Water Resources and Climate Change*. (2025); 1(1): 51-61. <https://doi.org/10.22091/wrcc.2025.11311.1001>.
- [24] Ashofteh PS, Pourpashang P, Nabatghods N. Performance evaluation of grey wolf algorithm and particle swarm optimization in reservoir management under climate change with various operational objectives. *Water Resources and Climate Change*. (2025); 1(2): 73-85. <https://doi.org/10.22091/wrcc.2025.12863.1013>.
- [25] Kalhori M, Tadayon M, Kahrizi E, Ghiasvand M. Analysis and monitoring of water resources and drought using a combination of GRACE, MODIS, and Landsat 8 satellite images (Case study: Hamedan City). *Water Resources and Climate Change*. (2025); 1(1): 62-74. <https://doi.org/10.22091/wrcc.2025.11390.1007>.