

## Research Paper

## Determining the Water Requirement of Potato in Different Climates of Kermanshah Province

Mehdi Jovzi<sup>1\*</sup>, Niaz Ali Ebrahimi Pak<sup>2</sup>, Shahrokh Fatehi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran. E-mail: m.jovzi@areeo.ac.ir

<sup>2</sup> Associated Professor, Irrigation Research Department, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: nebrahimipak@yahoo.com

<sup>3</sup> Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran. E-mail: shahrokh.fatehi@gmail.com



10.22125/iwe.2024.449193.1797

Received:  
**February 14, 2024**  
Accepted:  
**May 11, 2024**  
Available online:  
**October 13, 2024**

**Keywords:**  
FAO Penman-Monteith,  
Irrigation, Potato  
evapotranspiration,  
Water requirement  
system

### Abstract

The droughts that have occurred in recent years and the lack of water resources require determining the water requirements of agricultural products to manage water resources properly. This research aimed to determine the water requirement of potato crops in different climates of Kermanshah province during the 2021-2022 cropping season. Kermanshah province can be generally classified into three climates: cold, moderate, and hot. The largest areas of potato cultivation in these climates are in Sonqor, Kermanshah, and Qasr-e-Shirin cities, respectively, which were selected as research sites. A total of 35 farms were selected based on farmers' conditions, and field measurements were conducted during the growing season. The water requirement of potatoes was determined using data from the nearest synoptic meteorological stations to the selected farms and the Penman-Monteith method. The results showed that the average length of the potato growing period in Sonqor, Kermanshah, and Qasr-e-Shirin cities was 134, 137, and 148 days, respectively. The average water requirement of potatoes in these cities and the overall average across the three cities were 630, 718, 454, and 605 mm, respectively. The water requirement of potatoes in Qasr-e-Shirin was 25% lower than the average in the three regions of Kermanshah province due to growth during the cooler months of the year.

## 1. Introduction

Although the lack of water has been an important issue throughout the country in recent years, due to the droughts that have occurred in recent years, this issue has become the most important problem in the country, which can be clearly seen in different provinces (Khasraei et al., 2024). The droughts that have occurred in recent years and the lack of water resources require determining the water requirements of agricultural products in order to manage water resources properly. On the other hand, the effort to produce sustainable agricultural products has a special place in the development of the agricultural sector and self-sufficiency of the country. Also, for sustainable production, it is necessary to know the

\* **Corresponding Author:** Mehdi Jovzi

**Address:** Soil and Water Research Department,  
Kermanshah Agricultural and Natural Resources  
Research and Education Center, AREEO,  
Kermanshah, Iran.

**Email:** m.jovzi@areeo.ac.ir

**Tel:** +988338357096

water requirements of these products. Allen et al. (1998) have defined the water requirement of the plant in the form of water needed to compensate for the transpiration losses of the plants in a cultivated field. Potato, with the scientific name *Solanum tuberosum* L., is one of the crops that has an impact on the food security of society and is widely cultivated in the world. Potato is the fourth most consumed food product after corn, wheat and rice. Its cultivated area in the world in 2022 is about 17.8 million hectares with the production of 374.8 million tons. Fabeiro et al. (2001) in the semi-arid region of Albacete, Spain obtained the water requirement of potato as 597 mm. Unlu et al. (2006) estimated the water requirement of potato in Turkey as 565 to 830 mm. Yavuz et al. (2016) generally reported the water requirement of potato in the range of 350 to 800 mm according to the conditions of different climates. The purpose of this research was to determine the water requirement of potato crop in different climates of Kermanshah province in the cropping season of 2021-2022.

## 2. Materials and Methods

In a general classification, Kermanshah province has three climates: cold, moderate and hot. The largest area of potato cultivation in the stated climates is allocated to Sonqor, Kermanshah and Qasr-e-Shirin cities, respectively, which were selected as research areas. A total of 35 farms were selected under the conditions of the farmers and field measurements were carried out during the growing season. The water requirement of potato was determined by using the data of the nearest synoptic meteorological station to the selected farms and by Penman-Monteith method. According to FAO publication 56, in situations where there is no access to accurate lysimeter data, the FAO Penman-Monteith method can be used as a standard method to determine evapotranspiration (water requirement) of plants (Allen et al., 1998; Shiri et al., 2014a, b). In this method, first, the evapotranspiration of the reference crop was determined based on the meteorological data of the researched crop year (2021-2022) using the data of the closest synoptic meteorological station to the study areas, which included Sonqor, Kermanshah and Qasr-e-Shirin stations, and was determined by the following equation (Allen et al., 1998).

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \frac{9000}{T+273} U_{2m} (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 U_{2m})} \quad (1)$$

Then the evapotranspiration of potato crop ( $ET_C$ ) was calculated from the following equation for each of the study areas.

$$ET_C = K_c \times ET_o \quad (2)$$

where  $ET_o$  is the evapotranspiration of the reference crop ( $\text{mm day}^{-1}$ ),  $K_c$  is the plant coefficient which is a dimensionless number and based on the coefficients proposed by FAO publication 56 and the localization of these coefficients according to the climatic conditions of the researched areas, farmers' fields, irrigation cycle, and irrigation method in the studied areas was determined (according to the guidelines proposed by FAO publication 56 and the relationships in it), and  $ET_C$  is evapotranspiration of potato (water requirement) ( $\text{mm day}^{-1}$ ). After collecting data and calculating evapotranspiration (water requirement) of potatoes in different climates of the province, the resulting information was stored in a database. After that, this information was analyzed with the help of SPSS statistical software and analysis of variance (ANOVA).

## 3. Results

The results showed that the average length of the potato growing period in Sonqor, Kermanshah and Qasr-e-Shirin cities was 134, 137 and 148 days, respectively. Comparison of the average evapotranspiration (water requirement) of potatoes in Sonqor, Kermanshah and Qasr-e-Shirin cities showed that the highest average evapotranspiration (water requirement) of potatoes was in Kermanshah city with 718 mm and the lowest one was in Qasr-e-Shirin city with 454 mm. The value of this parameter was found to be 630 mm in Sonqor city, which was statistically significant compared to the other two cities under study. The average evapotranspiration (water requirement) of potatoes based on the meteorological data of the current crop year in the three studied areas in Kermanshah province was also 605 mm.

#### 4. Discussion and Conclusion

Therefore, the average amount of evapotranspiration (water requirement) of potato based on the meteorological data of the current crop year was 19 and 4% higher in Kermanshah and Sonqor cities, respectively, and 25% less in Qasr-e-Shirin city than the average value in the three studied regions of Kermanshah province. The reason for the lower water requirement of potatoes in Qasr-e-Shirin city was that the growing season of this plant coincided with the cool months of the year.

#### 5. Six important references

- 1) Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy.
- 2) Fabeiro, C., F. Martín de Santa Olalla, and J. de Juan. 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. *Agricultural Water Management*, 48: 255–266.
- 3) Khasraei, A., H. Zare Abyaneh, M. Jovzi and M. Albaji. 2024. Long-term monitoring and evaluation of drought and determining the accuracy of its indicators in western Iran. *Environment, Development and Sustainability*, 1-24.
- 4) Shiri, J., A.H. Nazemi, A.A. Sadraddini, G. Landeras, O. Kisi, A. Fakhri Fard and P. Marti. 2014a. Comparison of heuristic and empirical approaches for estimating reference evapotranspiration from limited inputs in Iran. *Computers and Electronics in Agriculture*, 108: 230-241.
- 5) Shiri, J., A.A. Sadraddini, A.H. Nazemi, O. Kisi, G. Landeras, A. Fakhri Fard and P. Marti. 2014b. Generalizability of gene expression programming-based approaches for estimating daily reference evapotranspiration in coastal stations of Iran. *Journal of Hydrology*, 508: 1-11.
- 6) Yavuz, D., S. Suheri and N. Yavuz. 2016. Energy and water use for drip-irrigated potato in the Middle Anatolian region of Turkey. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 35: 212–220.

#### Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

#### Acknowledgments

This research was carried out with the cooperation and financial support of the Agricultural Jihad Organization of Kermanshah province. We hereby express our gratitude and appreciation for the support and cooperation of these dignitaries.



## تعیین نیاز آبی سیب‌زمینی در اقلیم‌های مختلف استان کرمانشاه

مهدی جوزی<sup>۱\*</sup>، نیازعلی ابراهیمی‌پاک<sup>۲</sup>، شاهرخ فاتحی<sup>۳</sup>

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۱۱/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۲

مقاله پژوهشی

### چکیده

خشک‌سالی‌های رخ داده در سالیان اخیر و کمبود منابع آبی نیازمند تعیین نیاز آبی محصولات کشاورزی به‌منظور مدیریت صحیح منابع آبی است. هدف از این پژوهش تعیین نیاز آبی محصول سیب‌زمینی در اقلیم‌های مختلف استان کرمانشاه در فصل زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ بود. استان کرمانشاه در یک تقسیم‌بندی کلی دارای سه اقلیم سرد، معتدل و گرم است. بیشترین مساحت کشت سیب‌زمینی در اقلیم‌های بیان شده به‌ترتیب به شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین اختصاص داشته که به‌عنوان مناطق انجام پژوهش انتخاب شدند. در مجموع تعداد ۳۵ مزرعه تحت شرایط کشاورزان انتخاب و در طول فصل رشد اندازه‌گیری‌های میدانی انجام یافت. نیاز آبی سیب‌زمینی با استفاده از داده‌های نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی سینوپتیک به مزارع منتخب و از روش پنمن مانیتث تعیین شد. نتایج حاصل نشان داد میانگین طول دوره‌ی رشد سیب‌زمینی در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین به‌ترتیب ۱۳۴، ۱۳۷ و ۱۴۸ روز بود. میانگین نیاز آبی سیب‌زمینی در شهرستان‌های بیان شده و میانگین این سه شهرستان به‌ترتیب ۶۳۰، ۷۱۸، ۴۵۴ و ۶۰۵ میلی‌متر به‌دست آمد. نیاز آبی سیب‌زمینی در شهرستان قصر شیرین به دلیل رشد در ماه‌های خنک سال ۲۵ درصد کمتر از مقدار میانگین آن در سه منطقه استان کرمانشاه بود.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری، تبخیر تعرق سیب‌زمینی، سامانه نیاز آب، فائو پنمن مونتیث.

<sup>۱</sup> استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران. (\* نویسنده مسئول) E-mail: m.jovzi@areeo.ac.ir

<sup>۲</sup> دانشیار، بخش تحقیقات آبیاری، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. E-mail: nebrahimipak@yahoo.com

<sup>۳</sup> استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران. E-mail: shahrokh.fatehi@gmail.com

## مقدمه

نزدیک می‌شود. با توجه به وضعیت منابع آبی ذکر شده استان کرمانشاه، مدیریت منابع آب و استفاده بهینه از این منابع دارای اهمیت زیادی می‌باشد. از طرفی مدیریت منابع آب و برنامه‌ریزی جهت استفاده آن در هر منطقه بر مبنای نیاز آبی محصولات آن منطقه انجام می‌شود. لازمه کارا بودن این برنامه‌ریزی نیز شناخت دقیق نیازهای موجود است. هم‌چنین آگاهی از مقدار نیاز آبی محصولات مختلف برای محاسبات رواناب، ذخیره آب خاک، تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و تعیین بهره‌وری آب لازم و ضروری می‌باشد (Evet et al., 2012). بنابراین تعیین نیاز آبی گیاهان از جمله عامل‌های مهم در این زمینه است.

سیب‌زمینی با نام علمی *Solanum tuberosum L.* یکی از محصولات زراعی است که در امنیت غذایی جامعه تأثیرگذار است و به‌طور گسترده در جهان کشت می‌شود. سیب‌زمینی چهارمین محصول غذایی پرمصرف پس از ذرت، گندم و برنج است. مساحت کشت آن در جهان در سال ۲۰۲۲ میلادی حدود ۱۷/۸ میلیون هکتار با تولید ۳۷۴/۸ میلیون تن می‌باشد (FAOSTAT, 2024). سطح زیر کشت سیب‌زمینی در ایران و کرمانشاه به ترتیب ۱۳۱۰۸۰ و ۴۵۵۱ هکتار می‌باشد که از این مساحت به ترتیب ۴۶۸۶۸۵۱ و ۱۹۲۳۴۱ تن محصول برداشت می‌شود (معاونت آمار مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۴۰۲). براساس آخرین آمارنامه کشاورزی که مربوط به سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ است استان کرمانشاه به لحاظ میزان سطح کشت، تولید و عملکرد سیب زمینی به ترتیب جایگاه دوازدهم، نهم و اول را در کشور دارد (معاونت آمار مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۴۰۲). لذا با توجه به مطالب ذکر شده، تغییرات اقلیمی رخ داده در منطقه طی سالیان گذشته (دین‌پژوه و فروغی، ۱۳۹۷) و پویا بودن مقدار نیاز آبی گیاهان، نیاز به انجام پژوهش میدانی و مستمر جهت تعیین نیاز آبی محصولات مختلف از جمله سیب‌زمینی ضروری می‌باشد.

در مورد تعیین نیاز آبی سیب‌زمینی مطالعات مختلفی انجام یافته است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. فرشی و همکاران (۱۳۷۶) مقدار تبخیر تفرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی را در شهرستان‌های همدان، سنندج، خرم آباد و بهبهان (کشت زمستانه) را به ترتیب ۶۴۲، ۷۴۲، ۸۲۳

گرچه کمبود آب در سالیان گذشته در کل کشور یک مسئله مهم بوده است (کردوانی، ۱۳۹۱؛ کردوانی و کردپور، ۱۳۹۱)، اما در سال‌های اخیر به واسطه خشک‌سالی‌های رخ داده، این مسئله به مهم‌ترین مشکل کشور تبدیل شده است که در استان‌های مختلف به‌وضوح قابل‌مشاهده می‌باشد (Khasraei et al., 2024). در اثر خشک‌سالی نیز بارندگی کاهش، تبخیر و میزان خشکی کشور افزایش یافته و کمبود منابع آب را به اصلی‌ترین چالش بخش کشاورزی تبدیل نموده است. هم‌چنین افزایش جمعیت کشور این چالش را تشدید کرده است. از طرف دیگر تلاش برای تولید پایدار محصولات کشاورزی، جایگاه ویژه‌ای در توسعه بخش کشاورزی و خودکفایی کشور دارد. هم‌چنین برای داشتن تولید پایدار اطلاع از نیاز آبی این محصولات ضروری است. (Allen et al, 1998) نیاز آبی گیاه را به صورت آب مورد نیاز برای جبران تلفات تبخیر تفرق گیاهان یک مزرعه تحت کشت تعریف کرده‌اند و بیان داشته‌اند که نیاز آبی هر گیاه به شرایط آب و هوایی، نوع گیاه و نوع خاک هر منطقه بستگی دارد.

استان کرمانشاه در یک تقسیم‌بندی کلی دارای اقلیم‌های سرد، معتدل و گرم می‌باشد. در این اقلیم‌های استان میزان نیاز آبی گیاهان، به نظر می‌رسد دارای اختلاف باشد. بنابراین با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی مختلف در استان، لازم است در هر منطقه نیاز آبی گیاهان تعیین گردد. میانگین بلند مدت بارش استان کرمانشاه ۴۷۴ میلی‌متر و حدود ۱/۸ میانگین کشوری و نصف میانگین جهانی است (فتح‌اللهی و همکاران، ۱۴۰۰). اما حدود ۴۶ درصد از بارندگی استان از کشور خارج می‌شود لذا میزان نزولات جوی در دسترس هر نفر در استان کرمانشاه با مقدار آن در کل کشور برابر است (فتح‌اللهی و همکاران، ۱۴۰۰). مصرف آب بخش‌های مختلف کشاورزی، شرب، صنعت و محیط زیست استان کرمانشاه ۱/۷۵ میلیارد مترمکعب است که از این مقدار بخش کشاورزی بیش از ۱/۴۱۷ میلیارد مترمکعب (۸۱ درصد) از آب کل استان را مصرف می‌کند (شرکت آب منطقه‌ای استان کرمانشاه، ۱۳۹۸). فتح‌اللهی و همکاران (۱۴۰۰) طی پژوهشی در استان کرمانشاه اظهار داشتند میزان مصرف آب در این استان وضعیت مناسبی نداشته و ادامه مصرف بی‌رویه کنونی باعث وقوع بحران آب در آینده

## مواد و روش‌ها

### شرایط اکولوژیکی استان کرمانشاه

استان کرمانشاه در موقعیت جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۹). این استان با مساحتی معادل ۲۴۴۳۴/۲۵ کیلومتر مربع از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان‌های لرستان و ایلام، از شرق به استان همدان و از غرب به کشور عراق محدود است. استان کرمانشاه دارای ۱۴ شهرستان شامل: اسلام‌آباد غرب، پاره، ثلاث باباجانی، جوانرود، دالاهو، روانسر، سرپل زهاب، سنقر، صحنه، قصرشیرین، کرمانشاه، کنگاور، گیلانغرب و هرسین می‌باشد (شماعی و همکاران، ۱۳۹۴). استان کرمانشاه حدود ۱/۵ درصد از مساحت کشور را در بر داشته و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۲۰۰ متر می‌باشد (کریمی و همکاران، ۱۳۹۸). مجموع اراضی کشاورزی در استان ۹۴۶۸۷۱ هکتار، شامل ۹۰۶۰۰۰ هکتار اراضی زراعی و ۴۰۸۷۱ هکتار اراضی باغی می‌باشد (استانداری کرمانشاه، ۱۴۰۰). این استان براساس آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵ دارای ۱۹۵۲۴۳۴ نفر جمعیت است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۶).

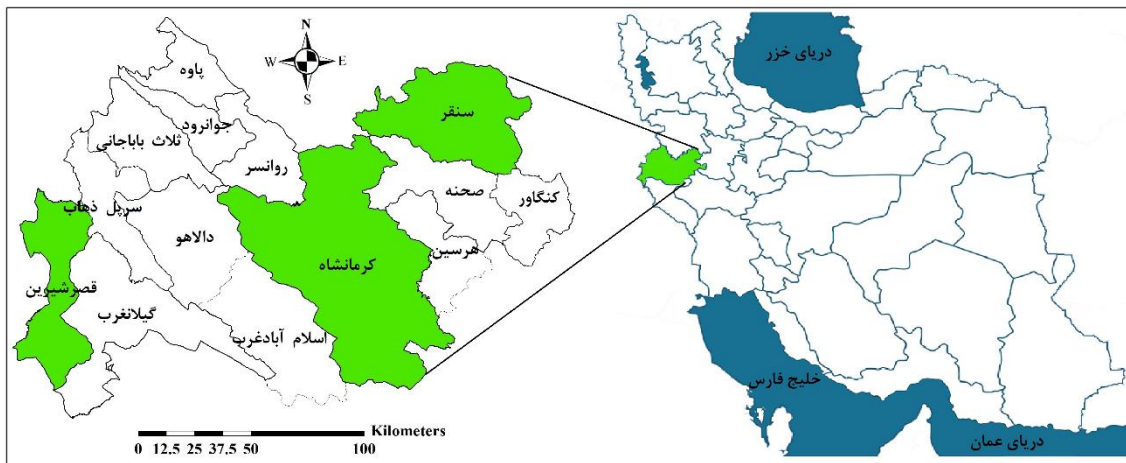
به‌طور کلی استان کرمانشاه را براساس دما، بارش و ناهمواری می‌توان به سه منطقه آب و هوایی تقسیم کرد: الف) منطقه سردسیر: این نوع آب و هوا در مناطق مرتفع استان مشاهده می‌شود. بخش‌هایی از شهرستان‌های کنگاور، سنقر، پاره، جوانرود و همچنین بخش‌هایی از ثلاث باباجانی از این نوع آب و هوا برخوردارند. تابستان‌های ملایم تا گرم و زمستان‌های سرد تا خیلی سرد، از مهم‌ترین ویژگی‌های این نوع آب و هوا می‌باشد. میانگین دمای تابستان و زمستان این منطقه به ترتیب ۲۶/۶ و ۳/۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش ۵۳۸ میلی‌متر است که بیشتر آن به‌صورت برف می‌باشد. ب) منطقه گرمسیر: اراضی پست واقع در غرب استان، شامل قصرشیرین، سومار، سرپل ذهاب و گیلانغرب از مناطق گرمسیری استان به شمار می‌رود. ارتفاع کم و استقرار در مجاورت بیابان‌های خشک عراق از عوامل موثر در گرم بودن این منطقه است. از ویژگی‌های این آب و هوا، تابستان‌های بسیار گرم و زمستان‌های ملایم

و ۴۹۳ میلی‌متر گزارش نمودند. فلاح قالمیری و همکاران (۱۳۹۵) نیاز آبی سیب‌زمینی در تربت حیدریه را ۸۰۳ میلی‌متر تعیین کردند. جلالی و همکاران (۱۳۹۶) نیاز آبی سیب‌زمینی را در اقلیم‌های مختلف استان اصفهان ۴۶۱ تا ۶۴۳ میلی‌متر به‌دست آورد. براتی و همکاران (۱۳۹۷) طی پژوهشی با استفاده از آمار هواشناسی ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ در دشت کرمانشاه تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی را ۹۸۴ میلی‌متر گزارش نمودند. معیری (۱۳۹۹) نیاز آبی سیب‌زمینی در استان خوزستان (اندیمشک، گتوند و دزفول) را ۱۶۹ تا ۳۲۶ میلی‌متر محاسبه نمودند. جلینی و همکاران (۱۴۰۰) در خراسان رضوی مقدار نیاز آبی سیب‌زمینی را ۷۳۳ تا ۱۱۰۹ میلی‌متر گزارش کردند. شاهرخ‌نیا و باغانی (۱۴۰۰) در استان فارس نیاز آبی سیب‌زمینی را ۸۹۹ تا ۹۹۵ میلی‌متر گزارش نمودند. (Fabeiro et al., 2001) در منطقه نیمه خشک آلباسته اسپانیا نیاز آبی سیب‌زمینی را ۵۹۷ میلی‌متر به‌دست آورد. (Unlu et al. (2006) در ترکیه نیاز آبی سیب‌زمینی را ۵۶۵ تا ۸۳۰ میلی‌متر برآورد نمود. (Yavuz et al., 2016) به‌طور کلی نیاز آبی سیب‌زمینی را با توجه به شرایط اقلیم‌های مختلف در دامنه ۳۵۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر گزارش نمود. (Djaman et al. , 2022) ر ایالت نیومکزیکوی آمریکا نیاز آبی سیب‌زمینی را ۵۸۰ تا ۶۴۵ میلی‌متر به‌دست آوردند. (Akkamis and Caliskan., 2023) در آناتولی مرکزی ترکیه، مقدار نیاز آبی سیب‌زمینی را ۲۸۹/۷۹ تا ۳۶۹/۱۴ میلی‌متر گزارش کردند.

بررسی منابع نشان داد که اگر چه تعیین نیاز آبی گیاه سیب‌زمینی در داخل و خارج از کشور مورد توجه قرار گرفته است اما مطالعه‌ای که نشان دهنده‌ی تعیین تیز آبی سیب‌زمینی در اقلیم‌های مختلف استان کرمانشاه با لحاظ نمودن شرایط میدانی و مزارع کشاورزان باشد، انجام نشده است. لذا انجام پژوهشی که مقدار تیز آبی سیب‌زمینی را تحت شرایط ذکر شده تعیین کند ضروری می‌باشد بنابراین هدف انجام این مطالعه تعیین تیز آبی سیب‌زمینی با در نظر گرفتن شرایط مزرعه‌ای در اقلیم‌های مختلف استان کرمانشاه و مقایسه آن با نتایج سامانه نیاز آب و نرم‌افزار NETWAT است.

این منطقه به ترتیب ۲۶/۱ و ۴/۱ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش ۴۴۱ میلی‌متر است. بخش اعظم شهرستان‌های کرمانشاه، اسلام‌آباد، روانسر، صحنه، هرسین و بخشی از دالاهو در این منطقه آب و هوایی قرار گرفته‌اند. در شکل زیر موقعیت استان کرمانشاه و شهرستان‌های مورد مطالعه نشان داده شده است.

می‌باشد. میانگین دمای تابستان و زمستان به ترتیب ۳۲/۵ و ۱۱ درجه سانتی‌گراد است. این منطقه به‌طور میانگین ۳۸۵ میلی‌متر بارش دارد و برف به ندرت در این منطقه آب و هوایی مشاهده می‌شود. (ج) منطقه معتدل: مناطقی که در حد فاصل دو منطقه گرمسیری غرب و سردسیری شرق و شمال استان قرار دارند، دارای زمستان‌های ملایم تا سرد و تابستان‌های گرم هستند. میانگین دمای تابستان و زمستان



شکل (۱): موقعیت استان کرمانشاه و شهرستان‌های مورد مطالعه

شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین است. لذا بر این اساس در اقلیم‌های ذکر شده استان کرمانشاه به ترتیب شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین به‌عنوان مناطق آزمایشی این پژوهش انتخاب شدند.

### انتخاب مزارع آزمایشی

به‌منظور انتخاب مزارع در شهرستان‌های منتخب با کمک کارشناسان مدیریت هماهنگی ترویج، معاونت تولیدات گیاهی و مدیریت آب و خاک سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه و شهرستان‌های تابعه، مزارع مورد نظر انتخاب گردید. مزارع آزمایشی طوری انتخاب شد که عوامل مختلف از جمله کیفیت آب آبیاری، بافت خاک و ارقام مختلف سیب‌زمینی را پوشش دهند. در جدول ۲ تعداد مزارع منتخب شهرستان‌های مورد مطالعه ارائه گردید. در شکل ۲ نیز پراکندگی مزارع منتخب نشان داده شد.

### انتخاب مناطق مورد مطالعه

این پژوهش به‌صورت میدانی و با هدف تعیین نیاز آبی سیب‌زمینی در اقلیم‌های مختلف استان کرمانشاه در فصل زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ انجام شد. همان‌طور که قبلاً بیان شد در یک تقسیم‌بندی کلی، می‌توان اقلیم‌های آب و هوایی استان کرمانشاه را در سه اقلیم کلی گرم، معتدل و سرد تقسیم‌بندی نمود. در پروژه حاضر ابتدا براساس آمار سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه، شهرستان‌های قصر شیرین، کرمانشاه و سنقر که به ترتیب در اقلیم‌های ذکر شده دارای بیشترین سطح زیر کشت محصول سیب‌زمینی، در استان بوده به‌عنوان مناطق آزمایشی انتخاب شدند (جدول ۱). براساس آمار ذکر شده در جدول ۱ بیشترین مساحت کشت سیب‌زمینی در اقلیم‌های سردسیر، معتدل و گرمسیر استان کرمانشاه به ترتیب با ۵۳۵، ۴۰۳۳ و ۵۰۰ هکتار مربوط به

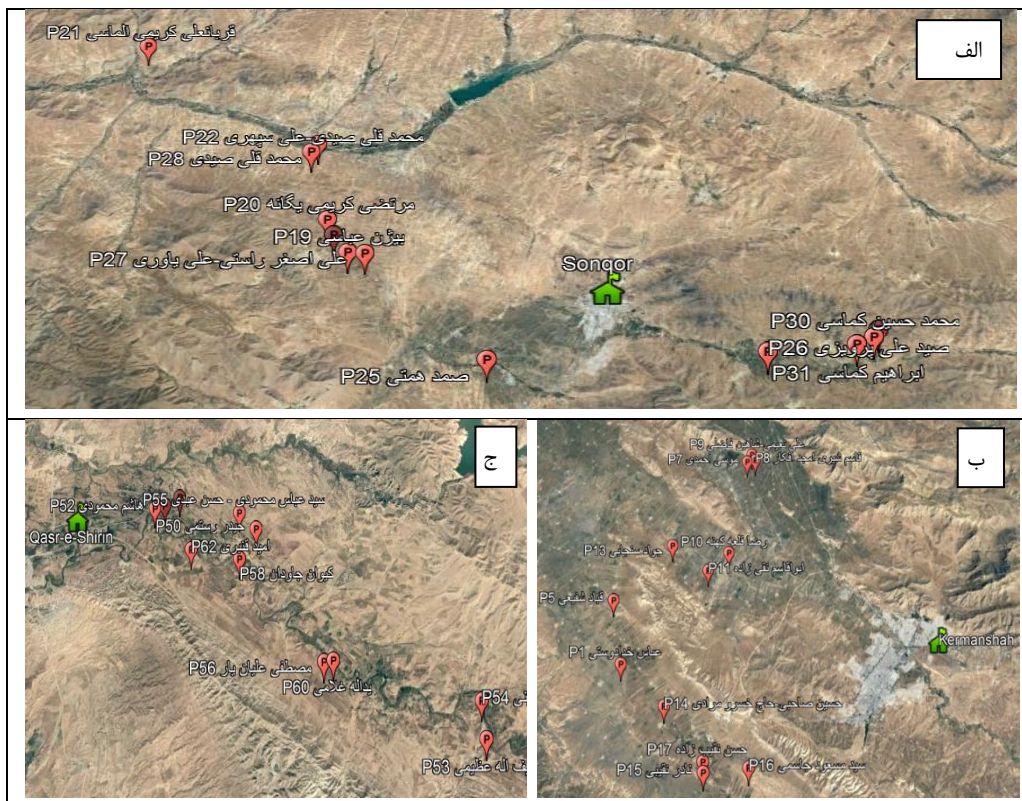


جدول (۱): مساحت کشت سیب زمینی (هکتار) در شهرستان‌های استان کرمانشاه بر مبنای آمار سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸

سیب زمینی	نام شهرستان
۱۹۰	کنگاور
۵۳۵	سنقر
۲۹۹	صحنه
۴۰۳۳	کرمانشاه
۲۱۰	اسلام آباد غرب
۸۴	هرسین
۶۵۵	روانسر
۵	دالاهو
۰	جوانرود
۰	پاوه
۱۲۰	سرپل ذهاب
۵۰۰	قصر شیرین
۰	گیلانغرب
۰	ثلاث باباجانی
۶۶۳۱	مجموع

جدول (۲): تعداد مزارع منتخب سیب زمینی در شهرستان‌های استان کرمانشاه

مجموع	نام شهرستان
۱۲	سنقر
۱۲	کرمانشاه
۱۱	قصر شیرین
۳۵	مجموع



شکل (۲): پراکندگی مزارع منتخب در شهرستان‌های الف-سنقر، ب-کرمانشاه و ج-قصر شیرین

براساس نشریه ۵۶ فائو، در شرایطی که دسترسی به داده‌های دقیق لایسیمیتری وجود ندارد از روش فائو پنمن مانیت می‌توان به‌عنوان روشی استاندارد جهت تعیین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گیاهان استفاده نمود (Allen et al., 1998; Shiri et al., 2014a, b). در این روش ابتدا تبخیر تعرق گیاه مرجع براساس داده‌های هواشناسی سال ۱۰ ساله اخیر از زمان کاشت تا برداشت با استفاده از داده‌های نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی سینوپتیک به مناطق مورد مطالعه که شامل ایستگاه‌های کرمانشاه، سنقر و قصرشیرین بود، توسط رابطه زیر تعیین شد (Allen et al., 1998).

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \frac{9000}{T + 273} U_{2m} (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 U_{2m})} \quad (1)$$

که در این رابطه،  $ET_0$  تبخیر تعرق گیاه مرجع (میلی متر در روز)،  $\Delta$  شیب منحنی فشار بخار (کیلو پاسکال بر درجه سلسیوس)،  $R_n$  تابش خالص ورودی به سطح (مگاژول به مترمربع برروز)،  $T$  میانگین روزانه دمای هوا (درجه سلسیوس)،  $U_{2m}$  میانگین روزانه سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (متر بر ثانیه)،  $e_s$  فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال)  $e_a$

برای انجام پژوهش حاضر مزارع انتخاب شده در کل فصل رشد مورد پایش زراعی قرار گرفتند. مشخصات مزارع شامل مشخصات کشاورزان، موقعیت مکانی با GPS، مساحت، روش آبیاری و ... در فرم‌های اطلاعات عمومی مزارع انتخابی درج شد و همچنین تاریخ کاشت، نوع رقم سیب‌زمینی کشت شده، تاریخ برداشت، مدت زمان هر کدام از مراحل چهارگانه رشد یادداشت‌برداری شد.

### روش تعیین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی

به‌منظور تعیین تبخیر تعرق گیاهان روش‌های تئوری و تجربی مختلفی در جهان ارائه گردیده است. تبخیر تعرق گیاهان در حالت کلی از دو روش، مستقیم و غیرمستقیم محاسبه می‌شود. روش مستقیم دقیق بوده و به کمک لایسیمتر انجام می‌شود. اما این روش زمان‌بر و هزینه‌بر می‌باشد. روش غیرمستقیم بر مبنای اطلاعات تجربی، مبانی ریاضی و فیزیکی تعیین می‌گردد. یکی از روش‌های غیرمستقیم که مورد تایید سازمان فائو بوده و دقیق نیز می‌باشد روش فائو پنمن مانیت است (Allen et al., 1998) که در کل دنیا نیز به‌عنوان روش استاندارد جهت تعیین تبخیر تعرق گیاهان شناخته شده است.

### تحلیل داده‌ها

بعد از جمع‌آوری داده‌ها و محاسبه تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی در اقلیم‌های مختلف استان، اطلاعات حاصل در یک بانک اطلاعاتی ذخیره شد. پس از آن، این اطلاعات به کمک نرم افزار آماری SPSS و آنالیز واریانس (ANOVA) تجزیه و تحلیل شدند. همچنین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی در مناطق مورد پژوهش استان کرمانشاه با استفاده از پس آزمون‌های آن (Post Hoc)، مورد مقایسه میانگین قرار گرفت.

### نتایج و بحث

#### طول دوره‌ی رشد سیب‌زمینی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس طول دوره‌ی رشد سیب‌زمینی در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج حاصل نشان داد تفاوت طول دوره‌ی رشد سیب‌زمینی در روش آبیاری بارانی در شهرستان‌های مورد مطالعه در سطح احتمال ۵ درصد ( $Sig > 0/05$ ) غیرمعنی دار بود.

فشار بخار واقعی (کیلو پاسکال) و  $\gamma$  ضریب ثابت سایکرومتری (کیلو پاسکال بر درجه سلسیوس) می‌باشد.

سپس تبخیر تعرق گیاه سیب‌زمینی ( $ET_C$ ) از رابطه زیر برای هر یک از مناطق مورد مطالعه محاسبه شد.

$$ET_C = K_c \times ET_o \quad (2)$$

که در این رابطه،  $ET_o$  تبخیر تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر در روز)،  $K_c$  ضریب گیاهی می‌باشد که عددی بدون بعد است و بر مبنای ضرایب پیشنهادی نشریه فائو ۵۶ و بومی‌سازی این ضرایب با توجه به شرایط اقلیمی مناطق مورد پژوهش، مزارع کشاورزان، دور آبیاری و روش آبیاری (بر اساس دستورالعمل پیشنهادی نشریه فائو ۵۶ و روابط موجود در آن) در مناطق مورد مطالعه مقدار آن تعیین گردید و  $ET_C$  تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی (میلی‌متر در روز) می‌باشد.

جدول (۳): نتایج آنالیز واریانس طول دوره‌ی رشد سیب‌زمینی در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری (Sig.)
بین شهرستان‌ها	۱۲۷۱/۰	۲	۶۳۵/۵	۳/۰	۰/۰۶۴
درون شهرستان‌ها	۶۷۹۸/۶	۳۲	۲۱۲/۵		
کل سه منطقه	۸۰۶۹/۵	۳۴			

شهرستان سنقر اختصاص داشت. میانگین طول دوره‌ی رشد سیب‌زمینی در سه منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه نیز ۱۴۰ روز به دست آمد. حداقل طول دوره‌ی رشد سیب‌زمینی در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین به ترتیب ۱۱۵، ۱۱۵ و ۱۲۳ روز بود و حداکثر آن نیز در شهرستان‌های مورد مطالعه به ترتیب ۱۶۱، ۱۹۰ و ۱۶۰ روز حاصل شد.

مقایسه میانگین طول دوره‌ی رشد سیب‌زمینی در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین در جدول ۴ ارائه شده است. همان‌طور که قبلاً اشاره شد هر چند که تفاوت طول دوره‌ی رشد سیب‌زمینی در شهرستان‌های مورد مطالعه غیرمعنی‌دار بود اما نتایج نشان داد بیشترین میانگین طول دوره‌ی رشد سیب‌زمینی با ۱۴۸ روز مربوط به شهرستان قصر شیرین بود و کمترین آن با ۱۳۴ روز به

جدول (۴): نتایج مقایسه میانگین و آماره‌های توصیفی طول دوره‌ی رشد سیب‌زمینی در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه

منطقه	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین	حد اقل	حد اکثر
						حد بالا	حد پایین
سنقر	۱۲	۱۳۴a	۱۳/۳	۳/۸	۱۴۲/۹	۱۱۵	۱۶۱
کرمانشاه	۱۲	۱۳۷a	۱۸/۵	۵/۴	۱۴۸/۷	۱۱۵	۱۹۰
قصر شیرین	۱۱	۱۴۸a	۱۰/۳	۳/۱	۱۵۵/۴	۱۲۳	۱۶۰
کل سه منطقه	۳۵	۱۴۰	۱۵/۴	۲/۶	۱۴۵/۰	۱۱۵	۱۹۰

در ستون میانگین و برای هر پارامتر اعدادی که دارای حروف یکسان هستند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

شهرستان سنقر به ترتیب ۳۳، ۴۲، ۳۲ و ۲۷ روز، در شهرستان کرمانشاه به ترتیب ۳۶، ۴۲، ۳۴ و ۲۶ روز و در شهرستان قصر شیرین نیز به ترتیب ۵۰، ۲۹، ۴۱ و ۲۸ روز بود.

در جدول ۵ میانگین مراحل چهارگانه رشد سیب‌زمینی در مزارع منتخب در سه منطقه مورد مطالعه شامل سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین ارائه شده است. نتایج حاصل نشان داد مراحل رشد اولیه، توسعه، میانی و پایانی رشد در

جدول (۵): مراحل چهارگانه رشد سیب‌زمینی (برحسب روز) در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه

منطقه	مرحله اولیه رشد	مرحله توسعه	مرحله میانی رشد	مرحله پایانی رشد
سنقر	۳۳	۴۲	۳۲	۲۷
کرمانشاه	۳۶	۴۲	۳۴	۲۶
قصر شیرین	۵۰	۲۹	۴۱	۲۸
کل سه منطقه	۴۰	۳۸	۳۶	۲۷

۶ ارائه شده است. نتایج حاصل نشان داد تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری در روش آبیاری بارانی، در شهرستان‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد با یکدیگر داشتند ( $\text{Sig} < 0/01$ ).

### نیاز آبی سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین در جدول

جدول (۶): نتایج آنالیز واریانس تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری (Sig.)
بین شهرستان‌ها	۴۱۳۳۵۶/۷	۲	۲۰۶۶۷۸/۴	۴۳/۸	۰/۰۰۰
درون شهرستان‌ها	۱۵۱۱۴۳/۴	۳۲	۴۷۲۳/۲		
کل سه منطقه	۵۶۴۵۰۰/۱	۳۴			

قصر شیرین اختصاص داشت. مقدار این پارامتر در شهرستان سنقر ۶۳۰ میلی‌متر بدست آمد که تفاوت آن با دو شهرستان دیگر مورد مطالعه از لحاظ آماری معنی‌دار بود. میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری در سه منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه نیز ۶۰۵ میلی‌متر بدست آمد. لذا مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی

مقایسه میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج نشان داد بیشترین میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری با ۷۱۸ میلی‌متر مربوط به شهرستان کرمانشاه بود و کمترین آن با ۴۵۴ میلی‌متر به شهرستان



سیب زمینی را در شهرستان‌های همدان، سنندج، خرم آباد و بهبهان (کشت زمستانه) را به ترتیب ۶۴۲، ۷۴۲، ۸۲۳ و ۴۹۳ میلی‌متر گزارش نمودند. براتی و همکاران (۱۳۹۷) طی پژوهشی با استفاده از آمار هواشناسی ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ در دشت کرمانشاه تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب زمینی را ۹۸۴ میلی‌متر گزارش نمودند که با نتایج حاصل از این پژوهش در کرمانشاه (۷۱۸ میلی‌متر) تا حدودی تفاوت دارد. از جمله دلایل این امر را می‌توان به تغییرات اقلیمی که در سال‌های اخیر در کرمانشاه رخ داده، اشاره نمود.

براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری در شهرستان‌های کرمانشاه و سنقر به ترتیب ۱۹ و ۴ درصد بیشتر و در شهرستان قصر شیرین ۲۵ درصد کمتر از مقدار میانگین آن در سه منطقه مورد مطالعه استان کرمانشاه بود. حداقل تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین به ترتیب ۵۴۲، ۶۲۷ و ۳۵۵ میلی‌متر بود و حداکثر آن نیز در شهرستان‌های مورد مطالعه به ترتیب ۷۳۶، ۹۵۰ و ۵۳۲ میلی‌متر حاصل شد. فرشی و همکاران (۱۳۷۶) مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی)

جدول (۷): نتایج مقایسه میانگین و آماره‌های توصیفی تبخیر تعرق سیب زمینی (میلی‌متر) در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه

منطقه	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین		حداقل	حداکثر
					حد پایین	حد بالا		
سنقر	۱۲	۶۳۰/۲b	۶۳/۳	۱۸/۳	۵۹۰/۰	۶۷۰/۴	۵۴۲	۷۳۶
کرمانشاه	۱۲	۷۱۸a	۸۰/۵	۲۳/۲	۶۶۶/۸	۷۶۹/۲	۶۲۷	۹۵۰
قصر شیرین	۱۱	۴۵۴c	۵۹/۷	۱۸/۰	۴۱۳/۴	۴۹۳/۶	۳۵۵	۵۳۲
کل سه منطقه	۳۵	۶۰۵	۱۲۸/۹	۲۱/۸	۵۶۰/۵	۶۴۹/۰	۳۵۵	۹۵۰

در ستون میانگین و برای هر پارامتر اعدادی که دارای حروف یکسان هستند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

ارائه شده است. نتایج حاصل نشان داد تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب زمینی براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در روش آبیاری بارانی، در شهرستان‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد با یکدیگر داشتند ( $Sig < 0/01$ ).

### نیاز آبی سیب زمینی براساس اطلاعات هواشناسی ۱۰ ساله اخیر

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب زمینی براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین در جدول ۸

جدول (۸): نتایج آنالیز واریانس تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب زمینی براساس اطلاعات هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های مورد مطالعه

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری (Sig.)
بین شهرستان‌ها	۵۰۳۴۸۸/۵	۲	۲۵۱۷۴۴/۳	۵۱/۹	۰/۰۰۰
درون شهرستان‌ها	۱۵۵۱۵۵/۶	۳۲	۴۸۴۸/۶		
کل سه منطقه	۶۵۸۶۴۴/۲	۳۴			

۱۰ ساله اخیر با ۷۱۱ میلی‌متر مربوط به شهرستان کرمانشاه بود و کمترین آن با ۴۴۰ میلی‌متر به شهرستان قصر شیرین اختصاص داشت به طویکه تفاوت این دو شهرستان از لحاظ آماری معنی‌دار بود. مقدار این پارامتر در شهرستان سنقر ۶۸۵ میلی‌متر بدست آمد که تفاوت آن با

مقایسه میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب زمینی براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین در جدول ۹ ارائه شده است. نتایج نشان داد بیشترین میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب زمینی براساس داده‌های هواشناسی

بیشتر و در شهرستان قصر شیرین ۲۹ درصد کمتر از مقدار میانگین آن در سه منطقه مورد مطالعه استان کرمانشاه بود. حداقل تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب زمینی براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین به ترتیب ۵۸۷، ۶۳۰ و ۳۳۹ میلی‌متر بود و حداکثر آن نیز در شهرستان‌های مورد مطالعه به ترتیب ۹۴۴، ۷۸۷ و ۵۲۲ میلی‌متر حاصل شد.

دو شهرستان دیگر مورد مطالعه از لحاظ آماری غیرمعنی‌دار بود. میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب زمینی براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در سه منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه نیز ۶۱۷ میلی‌متر به دست آمد. لذا مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب زمینی براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های کرمانشاه و سنقر به ترتیب ۱۵ و ۱۱ درصد

جدول (۹): نتایج مقایسه میانگین و آماره‌های توصیفی تبخیر تعرق سیب زمینی بر مبنای داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر (میلی‌متر) در شهرستان‌های مورد پژوهش استان کرمانشاه

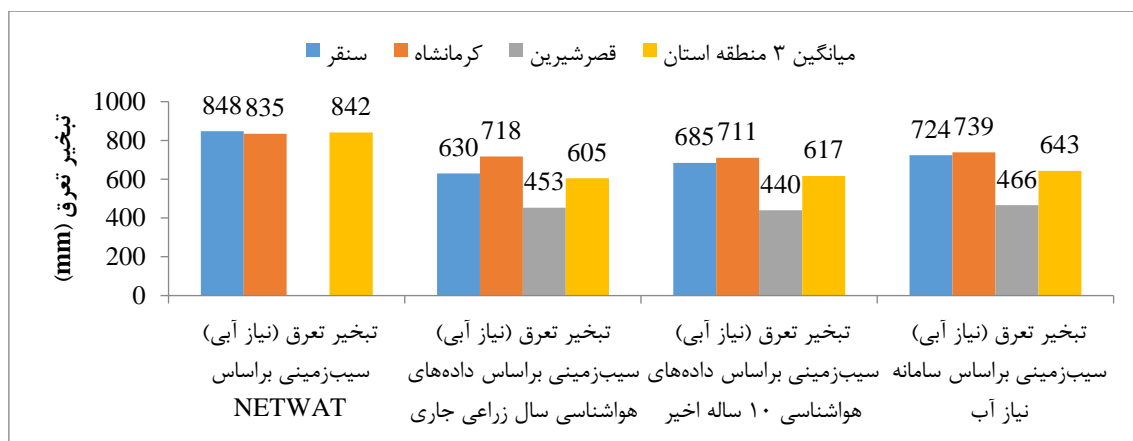
منطقه	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین		حداقل	حداکثر
					حد پایین	حد بالا		
سنقر	۱۲	۶۸۵ab	۶۲/۷	۱۸/۱	۶۴۴/۷	۷۲۴/۳	۵۸۷	۷۸۷
کرمانشاه	۱۲	۷۱۱a	۸۲/۵	۲۳/۸	۶۵۸/۱	۷۶۲/۹	۶۳۰	۹۴۴
قصر شیرین	۱۱	۴۴۰b	۶۰/۹	۱۸/۴	۳۹۹/۳	۴۸۱/۱	۳۳۹	۵۲۲
کل سه منطقه	۳۵	۶۱۷	۱۳۹/۲	۲۳/۵	۵۶۸/۸	۶۶۴/۴	۳۳۹	۹۴۴

در ستون میانگین و برای هر پارامتر اعدادی که دارای حروف یکسان هستند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

## نیاز آبی سیب‌زمینی بر مبنای سامانه نیاز آب و NETWAT

تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی را بیشتر برآورد نمود. این تفاوت‌های اندک، دقت سامانه نیاز آب در برآورد تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی در اقلیم‌های مختلف استان کرمانشاه را نشان می‌دهد. همچنین نتایج حاصل نشان داد مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس NETWAT در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و میانگین آن‌ها به ترتیب ۸۴۸، ۸۳۵ و ۸۴۲ میلی‌متر بود. لازم به ذکر است که تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی در شهرستان قصر شیرین در NETWAT ارائه نشده است. مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس NETWAT در شهرستان‌های سنقر ۰/۷ درصد بیشتر از میانگین این دو شهرستان مورد مطالعه استان کرمانشاه بود اما مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس NETWAT در شهرستان کرمانشاه ۰/۸ درصد کمتر از میانگین این دو شهرستان مورد مطالعه بود.

در شکل زیر نتایج حاصل از تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس سامانه نیاز آب، نرم افزار NETWAT و مقایسه آن با تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری و داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه، قصر شیرین و میانگین این سه شهرستان ارائه شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس سامانه نیاز آب در شهرستان‌های ذکر شده و میانگین آن‌ها به ترتیب ۷۲۴، ۷۳۹، ۴۶۶ و ۶۴۳ میلی‌متر بود. مقایسه نتایج سامانه نیاز آب با نتایج پژوهش حاضر برای سال زراعی جاری نشان داد که سامانه نیاز آب در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه، قصر شیرین و میانگین آن‌ها به ترتیب ۰/۱۴، ۰/۰۳، ۰/۰۳ و ۰/۰۶ درصد مقدار تبخیر



شکل (۳): نیاز آبی سیب‌زمینی براساس NETWAT و مقایسه آن با نیاز آبی سیب‌زمینی بر مبنای داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش و ۱۰ ساله اخیر و سامانه نیاز آب در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه

سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری این شهرستان‌ها بود.

مقایسه مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس NETWAT با مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر نشان داد مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس NETWAT در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و میانگین این دو شهرستان به ترتیب ۲۴، ۱۷ و ۳۶ درصد بیشتر از مقادیر متناظر میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر این

نکته: تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی در شهرستان قصر شیرین در NETWAT ارائه نشده است.

مقایسه مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس NETWAT با مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری نشان داد مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس NETWAT در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و میانگین این دو شهرستان به ترتیب ۳۵، ۱۶ و ۳۹ درصد بیشتر از مقادیر متناظر میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی)

شهرستان‌های کرمانشاه و قصر شیرین به ترتیب ۱ و ۳ درصد بیشتر و در شهرستان سنقر و میانگین سه شهرستان به ترتیب ۸ و ۲ درصد کمتر از مقادیر متناظر میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر این شهرستان‌ها بود. مقدار تبخیر تعرق سیب‌زمینی براساس سامانه نیاز آب در شهرستان‌های ذکر شده و میانگین آن‌ها به ترتیب ۷۲۴، ۷۳۹، ۴۶۶ و ۶۴۳ میلی‌متر بود. این اعداد تفاوت اندکی با نتایج پژوهش حاضر داشتند و دقت بالای سامانه نیاز آب در برآورد تبخیر تعرق سیب‌زمینی در اقلیم‌های مختلف استان کرمانشاه را نشان دادند. مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس NETWAT در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و میانگین آن‌ها به ترتیب ۸۴۸۰، ۸۳۵۰ و ۸۴۲۰ مترمکعب در هکتار بود. لازم به ذکر است که تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی در شهرستان قصر شیرین در NETWAT ارائه نشده است. مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس NETWAT در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و میانگین این دو شهرستان به ترتیب ۳۵، ۱۶ و ۳۹ درصد بیشتر از مقادیر متناظر میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری و ۲۴، ۱۷ و ۳۶ درصد بیشتر از مقادیر متناظر آن براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر این شهرستان‌ها بود.

### قدردانی

این پژوهش با همکاری و حمایت مالی سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه اجرا شده است. در اجرای آن همکاران گراندردی از سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه، مراکز جهاد کشاورزی شهرستان‌های کرمانشاه، سنقر و سرپل ذهاب و مراکز خدمات کشاورزی دهستان‌های وابسته‌ی آن‌ها مشارکت و همکاری داشته‌اند. بدینوسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از زحمات و همکاری‌های این بزرگواران اعلام می‌داریم.

شهرستان‌ها بود. عباسی و همکاران (۱۳۹۹) بیان می‌دارند یکی از دلایل اصلی تفاوت نیاز آبی NETWAT و داده‌های محاسباتی با روش فائو پنمن مانیت، تغییرات اقلیمی، بارندگی مؤثر و افزایش درجه حرارت هوا در چند دهه اخیر است.

مقایسه مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری با مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر نشان داد مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری در شهرستان‌های کرمانشاه و قصر شیرین به ترتیب ۱ و ۳ درصد بیشتر و در شهرستان سنقر و میانگین سه شهرستان به ترتیب ۸ و ۲ درصد کمتر از مقادیر متناظر میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر این شهرستان‌ها بود.

### نتیجه‌گیری

نتایج کلی حاصل از این پژوهش نشان داد که میانگین طول دوره‌ی رشد سیب‌زمینی در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و قصر شیرین به ترتیب ۱۳۴، ۱۳۷ و ۱۴۸ روز بود. میانگین طول دوره‌ی رشد سیب‌زمینی در سه منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه نیز ۱۴۰ روز به دست آمد. تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه، قصر شیرین و میانگین این سه شهرستان به ترتیب ۶۳۰۰، ۷۱۸۰، ۴۵۴۰ و ۶۰۵۰ مترمکعب در هکتار بدست آمد. از نکات مورد توجه در شهرستان قصر شیرین این است که تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی ۲۵ درصد کمتر از مقدار میانگین آن در سه منطقه مورد مطالعه استان کرمانشاه بود. تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های ذکر شده نیز به ترتیب ۶۸۵۰، ۷۱۱۰، ۴۴۰۰ و ۶۱۷۰ مترمکعب در هکتار بدست آمد. مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) سیب‌زمینی براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی جاری در

### منابع

استانداری کرمانشاه. ۱۴۰۰. سیمای اقتصادی کرمانشاه. دفتر هماهنگی امور سرمایه‌گذاری و اشتغال. <http://www.ostan->

[ks.ir/investment](http://ks.ir/investment)



- براتی، خ، ج. عابدی کوپایی، ا. درویشی، آ. آذری و ع. یوسفی. ۱۳۹۷. برآورد نیاز خالص آبیاری گیاهان الگوی کشت دشت کرمانشاه و مقایسه آن با داده‌های سند ملی آب. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، سال سی و دوم، شماره ۴، ص ۵۴۳-۵۵۴.
- جلالی، ا.ه، ح.ر. سالمی، ع.ر. نیکویی، س. گوانجی، م.ا. رضایی، م. خداقلی و ن. تومانیان. ۱۳۹۶. تعیین نیاز آبی سیب‌زمینی در اقلیم‌های مختلف استان اصفهان. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی، سال سی‌ام، شماره ۴، ص ۷۶-۵۳.۴.
- جلینی، م، م. کریمی و ج. باغانی. ۱۴۰۰. بررسی میزان آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب مزارع سیب‌زمینی در شرایط زارعین استان خراسان رضوی. آب و توسعه پایدار، سال هشتم، شماره ۴، ص ۵۱-۵۸.
- دین‌پژوه، ی. و م. فروغی. ۱۳۹۷. اثر تغییر اقلیم بر تغییرات جهشی تبخیر- تعرق پتانسیل (مطالعه موردی: شمال غرب ایران). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، سال سی و دوم، شماره ۳، ص ۶۳۲-۶۱۷.
- شاهرخ‌نیا، م.ع. و ج. باغانی. ۱۴۰۰. بررسی میزان آب کاربردی و بهره‌وری آب مزارع سیب‌زمینی در شرایط زارعین استان فارس. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، سال پانزدهم، شماره ۳، ص ۶۳۵-۶۲۴.
- شرکت آب منطقه‌ای استان کرمانشاه. ۱۳۹۸. مطالعات جامع منابع آب استان کرمانشاه. کرمانشاه، ایران.
- عباسی، ف، م. جلینی، م. خرمیان، س.ا. دهقانیان، ا. مقبلی دامنه، ا. زارع مهرانی، م. نوروزی، ا. گمرکچی، ع.ر. کیانی، م. طاهری، پ. بیات و ن. سلامتی. ۱۳۹۹. تعیین آب کاربردی گوجه‌فرنگی در کشور. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران. ۸۲ صفحه.
- فتح‌اللهی، ج، س.م.ب. نجفی و ش. فرهنگیان. ۱۴۰۰. شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر کم‌آبی در استان کرمانشاه با کمک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی. مجله آب و توسعه پایدار، سال هشتم، شماره ۴، ص ۴۲-۳۳.
- فرشی، ع.ا، م.ر. شریعتی، ر. جلالی، م.ر. قائمی، م. شهابی‌فر و م.م. تولائی. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور، جلد اول گیاهان زراعی. چاپ اول، انتشارات آموزش کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج، ایران. ۹۰۰ صفحه.
- فلاح‌قاله‌ری، غ.ع، م. باعقیده و ح. رضایی. ۱۳۹۵. برآورد نیاز آبی محصول سیب زمینی در اقلیم تربت حیدریه و تخمین تبخیر و تعرق واقعی براساس تبخیر و تعرق مرجع. مجله انسان و محیط زیست، سال چهاردهم، شماره ۲، ص ۶۰-۴۹.
- کردوانی، پ. ۱۳۹۱. منابع و مسائل آب در ایران - جلد اول: آب‌های سطحی و زیرزمینی و مسائل بهره‌برداری از آن‌ها. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران. ۴۲۰ صفحه.
- کردوانی، پ. و ب. کردپور. ۱۳۹۱. استفاده بهینه از منابع آبی در ناحیه اورامانات (ذخیره باران). فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال نهم، شماره ۳۵، ص ۱۶-۱.
- کریمی، م، س.س. شاه‌زیدی و ا. جعفری. ۱۳۹۸. بررسی تأثیر توپوگرافی بر دفاع سرزمینی مطالعه موردی: محور استراتژیک قصرشیرین-کرمانشاه. نشریه اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، سال بیست و هشتم، شماره ۱۰۹، ص ۲۵۷-۲۳۹.
- مرکز آمار ایران. ۱۳۹۶. گزیده نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۵. تهران، انتشارات دفتر ریاست، روابط عمومی و همکاری‌های بین‌الملل.
- مرکز آمار ایران. ۱۳۹۹. سال‌نامه آماری کشور ۱۳۹۷. تهران، انتشارات دفتر ریاست، روابط عمومی و همکاری‌های بین‌الملل.
- معاونت آمار مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۴۰۲. آمارنامه کشاورزی، سال ۱۴۰۱، جلد اول، محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز آمار، فناوری و اطلاعات و ارتباطات، تهران، ایران. ۹۵ صفحه.



معیری، م. ۱۳۹۹. تحلیل کارائی مصرف آب سیب‌زمینی مزارع شمال استان خوزستان. نشریه مدیریت آب در کشاورزی، سال هفتم، شماره ۱، ص ۶۵-۸۲.

Akkamis, M. and S. Caliskan. 2023. Responses of yield, quality and water use efficiency of potato grown under different drip irrigation and nitrogen levels. *Scientific Reports*, 13(1): 9911.

Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy.

Djaman, K., K. Koudahe, A. Saibou, M. Darapuneni, C. Higgins, and S. Irmak. 2022. Soil Water Dynamics, Effective Rooting Zone, and Evapotranspiration of Sprinkler Irrigated Potato in a Sandy Loam Soil. *Agronomy*, 12(4): 864.

Evet, S. R., W.P. Kustas, P.H. Gowda, M.C. Anderson, J.H. Prueger, and T.A. Howell. 2012. Overview of the Bushland Evapotranspiration and Agricultural Remote sensing EXperiment 2008 (BEAREX08): A field experiment evaluating methods for quantifying ET at multiple scales. *Advances in Water Resources*, 50: 4-19. Fabeiro, C., F. Martín de Santa Olalla, and J. de Juan. 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. *Agricultural Water Management*, 48: 255-266.

FAOSTAT. 2024. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

Khasraei, A., H. Zare Abyaneh, M. Jovzi and M. Albaji. 2024. Long-term monitoring and evaluation of drought and determining the accuracy of its indicators in western Iran. *Environment, Development and Sustainability*, 1-

Shiri, J., A.H. Nazemi, A.A. Sadraddini, G. Landeras, O. Kisi, A. Fakheri Fard and P. Marti. 2014a. Comparison of heuristic and empirical approaches for estimating reference evapotranspiration from limited inputs in Iran. *Computers and Electronics in Agriculture*, 108: 230-241.

Shiri, J., A.A. Sadraddini, A.H. Nazemi, O. Kisi, G. Landeras, A. Fakheri Fard and P. Marti. 2014b. Generalizability of gene expression programming-based approaches for estimating daily reference evapotranspiration in coastal stations of Iran. *Journal of Hydrology*, 508: 1-11.

Yavuz, D., S. Suheri and N. Yavuz. 2016. Energy and water use for drip-irrigated potato in the Middle Anatolian region of Turkey. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 35: 212-220.