شاپا الکترونیکی
ISSN – ۲۷۸۳-۰۷۱۳

پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه

سازمان برنامه و بودجه کشور
سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کرمانشاه

Determining the water requirement of wheat in different climates of Kermanshah province and comparing it with the national water document

Mehdi Jovzi
Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran.
(Corresponding Author). jovzimehdi11@yahoo.com

Niaz Ali Ebrahimi Pak
Associate Professor, Department of Irrigation and Soil Physics, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
nebrahimipak@yahoo.com

Abstract

One of the most effective ways to deal with the water crisis and increase the quantity and quality of production in the agricultural sector is to pay serious attention to the water requirements of agricultural products. The purpose of this research is to determine the water requirement of the wheat crop in different climates of Kermanshah province in the crop season of 2021-2022. In a general classification, Kermanshah province has cold, moderate and hot climates. According to the statistics of the 2019-2020 crop year and in the mentioned climates respectively Sonqor, Kermanshah and Sarpol Zahab cities, have the largest cultivated area and were chosen as the research areas. A total of 34 farms were selected under the conditions of the farmers and field measurements were carried out during the growing season. The water requirement of wheat was determined using the FAO Penman-Monteith method and the data of the nearest synoptic meteorological station to the selected farms. The results showed that the average length of the wheat growth period in Sonqor, Kermanshah and Sarpol Zahab cities was 271, 250 and 177 days, respectively. The average water requirement of wheat in the mentioned cities and the average of these three cities were 650, 727, 483 and 616 mm, respectively. The water requirement of wheat in Sarpol Zahab city was 22% lower than the average value in the three regions of Kermanshah province due to the length of the short growth period and the growth in the cool months of the year.

Keywords: FAO Penman- Monteith,Irrigation, National water document, Wheat evapotranspiration.

Progress and development of Kermanshah province
Kermanshah Management and Planning Organization, 2023, Vol. 2, No. 3, pp 121-144.
Received: 07/06/2023 - **Accepted:** 19/07/2023

پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه
سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کرمانشاه
شاپا الکترونیکی
ISSN – ۲۷۸۳-۰۷۱۳

تعیین نیاز آبی گندم در اقلیم‌های مختلف استان کرمانشاه و مقایسه آن با سند ملی آب

مهدی جوزی

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) jovzimehdi11@yahoo.com

نیازعلی ابراهیمی‌پاک

دانشیار بخش تحقیقات آبیاری و فیزیک خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

nebrahimipak@yahoo.com

چکیده

یکی از موثرترین راه‌کارهای مقابله با بحران آب و افزایش کمی وکیفی تولیدات در بخش کشاورزی توجه جدی به نیاز آبی محصولات کشاورزی می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش تعیین نیاز آبی محصول گندم در اقلیم‌های مختلف استان کرمانشاه در فصل زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ می‌باشد. در یک تقسیم‌بندی کلی استان کرمانشاه دارای اقلیم‌های سرد، معتدل و گرم می‌باشد. براساس آمار سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ و در اقلیم‌های ذکر شده به‌ترتیب شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل ذهاب دارای بیشترین سطح زیر کشت بوده و به‌عنوان مناطق انجام پژوهش انتخاب شدند. در مجموع ۳۴ مزرعه تحت شرایط زارعین انتخاب و در طول فصل رشد اندازه‌گیری‌های میدانی انجام شد. نیاز آبی گندم با استفاده از روش فائو پنمن مانتیث و داده‌های نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی سینوپتیک به مزارع منتخب، تعیین گردید. نتایج حاصل نشان داد میانگین طول دوره‌ی رشد گندم در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل ذهاب به‌ترتیب ۲۷۱، ۲۵۰ و ۱۷۷ روز بود. میانگین نیاز آبی گندم در شهرستان‌های ذکر شده و میانگین این سه شهرستان به‌ترتیب ۶۵۰، ۷۲۷، ۴۸۳ و ۶۱۶ میلی‌متر به‌دست آمد. نیاز آبی گندم در شهرستان سرپل ذهاب به دلیل طول دوره‌ی رشد کوتاه و رشد در ماه‌های خنک سال ۲۲ درصد کمتر از مقدار میانگین آن در سه منطقه استان کرمانشاه بود.

کلیدواژه‌ها: آبیاری، تبخیر تعرق گندم، سند ملی آب، فائو پنمن مونتیث

سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کرمانشاه
فصلنامه پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه، دوره ۲، شماره ۳، ص ۱۲۱-۱۴۴.
تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۰۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۸

۱- مقدمه

کاهش بارندگی و افزایش متوسط تبخیر، میزان خشکی کشور را افزایش داده و کمبود منابع آب را به مهم‌ترین چالش بخش کشاورزی تبدیل کرده است (عزیزی زهان، ۱۳۹۵). رشد جمعیت جهان و ایران نیز این چالش را تشدید کرده است. از طرفی تلاش برای تولید پایدار محصولات کشاورزی، از اهمیت ویژه‌ای در خودکفایی و توسعه بخش کشاورزی دارد. برای داشتن تولید پایدار، آگاهی از نیاز آبی گیاهان ضروری می‌باشد. آب مورد نیاز برای جبران تلفات تبخیر تعرق گیاهان یک مزرعه تحت کشت، نیاز آبی نامیده می‌شود (آلن و همکاران[1]، ۱۹۹۸). نیاز آبی هر گیاه به نوع گیاه، شرایط آب و هوایی و نوع خاک هر منطقه بستگی دارد.

در یک تقسیم‌بندی کلی استان کرمانشاه دارای اقلیم‌های گرم، معتدل و سرد می‌باشد. به‌نظر می‌رسد میزان نیاز آبی گیاهان در این اقلیم‌های استان، دارای اختلاف باشد. لذا با لحاظ نمودن شرایط اقلیمی متفاوت در استان، ضروری است در هر منطقه نیاز آبی گیاهان مربوط به آن منطقه تعیین شود. میانگین بلند مدت بارش استان کرمانشاه ۴۷۴ میلی‌متر و حدود ۱/۸ برابر میانگین کشوری و نصف میانگین جهانی است (فتح‌اللهی و همکاران، ۱۴۰۰). اما با توجه به این‌که حدود ۴۶ درصد از بارندگی استان به خارج از کشور منتقل می‌شود (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۶) میزان نزولات جوی در دسترس هر نفر در استان کرمانشاه کم‌وبیش با مقدار مشابه در کل کشور برابر است (فتح‌اللهی و همکاران، ۱۴۰۰). براساس مطالعات آمایش استان کرمانشاه، میانگین بارش طی بازه زمانی ۳۰ ساله منتهی به ۱۳۹۳ کمتر از ۲ میلی‌متر در سال کاهش یافته است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۷) و منجر به کاهش منابع آب می‌شود (فتح اللهی و همکاران، ۱۴۰۰). مصرف آب در بخش‌های مختلف (کشاورزی، شرب، صنعت و محیط‌زیست) استان کرمانشاه حدود ۱۷۵۰ میلیون مترمکعب می‌باشد که بخش کشاورزی سالانه بیش از ۱۴۱۷ میلیون مترمکعب (۸۱ درصد کل مصرف آب استان) آب مصرف می‌کند. مصرف آب از منابع آب زیرزمینی استان نیز حدود ۱/۳ میلیارد متر مکعب می‌باشد (شرکت آب منطقه‌ای استان کرمانشاه، ۱۳۹۸). فتح‌اللهی و همکاران (۱۴۰۰) بیان می‌دارند سرانه مصرف آب در استان کرمانشاه وضعیت مناسبی نداشته و تداوم مصرف بی‌رویه فعلی منجر به ایجاد بحران آب در آینده نزدیک خواهد شد. با توجه به وضعیت نزولات جوی و منابع آب در استان کرمانشاه، مدیریت صحیح منابع آب دارای اهمیت زیادی می‌باشد و لازم است که از منابع آبی به‌طور بهینه استفاده گردد. برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب در هر منطقه براساس نیاز آبی زراعت منطقه انجام می‌شود که لازمه کارآیی این برنامه‌ریزی، شناخت دقیق نیازهای موجود می‌باشد. همچنین آگاهی از

1. Allen & et al.

مقدار نیاز آبی گیاهان برای محاسبات ذخیره آب خاک، رواناب، تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و بهره‌وری از آب ضروری است (ایوت و همکاران[1]، ۲۰۱۲). لذا تعیین نیاز آبی گیاهان از جمله پارامترهای مهم در این زمینه می‌باشد.

گندم یک محصول استراتژیک در امنیت غذایی کشور است. این محصول بیشترین مساحت کشت محصولات زراعی را در کشور و استان کرمانشاه دارد. براساس آمار سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ سطح کشت آبی گندم در کشور ۱۹۳۲ هزار هکتار و میزان تولید آن ۸/۲ میلیون تن است. میزان سطح کشت آبی گندم در استان کرمانشاه نیز حدود ۹۰۰۰۰ هکتار و میزان تولید آن ۴۵۶۰۷۸ تن می‌باشد. استان کرمانشاه با تولید ۵/۶ درصد از گندم آبی کشور در رتبه پنجم تولیدکنندگان این محصول در بین استان‌های مختلف کشور قرار دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹). با توجه به مطالب بیان شده، تغییرات اقلیمی سالیان اخیر در منطقه (دین‌پژوه و فروغی، ۱۳۹۷) و لذا پویا بودن مقدار نیاز آبی محصولات کشاورزی نیاز به انجام مطالعه مستمر و میدانی (و نه در قالب مزارع آزمایشی) برای تعیین نیاز آبی محصولات مختلف از جمله گندم بیش از پیش ضروری به‌نظر می‌رسد.

در مورد تعیین نیاز آبی گندم در مناطق مختلف پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. لشگری و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی با استفاده از نرم‌افزار کراپ‌وات[2] و دوره آماری داده‌های هواشناسی ۲۰۰۵-۱۹۸۸ نیاز آبی گندم را در شهرستان‌های سرپل‌ذهاب، روانسر و اسلام‌آبادغرب به‌ترتیب ۶۷۸، ۵۸۲ و ۵۸۱ میلی‌متر برآورد نمودند. قمرنیا و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای در دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه مقدار نیاز آبی گندم را با کمک روش تشت تبخیر کلاس A در یک طرح آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی طی دوسال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ و ۱۳۹۰-۱۳۸۹ به‌ترتیب ۴۱۷ و ۴۳۶ میلی‌متر برآورد نمودند. براتی و همکاران (۱۳۹۷) طی پژوهشی نیاز خالص آبیاری گیاهان الگوی کشت دشت کرمانشاه را برآورد نموده و نتایج را با داده‌های سند ملی آب مورد مقایسه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد مقادیر به‌دست آمده برای اغلب گیاهان به‌طور میانگین ۱/۲ برابر مقادیر موجود در سند ملی آب بود. این نسبت برای دو گیاه گندم و جو تقریبا ۲ برابر به‌دست آمد. آنها نیاز آبی (تبخیر تعرق) گندم، جو، سیب‌زمینی، پیاز، گوجه‌فرنگی و چغندرقند در طول دوره رشد را به‌ترتیب ۵۹۹، ۵۰۴، ۹۸۴، ۱۰۶۱، ۱۰۱۸ و ۱۰۶۱ میلی‌متر در طول دوره رشد گزارش نمودند. سلامتی و همکاران (۱۳۹۹) طی پژوهشی در بهبهان، میزان نیاز آبی گندم را در مزارع مورد مطالعه آنها بین ۳۷۳/۴ تا ۵۱۷/۰ میلی‌متر گزارش نمودند. جوزی و کیخایی (۱۴۰۱) طی پژوهشی در استان کرمانشاه میزان نیاز آبی گندم را بدون در نظر گرفتن شرایط مزرعه و روش آبیاری بین ۴۴۷ تا ۶۰۹ میلی‌متر برآورد نمودند. ورجاوند و همکاران (۱۴۰۰) طی مطالعه‌ای در شهرستان‌های اهواز و دشت آزادگان با استفاده از آمار هواشناسی ۱۰ ساله و رابطه فائو

1. Evett & et al.
2. CROPWAT

پنمن مانتیث مقدار نیاز آبی گندم را به‌ترتیب ۴۹۵ و ۵۷۳ میلی‌متر محاسبه نمودند. فرامرزی و همکاران[1] (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای بهره‌وری آب گندم تمام استان‌های کشور را با استفاده از آمار دراز مدت عملکرد و استفاده از مدل هیدرولوژی و بیلان آب به نام سوآت (برای تعیین تبخیر تعرق) بدون در نظر گرفتن شرایط مزرعه و روش آبیاری و فقط با استفاده از آمار هواشناسی برآورد نمودند. براساس نتایج آن تحقیق، میزان تبخیرتعرق این گیاه برای کل استان کرمانشاه بین ۵۰۰۱ تا ۶۰۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش کردند. کارو و همکاران[2] (۲۰۱۲) در پژوهشی دو ساله در استان منوفیه[3] مصر، نیاز آبی گندم را با استفاده از روش فائو پنمن مانتیث طی سال‌های زراعی ۲۰۰۶-۲۰۰۵ و ۲۰۰۷-۲۰۰۶ در شرایط زارعین به‌ترتیب ۴۲۷ و ۴۴۳ میلی‌متر محاسبه نمودند. همچنین نتایج آنها نشان داد مصرف آب در گندم در شرایط زارعین در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب ۲۸ و ۶۵۵ مترمکعب در هکتار بیشتر از نیاز آبی گندم بود. اسحاق و همکاران[4] (۲۰۲۳) طی پژوهشی شش ساله از ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۳ در فیصل‌آباد پاکستان با استفاده از نرم‌افزار دی‌ست-سریز[5] و روش فائو پنمن مانتیث نیاز آبی گندم (با طول دوره رشد کوتاه ۱۴۰ روز) را به‌طور میانگین ۲۲۶ میلی‌متر محاسبه نمودند. وانگ و همکاران[6] (۲۰۲۳) طی پژوهشی در دشت شمال چین[7] با استفاده از ترکیب روش سنجش از دور و روش فائو پنمن مانتیث و استفاده از آمار هواشناسی ۲۰۱۸-۲۰۰۱ مقدار نیاز آبی گندم را ۲۷۶ میلی‌متر محاسبه کردند.

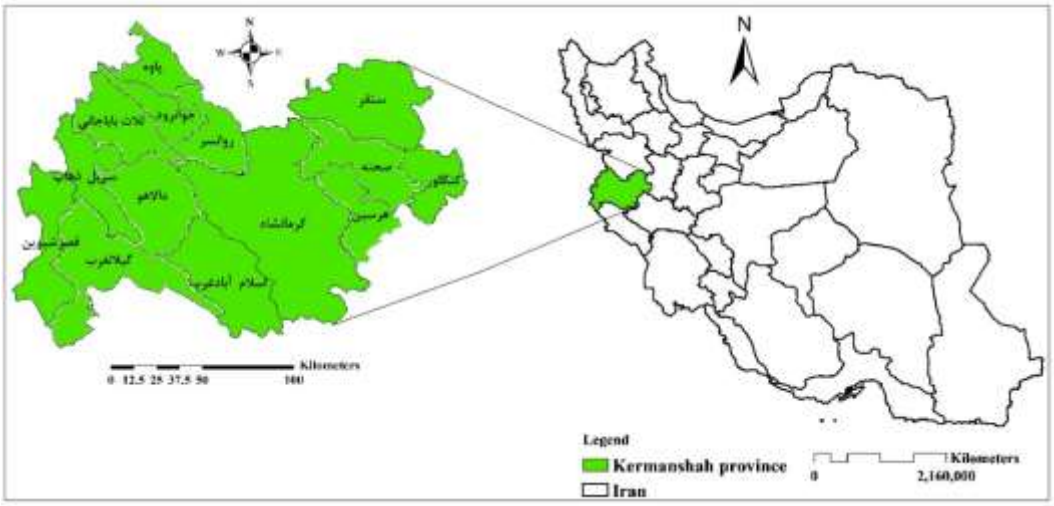
بررسی منابع نشان می‌دهد که تعیین نیاز آبی محصول گندم در داخل و خارج از کشور مورد توجه بوده است اما پژوهشی که نشان دهنده تعیین نیاز آبی گندم در اقلیم‌های مختلف استان کرمانشاه با لحاظ نمودن شرایط مزرعه و روش آبیاری باشد، انجام نشده است. بنابراین انجام پژوهشی که مقدار نیاز آبی گندم را تحت شرایط ذکر شده تعیین کند ضروری به‌نظر می‌رسد لذا هدف از انجام این پژوهش تعیین نیاز آبی گندم با لحاظ نمودن شرایط مزرعه‌ای در اقلیم‌های مختلف استان کرمانشاه می‌باشد.

۲- روش‌شناسی

1. Faramarzi & et al.
2. Karrou & et al.
3. Menoufia
4. Ishaque & et al.
5. DSSAT-CERES
6. Wang & et al.
7. North China Plain

۲-۱- شرایط اکولوژیکی منطقه اجرای پروژه

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 حدود ۱/۵ درصد از مساحت کشور را در برداشته 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). به‌طورکلی استان کرمانشاه را براساس دما، بارش و ناهمواری می‌توان به سه منطقه آب‌وهوایی تقسیم کرد (رحیم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴): الف) منطقه سردسیر: این نوع آب و هوا در مناطق مرتفع استان مشاهده می‌شود. بخش‌هایی از شهرستان‌های کنگاور، سنقر، پاوه، جوانرود و همچنین بخش‌هایی از ثلاث باباجانی از این نوع آب‌وهوا 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 به‌ترتیب 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، سرپل‌ذهاب و گیلان‌غرب از مناطق گرمسیری استان به شمار می‌رود. ارتفاع کم و استقرار در مجاورت بیابان‌های خشک عراق از عوامل مؤثر در گرم بودن این منطقه است. از ویژگی‌های این آب و هوا، تابستان‌های بسیار گرم و زمستان‌های ملایم می‌باشد. میانگین دمای تابستان و زمستان به‌ترتیب ۳۲/۵ و ۱۱ درجه سانتی‌گراد است. این منطقه به‌طور میانگین ۳۸۵ میلی‌متر بارش دارد و برف به ندرت در این منطقه آب‌وهوایی 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 این منطقه به‌ترتیب ۲۶/۱ و ۴/۱ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش ۴۴۱ میلی‌متر است. بخش اعظم شهرستان‌های کرمانشاه، اسلام‌آبادغرب، روانسر، صحنه، هرسین و بخشی از دالاهو در این منطقه آب‌وهوایی قرار گرفته‌اند. در شکل ۱ موقعیت استان کرمانشاه و شهرستان‌های مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل ۱. موقعیت استان کرمانشاه و شهرستان‌های مورد مطالعه

۲-۲- انتخاب مناطق مورد مطالعه

این پژوهش به‌صورت میدانی و به‌منظور تعیین نیاز آبی محصول گندم در اقلیم‌های مختلف استان کرمانشاه در طول فصل زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ اجرا شد. همان‌طور که قبلاً بیان شد در یک تقسیم‌بندی کلی، می‌توان اقلیم‌های آب‌وهوایی استان کرمانشاه را در سه اقلیم کلی گرم، معتدل و سرد تقسیم‌بندی نمود (رحیم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴). در پژوهش حاضر ابتدا براساس آمار سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه شهرستان‌هایی که در هر اقلیم دارای بیشترین سطح زیر کشت گندم در استان بودند، به‌عنوان مناطق آزمایشی انتخاب شدند (جدول ۱). براساس آمار ذکر شده در جدول ۱ بیشترین مساحت کشت گندم در اقلیم‌های سردسیر، معتدل و گرمسیر استان کرمانشاه به‌ترتیب با ۷۷۹۰، ۳۰۹۸۹ و ۱۳۰۰۰ هکتار مربوط به شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب بود. لذا بر این اساس در اقلیم‌های سردسیر، معتدل و گرمسیر استان کرمانشاه به‌ترتیب شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل ذهاب به‌عنوان مناطق آزمایشی این پژوهش انتخاب شدند.

جدول ۱. مساحت کشت محصول گندم (برحسب هکتار) در شهرستان‌های استان کرمانشاه براساس آمار سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸

نام شهرستان	گندم
کنگاور	٤٩٠٠
سنقر	٧٧٩٠
صحنه	٦٨٠٠
کرمانشاه	٣٠٩٨٩
اسلام‌آبادغرب	٥٠٢٠

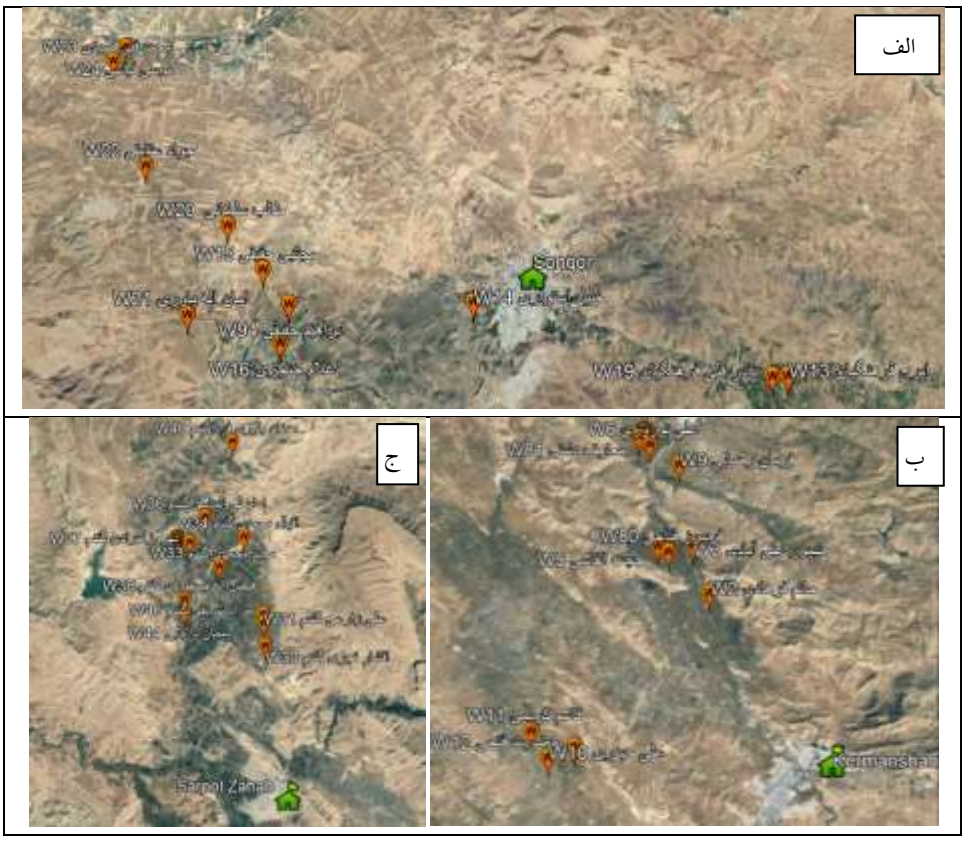
هرسین	۵۰۱۰
روانسر	۷۰۰۰
دالاهو	۱۵۰
جوانرود	۱۶۸
پاوه	۳
سرپل‌ذهاب	۱۳۰۰۰
قصرشیرین	۳۴۵۰
گیلان‌غرب	۶۵۰۰
ثلاث‌باباجانی	۵۲۰
مجموع	۹۱۳۰۰

۲-۳- انتخاب مزارع آزمایشی

جهت انتخاب مزارع در شهرستان‌ها با کمک کارشناسان معاونت تولیدات گیاهی، مدیریت هماهنگی ترویج و مدیریت آب‌وخاک سازمان جهاد کشاورزی استان و شهرستان‌های مورد نظر، مزارع شناسایی و انتخاب شدند. مزارع آزمایشی طوری انتخاب شد که عوامل مختلف از جمله روش آبیاری، بافت خاک، و کیفیت آب آبیاری مختلف را پوشش دهند. در جدول ۲ تعداد مزارع انتخابی در هر شهرستان ارائه شده است. همچنین در شکل ۲ پراکنش مزارع انتخابی برای محصولات مورد پژوهش نشان داده شده است.

جدول۲. تعداد مزارع انتخاب شده محصول گندم در شهرستان‌های استان کرمانشاه

نام شهرستان	روش آبیاری		مجموع
	بارانی	سطحی	
سنقر	۶	۵	۱۱
کرمانشاه	۶	۵	۱۱
سرپل‌ذهاب	۷	۵	۱۲
مجموع	۱۹	۱۵	۳۴



شکل۲. پراکنش مزارع مورد مطالعه پژوهش در شهرستان‌های الف- سنقر، ب-کرمانشاه و ج- سرپل‌ذهاب

برای انجام پروژه حاضر مزارع منتخب در طول فصل رشد مورد پایش زراعی قرار گرفت و مواردی نظیر تاریخ کاشت، تاریخ برداشت، مدت زمان هر کدام از مراحل چهارگانه رشد، نوع رقم به‌کار رفته یادداشت‌برداری شد. همچنین مشخصات عمومی مزارع از قبیل مساحت، موقعیت دقیق مکانی با GPS، روش آبیاری، مشخصات بهره‌برداران و ... در فرم‌های ثبت اطلاعات عمومی مزارع منتخب درج شد.

۲-٤- روش تعیین نیاز آبی

به این منظور روش‌های تئوری و تجربی متعددی در دنیا ارائه شده است. لازمه تعیین دقیق نیاز آبی گیاهان محاسبه تبخیر تعرق سطوح گیاهی می‌باشد که در حالت کلی به دو روش، مستقیم و غیرمستقیم اندازه‌گیری می‌شود. روش مستقیم با استفاده از لایسیمتر انجام می‌شود هرچند که این روش دقیق است اما زمان‌بر و هزینه‌بر است. روش‌های غیرمستقیم بر پایه اطلاعات تجربی، مبانی فیزیکی و ریاضی تعیین می‌شوند، که از جمله دقیق‌ترین این روش‌ها که مورد تأیید سازمان فائو نیز می‌باشد روش فائو پنمن مانتیث می‌باشد (آلن و همکاران[1]، ۱۹۹۸) که در سراسر دنیا به‌عنوان روش استاندارد تعیین تبخیر تعرق (نیاز آبی) شناخته می‌شود.

1. Allen & et al.

فائو در سال ۱۹۹۸ در نشریه ۵۶، روش فائو پنمن مانتیث را به‌عنوان روشی استاندارد برای تعیین تبخیر تعرق گیاه مرجع پیشنهاد داد. براساس این نشریه، در شرایط عدم دسترسی به داده‌های دقیق لایسیمتری می‌توان از روش فائو پنمن مانتیث به‌عنوان روش استاندارد برای تعیین تبخیر تعرق (نیاز آبی) استفاده کرد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸؛ شیری و همکاران[1]، ۲۰۱۴ a,b). تبخیر تعرق گیاه مرجع توسط روش فائو پنمن مانتیث به‌صورت زیرتعیین می‌شود (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

$$ET_o = \frac{0.408\,\Delta\,(R_n - G) + \frac{9000}{T+273} U_{2m}(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34\,U_{2m})} \qquad (۱)$$

که در آن ET_o تبخیر تعرق گیاه مرجع برحسب میلی‌متر در روز، Rn تابش خالص ورودی به سطح (مگاژول به مترمربع برروز)، U_{2m} میانگین روزانه سرعت باد در ارتفاع ۲ متری، T میانگین روزانه دمای هوا (درجه سلسیوس)، e_s فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال) e_a فشار بخار واقعی (کیلو پاسکال)، Δ شیب منحنی فشار بخار (کیلو پاسکال بر درجه سلسیوس) γ ضریب ثابت سایکرومتری (کیلو پاسکال بر درجه سلسیوس) می‌باشد.

با استفاده از آمار نزدیکترین ایستگاه هواشناسی (سینوپتیک) به‌مناطق مورد پژوهش که شامل ایستگاه‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب می‌باشد و روش فائو پنمن مانتیث (آلن و همکاران[2]، ۱۹۹۸) نیاز آبی هر محصول یا تبخیر تعرق گیاهی (ET_C) براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش (۱۴۰۰-۱۴۰۱) و داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر از زمان کاشت تا برداشت از رابطه زیر محاسبه شد.

$$ET_C = Kc \times ET_o \qquad (۲)$$

که در آن ET_o تبخیر تعرق گیاه مرجع برحسب میلی‌متر در روز، Kc ضریب گیاهی است که عددی بدون بعد بوده و براساس ضرایب پیشنهادی نشریه فائو ۵۶ و بومی‌سازی این ضرایب با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و مزارع کشاورزان، روش آبیاری و دور آبیاری (براساس روابط و دستورالعمل توصیه شده در نشریه فائو ۵۶) برای مناطق مورد پژوهش مقدار آن تعیین شد و ETC تبخیر تعرق (نیاز آبی) گیاه مورد پژوهش برحسب میلی‌متر در روز می‌باشد.

۲-۵- روش تحلیل داده‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌ها و محاسبات مربوط به نیاز آبی گندم در اقلیم‌های مختلف استان، اطلاعات مورد نظر در یک بانک اطلاعاتی ذخیره و سپس این اطلاعات با استفاده از نرم افزار SPSS و آنالیز واریانس یک‌طرفه

1. Shiri & et al.
2. Allen & et al.

(ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و با استفاده از پس آزمون‌های آن (Post Hoc)، نیاز آبی گندم در مناطق مورد پژوهش استان کرمانشاه مورد مقایسه میانگین قرار گرفتند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- طول دوره رشد گندم

نتایج حاصل از تجزیه واریانس طول دوره‌ی رشد گندم در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل ذهاب در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج حاصل نشان داد طول دوره رشد گندم در روش‌های آبیاری بارانی، سطحی و کل هر دو روش آبیاری در شهرستان‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد با یک‌دیگر داشتند (Sig < ۰/۰۱).

جدول۳. تجزیه واریانس طول دوره رشد گندم در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه

روش آبیاری	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری(Sig.)
هر دو روش آبیاری	بین شهرستان‌ها	٥٦٤٩٨/٧	٢	٢٨٢٤٩/٤	٢٠٣/٣	٠/٠٠
	درون شهرستان‌ها	٤٣٠٧/٣	٣١	١٣٨/٩		
	کل سه منطقه	٦٠٨٠٦/٠	٣٣			
آبیاری بارانی	بین شهرستان‌ها	٢٧٧٣٩/٣	٢	١٣٨٦٩/٦	١٧٩/٤	٠/٠٠
	درون شهرستان‌ها	١٢٣٦/٨	١٦	٧٧/٣		
	کل سه منطقه	٢٨٩٧٦/١	١٨			
آبیاری سطحی	بین شهرستان‌ها	٢٨٥٧٧/٧	٢	١٤٢٨٨/٩	١٠٢/٨	٠/٠٠
	درون شهرستان‌ها	١٦٦٧/٢	١٢	١٣٨/٩		
	کل سه منطقه	٣٠٢٤٤/٩	١٤			

مقایسه میانگین طول دوره رشد گندم در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد بیشترین میانگین طول دوره رشد گندم با ۲۷۱ روز مربوط به شهرستان سنقر بود و کمترین آن با ۱۷۷ روز به شهرستان سرپل‌ذهاب اختصاص داشت. میانگین طول دوره رشد گندم در سه منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه نیز ۲۳۱ روز به‌دست آمد. حداقل طول دوره رشد گندم در شهرستان‌های سنقر،کرمانشاه و سرپل ذهاب به‌ترتیب ۲۵۱، ۲۲۶ و ۱۶۳ روز بود و حداکثر آن نیز در شهرستان‌های مورد مطالعه به‌ترتیب ۳۰۴، ۲۷۴ و ۱۸۶ روز حاصل شد. نتایج تحقیقات شاهرخ‌نیا و همکاران (۱۴۰۱) در سه اقلیم سرد (شهرستان اقلید) معتدل (شهرستان مرودشت) و گرم (شهرستان داراب) استان فارس نشان داد میانگین طول دوره رشد گندم در این سه اقلیم به‌ترتیب ۲۶۵، ۲۰۶ و ۱۷۷ روز بود که موافق نتایج پژوهش حاضر می‌باشد.

جدول٤. مقایسه میانگین و آماره‌های توصیفی طول دوره رشد گندم در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه

روش آبیاری	منطقه	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین		حداقل	حداکثر
						حد پایین	حد بالا		
هر دو روش آبیاری	سنقر	۱۱	۲۷۱a	۱٤/٤٥	٤/۳٦	۲٦۱/۷٥	۲۸۱/۱٦	۲٥۱	۳۰٤
	کرمانشاه	۱۱	۲٥۰b	۱۲/۸۲	۳/۸۷	۲٤۱/٥۷	۲٥۸/۷۹	۲۲٦	۲۷٤
	سرپل‌ذهاب	۱۲	۱۷۷c	۷/۲۳	۲/۰۹	۱۷۲/۸۲	۱۸۲/۰۱	۱٦۳	۱۸٦
	کل سه منطقه	۳٤	۲۳۱	٤۲/۹۳	۷/۳٦	۲۱٦/٤۰	۲٤٦/۳٦	۱٦۳	۳۰٤
آبیاری بارانی	سنقر	٦	۲٦۲a	۷/۷٦	۳/۱۷	۲٥٤/۰۳	۲۷۰/۳۱	۲٥۱	۲۷۱
	کرمانشاه	٦	۲٤٦b	۱۲/۳۳	٥/۰۳	۲۳۳/۰٦	۲٥۸/۹٤	۲۲٦	۲٦۳
	سرپل‌ذهاب	۷	۱۷٦c	٥/٤۲	۲/۰٥	۱۷۰/۹۹	۱۸۱/۰۱	۱٦۹	۱۸٦
	کل سه منطقه	۱۹	۲۲٥	٤۰/۱۲	۹/۲۱	۲۰٥/۹۸	۲٤٤/٦٥	۱٦۹	۲۷۱
آبیاری سطحی	سنقر	٥	۲۸۳a	۱۲/۷٤	٥/۷۰	۲٦٦/۷۸	۲۹۸/٤۲	۲۷۱	۳۰٤
	کرمانشاه	٥	۲٥٥b	۱۲/۷۸	٥/۷۱	۲۳۹/۳٤	۲۷۱/۰٦	۲۳۸	۲۷٤
	سرپل‌ذهاب	٥	۱۷۹c	۹/٥٦	٤/۲۷	۱٦۷/٥٤	۱۹۱/۲٦	۱٦۳	۱۸٦
	کل سه منطقه	۱٥	۲۳۹	٤٦/٤۸	۱۲/۰۰	۲۱۳/۳۳	۲٦٤/۸۱	۱٦۳	۳۰٤

در ستون میانگین و برای هر پارامتر اعدادی که دارای حروف یکسان هستند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر ندارند. براساس نتایج جدول ۴ بیشترین میانگین طول دوره رشد گندم در روش آبیاری بارانی با ۲۶۲ روز مربوط به شهرستان سنقر بود و کمترین آن با ۱۷۶ روز به شهرستان سرپل‌ذهاب اختصاص یافت. میانگین طول دوره رشد گندم در روش آبیاری بارانی در سه منطقه مورد مطالعه نیز ۲۲۵ روز به‌دست آمد. حداقل طول دوره رشد گندم در روش آبیاری بارانی در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب به‌ترتیب ۲۵۱، ۲۲۶ و ۱۶۹ روز بود و حداکثر آن نیز در شهرستان‌های مورد مطالعه به‌ترتیب ۲۷۱، ۲۶۳ و ۱۸۶ روز به‌دست آمد.

بیشترین میانگین طول دوره رشد گندم در روش آبیاری سطحی با ۲۸۳ روز مربوط به شهرستان سنقر بود و کمترین آن با ۱۷۹ روز به شهرستان سرپل‌ذهاب تعلق داشت. میانگین طول دوره رشد گندم در روش آبیاری سطحی در سه منطقه مورد مطالعه نیز ۲۳۹ روز به‌دست آمد. حداقل طول دوره رشد گندم در روش آبیاری سطحی در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب به‌ترتیب ۲۷۱، ۲۳۸ و ۱۶۳ روز بود و حداکثر آن نیز در شهرستان‌های مورد مطالعه به‌ترتیب ۳۰۴، ۲۷۴ و ۱۸۶ روز به‌دست آمد (جدول ۴).

طول دوره رشد گندم در روش آبیاری بارانی نسبت به روش آبیاری سطحی در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب و میانگین این سه شهرستان به‌ترتیب ۲۱، ۹، ۳ و ۱۴ روز کمتر بود (جدول ۴). هرچند که این تفاوت قابل توجه نبود اما دلیل آن می‌تواند به علت دیر کاشت شدن گندم در بیشتر مزراع تحت سامانه آبیاری بارانی باشد. در شهرستان‌های سنقر و کرمانشاه به علت کشت بهاره با استفاده از سامانه آبیاری بارانی (از جمله چغندرقند، سیب‌زمینی، ذرت دانه‌ای) و در شهرستان سرپل‌ذهاب نیز به علت کشت دوم (مثل ذرت دانه‌ای) و برداشت دیرهنگام

محصولات آنها باعث کاشت با تأخیر گندم در این اراضی نسبت به روش آبیاری سطحی شد. تحقیقات سلامتی و همکاران (۱۳۹۷) در بهبهان نشان داد میانگین طول دوره رشد گندم در مزارع تحت سامانه آبیاری بارانی و آبیاری سطحی به‌ترتیب ۱۳۷ و ۱۵۸ روز بود. آنها دلیل کمتر بودن دوره رشد گندم در مزارع تحت سامانه‌های آبیاری بارانی را تأخیر در تاریخ کاشت گندم به‌علت دیر برداشت شدن محصول قبلی بیان نمودند.

۳-۲- تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش (۱۴۰۰-۱۴۰۱)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج حاصل نشان داد تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در روش‌های آبیاری بارانی، سطحی و کل هر دو روش آبیاری در شهرستان‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد با یکدیگر داشتند (Sig < ۰/۰۱).

جدول۵. تجزیه واریانس تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه

روش آبیاری	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری (Sig.)
هر دو روش آبیاری	بین شهرستان‌ها	۳۶۱۲۸۰/۰	۲	۱۸۰۶۴۰/۰	۱۹۰/۸	۰/۰۰
	درون شهرستان‌ها	۲۹۳۴۲/۸	۳۱	۹۴۶/۵		
	کل سه منطقه	۳۹۰۶۲۲/۸	۳۳			
آبیاری بارانی	بین شهرستان‌ها	۱۹۰۶۸۰/۵	۲	۹۵۳۴۰/۳	۷۸/۶	۰/۰۰
	درون شهرستان‌ها	۱۹۴۱۳/۸	۱۶	۱۲۱۳/۴		
	کل سه منطقه	۲۱۰۰۹۴/۳	۱۸			
آبیاری سطحی	بین شهرستان‌ها	۱۶۹۳۷۸/۱	۲	۸۴۶۸۹/۰	۱۳۹/۷	۰/۰۰
	درون شهرستان‌ها	۷۲۷۲/۹	۱۲	۶۰۶/۱		
	کل سه منطقه	۱۷۶۶۵۱/۰	۱۴			

مقایسه میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج نشان داد بیشترین میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش با ۷۲۷ میلی‌متر مربوط به شهرستان کرمانشاه بود و کمترین آن با ۴۸۳ میلی‌متر به شهرستان سرپل‌ذهاب اختصاص داشت. مقدار این پارامتر در شهرستان سنقر ۶۵۰ میلی‌متر به‌دست آمد که تفاوت آن با دو شهرستان دیگر مورد مطالعه از لحاظ آماری معنی‌دار بود. میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در سه منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه نیز ۶۱۶ میلی‌متر به‌دست آمد. لذا مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس

داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در شهرستان‌های کرمانشاه و سنقر به‌ترتیب ۱۸ و ۶ درصد بیشتر و در شهرستان سرپل‌ذهاب ۲۲ درصد کمتر از مقدار میانگین آن در سه منطقه مورد مطالعه استان کرمانشاه بود. حداقل تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب به‌ترتیب ۵۸۲، ۶۲۷ و ۴۳۸ میلی‌متر بود و حداکثر آن نیز در شهرستان‌های مورد مطالعه به‌ترتیب ۶۸۹، ۷۷۳ و ۵۰۲ میلی‌متر حاصل شد.

شاهرخ‌نیا و همکاران (۱۴۰۱) میزان نیاز آبی گندم را با استفاده از روش پنمن مانتیث و براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله در اقلیم‌های سرد (شهرستان اقلید) معتدل (شهرستان مرودشت) و گرم استان فارس (شهرستان داراب) به‌ترتیب ۴۴۶، ۳۰۹ و ۴۸۹ میلی‌متر گزارش نمودند. شاهرخ‌نیا و همکاران (۱۴۰۱) میزان نیاز آبی گندم را با استفاده از روش پنمن مانتیث و براساس داده‌های هواشناسی یک‌ساله در اقلیم سرد استان فارس (شهرستان اقلید – ۴۴۳ میلی‌متر) را بیشتر از مقدار آن در اقلیم گرم (شهرستان داراب – ۲۰۳ میلی‌متر) به‌دست آوردند آنها دلیل این امر را طولانی‌تر بودن دوره رشد گندم در منطقه سرد بیان نمودند. سلامتی و همکاران (۱۳۹۹) طی پژوهشی در شرایط کشاورزان در بهبهان، مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم در مزارع را بین ۳۷۳/۴ تا ۵۱۷/۰ میلی‌متر گزارش نمودند که با نتایج این پژوهش در منطقه گرمسیر سرپل‌ذهاب (۴۳۸ تا ۵۰۲ میلی‌متر) همخوانی دارد. براتی و همکاران (۱۳۹۷) طی پژوهشی با استفاده از آمار هواشناسی ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ در دشت کرمانشاه تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم را ۵۹۹ میلی‌متر گزارش نمودند که با نتایج حاصل از این پژوهش در کرمانشاه (۷۲۷ میلی‌متر) تا حدودی تفاوت دارد. فرشی و همکاران (۱۳۷۶) مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم را در شهرستان‌های کرمانشاه و کنگاور به‌ترتیب ۵۵۸ و ۵۲۲ میلی‌متر گزارش نمودند. مقادیر حاصل از نتایج پژوهش حاضر برای این پارامتر (کرمانشاه و سنقر به‌ترتیب ۷۲۷ و ۶۵۰ میلی‌متر) بیشتر از مقادیر ذکر شده آنها می‌باشد. از جمله دلایل این امر را می‌توان به تغییرات اقلیمی که در سالیان اخیر در استان کرمانشاه رخ داده است، اشاره نمود.

عباسی و همکاران (۱۳۹۹) نیز بیان می‌دارند تغییرات اقلیمی و افزایش درجه حرارت هوا در چند ده اخیر باعث تغییر تبخیر تعرق (نیاز آبی) گیاهان شده است. دین‌پژوه و فروغی (۱۳۹۷) نیز بیان می‌دارند مقدار تبخیر تعرق مرجع محاسبه شده از آمار سالیان اخیر منتهی به پژوهش آنها در شهرستان‌های اسلام‌آبادغرب، کرمانشاه وکنگاور به‌ترتیب ۱۹۷، ۲۲۴ و ۱۱۴ میلی‌متر در سال نسبت به تبخیر تعرق مرجع محاسبه شده از آمار بلند مدت آنها بیشتر شده است. این امر علاوه‌بر این‌که نشان دهنده تغییرات اقلیمی رخ داده در این استان بوده، باعث افزایش تبخیر تعرق (نیاز آبی) همه گیاهان زراعی و باغی می‌شود.

جدول٦. مقایسه میانگین و آماره‌های توصیفی تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش (بر حسب میلی‌متر) در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه

روش آبیاری	منطقه	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین		حداقل	حداکثر
						حد پایین	حد بالا		
هر دو روش آبیاری	سنقر	۱۱	٦٥٠b	۳۰/٦۹	۹/۲٥	٦۲۹/۸۱	٦۷۱/۰٤	٥۸۲	٦۸۹
	کرمانشاه	۱۱	۷۲۷a	٤۱/٥٦	۱۲/٥۳	٦۹۹/۲٦	۷٥٥/۱۰	٦۲۷	۷۷۳
	سرپل‌ذهاب	۱۲	٤۸۳c	۱٥/٥۳	٤/٤۸	٤۷۳/۱٤	٤۹۲/۸۷	٤۳۸	٥۰۲
	کل سه منطقه	۳٤	٦۱٦	۱۰۸/۸۰	۱۸/٦٦	٥۷۸/۲۱	٦٥٤/۱۳	٤۳۸	۷۷۳
آبیاری بارانی	سنقر	٦	٦۳۸b	۳۲/۰۹	۱۳/۱۰	٦۰٤/٦۱	٦۷۱/۹٦	٥۸۲	٦۷٥
	کرمانشاه	٦	۷۲۰a	٤۸/۳۲	۱۹/۷۲	٦٦۹/۱٦	۷۷۰/٥۷	٦۲۷	۷٦۰
	سرپل‌ذهاب	۷	٤۸۳ c	۲۰/۷۹	۷/۸٦	٤٦۳/۳٤	٥۰۱/۸۰	٤۳۸	٥۰۲
	کل سه منطقه	۱۹	٦۰۷	۱۰۸/۰٤	۲٤/۷۹	٥٥٤/٦۱	٦٥۸/۷٥	٤۳۸	۷٦۰
آبیاری سطحی	سنقر	٥	٦٦٥b	۲٤/۰۹	۱۰/۷۷	٦۳٥/۰۹	٦۹٤/۹۲	٦۲۷	٦۸۹
	کرمانشاه	٥	۷۳٦a	۳٤/۹۹	۱٥/٦٥	٦۹۲/٥۲	۷۷۹/٤۰	٦۸٤	۷۷۳
	سرپل‌ذهاب	٥	٤۸٤c	۳/٦۸	۱/٦٥	٤۷۹/۰۳	٤۸۸/۱۷	٤۷۹	٤۸۹
	کل سه منطقه	۱٥	٦۲۸	۱۱۲/۳۳	۲۹/۰۰	٥٦٥/۹۸	٦۹۰/۳۹	٤۷۹	۷۷۳

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

نکته: جهت تبدیل واحد نیاز آبی بر حسب میلی‌متر به مترمکعب در هکتار، نیاز آبی را در عدد ۱۰ ضرب کنید.

براساس نتایج جدول ۶ بیشترین میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در روش آبیاری بارانی با ۷۲۰ میلی‌متر مربوط به شهرستان کرمانشاه بود و کمترین آن با ۴۸۳ میلی‌متر به شهرستان سرپل‌ذهاب اختصاص یافت. مقدار این پارامتر در شهرستان سنقر ۶۳۸ میلی‌متر به‌دست آمد که تفاوت آن با دو شهرستان دیگر مورد مطالعه از لحاظ آماری معنی‌دار بود. میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در روش آبیاری بارانی در سه منطقه مورد مطالعه نیز ۶۰۷ میلی‌متر به‌دست آمد. لذا مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در روش آبیاری بارانی در شهرستان‌های کرمانشاه و سنقر به‌ترتیب ۱۹ و ۵ درصد بیشتر و در شهرستان سرپل‌ذهاب ۲۰ درصد کمتر از مقدار میانگین آن در سه منطقه مورد مطالعه استان کرمانشاه بود. حداقل تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در روش آبیاری بارانی در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب به‌ترتیب ۵۸۲، ۶۲۷ و ۴۳۸ میلی‌متر بود و حداکثر آن نیز در شهرستان‌های مورد مطالعه به‌ترتیب ۶۷۵، ۷۶۰ و ۵۰۲ میلی‌متر به‌دست آمد.

بیشترین میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در روش آبیاری سطحی با ۷۳۶ میلی‌متر مربوط به شهرستان کرمانشاه بود و کمترین آن با ۴۸۴ میلی‌متر به شهرستان سرپل ذهاب تعلق داشت. مقدار این پارامتر در شهرستان سنقر ۶۶۵ میلی‌متر به‌دست آمد که تفاوت آن با دو شهرستان دیگر مورد مطالعه از لحاظ آماری معنی‌دار بود. میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی

سال زراعی مورد پژوهش در روش آبیاری سطحی در سه منطقه مورد مطالعه نیز ۶۲۸ میلی‌متر به‌دست آمد. لذا مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در روش آبیاری سطحی در شهرستان‌های کرمانشاه و سنقر به‌ترتیب ۱۷ و ۶ درصد بیشتر و در شهرستان سرپل‌ذهاب ۲۳ درصد کمتر از مقدار میانگین آن در سه منطقه مورد مطالعه استان کرمانشاه بود. حداقل تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در روش آبیاری سطحی در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل ذهاب به‌ترتیب ۶۲۷، ۶۸۴ و ۴۷۹ میلی‌متر بود و حداکثر آن نیز در شهرستان‌های مورد مطالعه به‌ترتیب ۶۸۹، ۷۷۳ و ۴۸۹ میلی‌متر به‌دست آمد (جدول ۶).

۳-۳- تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج حاصل نشان داد تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در روش‌های آبیاری بارانی، سطحی و کل هر دو روش آبیاری در شهرستان‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد با یک‌دیگر داشتند (۰/۰۱ > Sig).

جدول۷. تجزیه واریانس تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه

روش آبیاری	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری (Sig.)
هر دو روش آبیاری	بین شهرستان‌ها	۲۱۹۶۲۳/۵	۲	۱۰۹۸۱۱/۷	۱۲۳/۲	۰/۰۰
	درون شهرستان‌ها	۲۷۶۲۶/۶	۳۱	۸۹۱/۲		
	کل سه منطقه	۲۴۷۲۵۰/۰	۳۳			
آبیاری بارانی	بین شهرستان‌ها	۱۱۲۸۸۷/۵	۲	۵۶۴۴۳/۷	۵۳/۱	۰/۰۰
	درون شهرستان‌ها	۱۷۰۰۶/۶	۱۶	۱۰۶۲/۹		
	کل سه منطقه	۱۲۹۸۹۴/۰	۱۸			
آبیاری سطحی	بین شهرستان‌ها	۱۰۵۹۳۴/۵	۲	۵۲۹۶۷/۳	۷۷/۳	۰/۰۰
	درون شهرستان‌ها	۸۲۲۳/۲	۱۲	۶۸۵/۳		
	کل سه منطقه	۱۱۴۱۵۷/۷	۱۴			

مقایسه میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب در جدول ۸ ارائه شده است. نتایج نشان داد بیشترین میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر با ۶۴۶ میلی‌متر مربوط به شهرستان کرمانشاه بود و کمترین آن با ۴۷۱ میلی‌متر به شهرستان سرپل‌ذهاب اختصاص داشت. مقدار این پارامتر در شهرستان سنقر ۶۳۲ میلی‌متر به‌دست آمد

که تفاوت آن با شهرستان کرمانشاه از لحاظ آماری غیر معنی‌دار و با شهرستان سرپل‌ذهاب معنی‌دار بود. میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در سه منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه نیز ۵۸۰ میلی‌متر به‌دست آمد. لذا مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های کرمانشاه و سنقر به‌ترتیب ۱۱ و ۹ درصد بیشتر و در شهرستان سرپل‌ذهاب ۱۹ درصد کمتر از مقدار میانگین آن در سه منطقه مورد مطالعه استان کرمانشاه بود. حداقل تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب به‌ترتیب ۵۶۳، ۵۵۸ و ۴۲۴ میلی‌متر بود و حداکثر آن نیز در شهرستان‌های مورد مطالعه به‌ترتیب ۶۷۴، ۶۹۶ و ۴۹۲ میلی‌متر حاصل شد. شاهرخ‌نیا و همکاران (۱۴۰۱) میزان نیاز آبی گندم را با استفاده از روش پنمن مانتیث و براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله در اقلیم‌های سرد (شهرستان اقلید) معتدل (شهرستان مرودشت) و گرم استان فارس (شهرستان داراب) به‌ترتیب ۴۴۶، ۳۰۹ و ۴۸۹ میلی‌متر گزارش نمودند.

جدول۸. مقایسه میانگین و آماره‌های توصیفی تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر (بر حسب میلی‌متر) در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه

روش آبیاری	منطقه	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین		حداقل	حداکثر
						حد پایین	حد بالا		
هر دو روش آبیاری	سنقر	۱۱	٦۳۲a	۳۱/۸۰	۹/۵۹	٦۱۰/۱۸	٦۵۲/۹۱	۵٦۳	٦۷٤
	کرمانشاه	۱۱	٦٤٦a	۳۸/۱۷	۱۱/۵۱	٦۲۰/٤۵	٦۷۱/۷۳	۵۵۸	٦۹٦
	سرپل ذهاب	۱۲	٤۷۱b	۱٦/۳٦	٤/۷۲	٤٦۰/٦۹	٤۸۱/٤۸	٤۲٤	٤۹۲
	کل سه منطقه	۳٤	۵۸۰	۸٦/۵٦	۱٤/۸٤	۵٤۹/٤۲	٦۰۹/۸۲	٤۲٤	٦۹٦
آبیاری بارانی	سنقر	٦	٦۲۰a	۳۱/۹٦	۱۳/۰۵	۵۸٦/٤٦	٦۵۳/۵٤	۵٦۳	٦۵۳
	کرمانشاه	٦	٦۳۹a	٤۲/٤٦	۱۷/۳۳	۵۹٤/٦۱	٦۸۳/۷۳	۵۵۸	٦۷٦
	سرپل‌ذهاب	۷	٤۷۱b	۲۱/۹۲	۸/۲۹	٤۵۰/۳۰	٤۹۰/۸۵	٤۲٤	٤۹۲
	کل سه منطقه	۱۹	۵۷۱	۸٤/۹۵	۱۹/٤۹	۵۳۰/۰٦	٦۱۱/۹٤	٤۲٤	٦۷٦
آبیاری سطحی	سنقر	۵	٦٤۵a	۲۸/٤۹	۱۲/۷٤	٦۱۰/۰۲	٦۸۰/۷۸	٦۰۲	٦۷٤
	کرمانشاه	۵	٦۵٤a	۳۵/۰۸	۱۵/٦۹	٦۱۰/۸۵	٦۹۷/۹۵	٦۰٦	٦۹٦
	سرپل‌ذهاب	۵	٤۷۲b	۳/۷۰	۱/٦٦	٤٦۷/۲۰	٤۷٦/٤۰	٤٦۸	٤۷۸
	کل سه منطقه	۱۵	۵۹۱	۹۰/۳۰	۲۳/۳۲	۵٤۰/۵۳	٦٤۰/۵٤	٤٦۸	٦۹٦

در ستون میانگین و برای هر پارامتر اعدادی که دارای حروف یکسان هستند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر ندارند. نکته: جهت تبدیل واحد نیاز آبی بر حسب میلی‌متر به مترمکعب در هکتار آن را در عدد ۱۰ ضرب کنید.

براساس نتایج جدول ۸ بیشترین میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در روش آبیاری بارانی با ۶۳۹ میلی‌متر مربوط به شهرستان کرمانشاه بود و کمترین آن با ۴۷۱ میلی‌متر به شهرستان

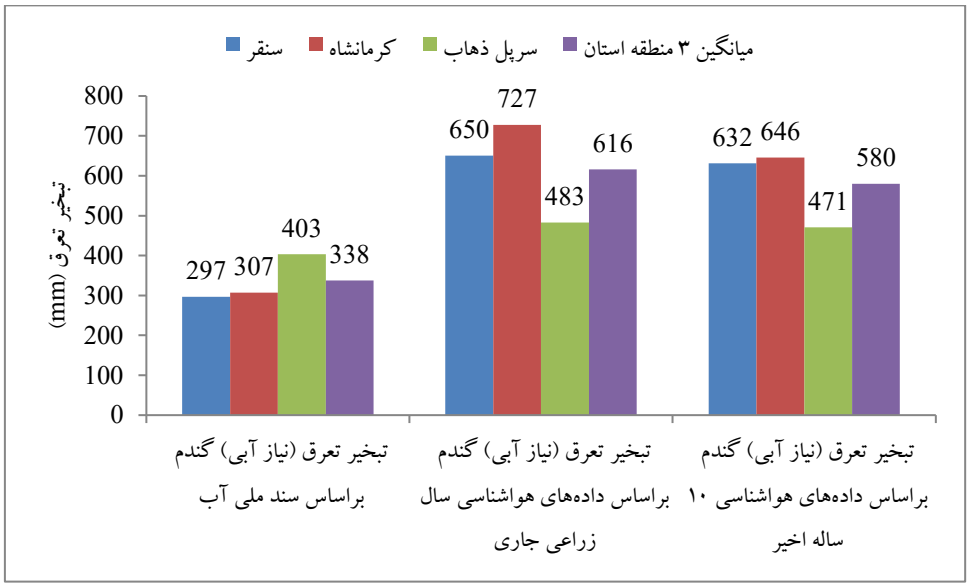
سرپل‌ذهاب اختصاص یافت. مقدار این پارامتر در شهرستان سنقر ۶۲۰ میلی‌متر به‌دست آمد که تفاوت آن با شهرستان کرمانشاه از لحاظ آماری غیرمعنی‌دار و با شهرستان سرپل‌ذهاب معنی‌دار بود. میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در روش آبیاری بارانی در سه منطقه مورد مطالعه نیز ۵۷۱ میلی‌متر به‌دست آمد. لذا مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در روش آبیاری بارانی در شهرستان‌های کرمانشاه و سنقر به‌ترتیب ۱۲ و ۹ درصد بیشتر و در شهرستان سرپل‌ذهاب ۱۸ درصد کمتر از مقدار میانگین آن در سه منطقه مورد مطالعه استان کرمانشاه بود. حداقل تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در روش آبیاری بارانی در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب به‌ترتیب ۵۶۳، ۵۵۸ و ۴۲۴ میلی‌متر بود و حداکثر آن نیز در شهرستان‌های مورد مطالعه به‌ترتیب ۶۵۳، ۶۷۶ و ۴۹۲ میلی‌متر به‌دست آمد.

بیشترین میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در روش آبیاری سطحی با ۶۵۴ میلی‌متر مربوط به شهرستان کرمانشاه بود و کمترین آن با ۴۷۲ میلی‌متر به شهرستان سرپل‌ذهاب تعلق داشت. مقدار این پارامتر در شهرستان سنقر ۶۴۵ میلی‌متر بدست آمد که تفاوت آن با شهرستان کرمانشاه از لحاظ آماری غیرمعنی‌دار و با شهرستان سرپل‌ذهاب معنی‌دار بود. میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در روش آبیاری سطحی در سه منطقه مورد مطالعه نیز ۵۹۱ میلی‌متر به‌دست آمد. لذا مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در روش آبیاری سطحی در شهرستان‌های کرمانشاه و سنقر به‌ترتیب ۱۱ و ۹ درصد بیشتر و در شهرستان سرپل‌ذهاب ۲۰ درصد کمتر از مقدار میانگین آن در سه منطقه مورد مطالعه استان کرمانشاه بود. حداقل تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در روش آبیاری سطحی در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب به‌ترتیب ۶۰۲، ۶۰۶ و ۴۶۸ میلی‌متر بود و حداکثر آن نیز در شهرستان‌های مورد مطالعه به‌ترتیب ۶۷۴، ۶۹۶ و ۴۷۸ میلی‌متر به‌دست آمد.

۳-٤- تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب یا NETWAT

در شکل ۳ نتایج حاصل از تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب یا همان نرم‌افزار NETWAT و مقایسه آن با تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش و داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه، سرپل‌ذهاب و میانگین این سه شهرستان ارائه شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب در شهرستان‌های ذکر شده و میانگین آنها به‌ترتیب ۲۹۷، ۳۰۷، ۴۰۳ و ۳۳۸ میلی‌متر بود. مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب در شهرستان‌های سنقر و کرمانشاه به‌ترتیب ۱۲ و ۹ درصد کمتر از میانگین این سه شهرستان مورد مطالعه استان کرمانشاه بود اما مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب در شهرستان سرپل‌ذهاب ۱۹ درصد بیشتر

از میانگین این سه شهرستان مورد مطالعه بود. شاهرخ‌نیا و همکاران (۱۴۰۱) میزان نیاز آبی گندم را با استفاده از سند ملی آب در اقلیم‌های سرد (شهرستان اقلید) معتدل (شهرستان مرودشت) و گرم استان فارس (شهرستان داراب) به‌ترتیب ۵۲۹، ۵۰۸ و ۴۴۵ میلی‌متر به‌دست آوردند.



شکل۳. تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب یا NETWAT و مقایسه آن با تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش (جاری) و ۱۰ ساله اخیر حاصل از پژوهش حاضر در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه

مقایسه مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب با مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش نشان داد مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه، سرپل‌ذهاب و میانگین این سه شهرستان به‌ترتیب ۵۴، ۵۸، ۱۷ و ۴۵ درصد کمتر از مقادیر متناظر میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش این شهرستان‌ها بود.

مقایسه مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب با مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر نشان داد مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه، سرپل‌ذهاب و میانگین این سه شهرستان به‌ترتیب ۵۳، ۵۲، ۱۴ و ۴۲ درصد کمتر از مقادیر متناظر میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر این شهرستان‌ها بود. از جمله دلایل کمتر بودن مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب نسبت به تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش و داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های

مورد مطالعه استان کرمانشاه می‌توان به عدم لحاظ نیاز آبی گندم در برخی از ماه‌های فصل رشد گندم (در سنقر: ده سوم آبان تا دهه دوم فروردین، کرمانشاه: ده سوم آبان تا دهه اول فروردین و در سرپل‌ذهاب: ده دوم دی تا دهه سوم بهمن) در سند ملی آب و تغییرات اقلیمی که در سالیان اخیر در استان کرمانشاه رخ داده است، اشاره نمود. عباسی و همکاران (۱۳۹۹) نیز بیان داشتند یکی از دلایل اصلی تفاوت نیاز آبی سند ملی و داده‌های محاسباتی با روش فائو پنمن مانتیث، تغییرات اقلیمی، بارندگی مؤثر و افزایش درجه حرارت هوا در چند ده اخیر است. سلامتی و همکاران (۱۳۹۷) تفاوت برآورد نیاز آبی گندم از سند ملی آب با روش پنمن مانتیث را به‌دلیل عدم تطابق تاریخ کاشت در سند ملی آب با شرایط واقعی عنوان می‌دارند و بیان می‌دارند در صورتی که تاریخ کاشت رعایت شود تفاوت برآورد نیاز آبی از این دو روش کاهش خواهد یافت. براتی و همکاران (۱۳۹۷) علت برآورد کم نیاز آبی گندم در سند ملی آب را به دلیل اختصاص رقم صفر در ماه‌های آذر تا اسفند بیان نمودند. آنها در ادامه اظهار نمودند دوره رشد گیاه گندم در منطقه مورد مطالعه ازمهر تا خرداد سال بعد است و بدیهی است که این گیاه در تمامی ماه‌ها دارای تبخیر تعرق می‌باشد و اختصاص رقم صفر به برخی ماه‌ها صحیح نمی‌باشد.

مقایسه مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش با مقدار میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر نشان داد مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه، سرپل‌ذهاب و میانگین این سه شهرستان به‌ترتیب ۳، ۱۳، ۳ و ۶ درصد بیشتر از مقادیر متناظر میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر این شهرستان‌ها بود.

٤- نتیجه‌گیری

نتایج کلی حاصل از این پژوهش نشان داد که میانگین طول دوره رشد گندم در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه و سرپل‌ذهاب به‌ترتیب ۲۷۱، ۲۵۰ و ۱۷۷ روز بود. میانگین طول دوره رشد گندم در سه منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه نیز ۲۳۱ روز به‌دست آمد.

تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه، سرپل‌ذهاب و میانگین این سه شهرستان به‌ترتیب ۶۵۰، ۷۲۷، ۴۸۳ و ۶۱۶ میلی‌متر به‌دست آمد. از نکات مورد توجه در شهرستان سرپل‌ذهاب این است که تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم به دلیل طول دوره رشد کوتاه و رشد در ماه‌های خنک سال ۲۲ درصد کمتر از مقدار میانگین آن در سه منطقه مورد مطالعه استان کرمانشاه بود. تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های ذکر شده نیز به‌ترتیب ۶۳۲، ۶۴۶، ۴۷۱ و ۵۸۰ میلی‌متر به‌دست آمد. لذا مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال

زراعی مورد پژوهش در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه، سرپل‌ذهاب و میانگین این سه شهرستان به‌ترتیب ۳، ۱۳، ۳ و ۶ درصد بیشتر از مقادیر متناظر آن براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر این شهرستان‌ها بود.

مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب در شهرستان‌های سنقر، کرمانشاه، سرپل‌ذهاب و میانگین این سه شهرستان به‌ترتیب ۲۹۷، ۳۰۷، ۴۰۳ و ۳۳۸ میلی‌متر بود. مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب در شهرستان‌های ذکر شده و میانگین آنها به‌ترتیب ۵۴، ۵۸، ۱۷ و ۴۵ درصد کمتر از مقادیر متناظر میانگین تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش و ۵۳، ۵۲، ۱۴ و ۴۲ درصد کمتر از مقادیر متناظر آن براساس داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر این شهرستان‌ها بود. از جمله دلایل کمتر بودن مقدار تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس سند ملی آب نسبت به تبخیر تعرق (نیاز آبی) گندم براساس داده‌های هواشناسی سال زراعی مورد پژوهش و داده‌های هواشناسی ۱۰ ساله اخیر در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمانشاه می‌توان به عدم لحاظ نیاز آبی گندم در برخی از ماه‌های فصل رشد گندم در سند ملی آب و تغییرات اقلیمی که در سالیان اخیر در استان کرمانشاه رخ داده است، اشاره نمود.

سپاسگزاری

این پژوهش با همکاری و حمایت مالی سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه با کد ۲۱۳۷۸۷-۱۵۶۳ و شماره قرارداد ۲۸۸۸ اجرا شده است. در اجرای آن همکاران گرانقدری از سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه، مراکز جهاد کشاورزی شهرستان‌های کرمانشاه، سنقر و سرپل‌ذهاب و مراکز خدمات کشاورزی دهستان‌های وابسته آنها مشارکت و همکاری داشته‌اند. به‌دینوسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از زحمات و همکاری‌های این بزرگواران اعلام می‌داریم.

فهرست منابع:

احمدی، کریم؛ عبادزاده، حمیدرضا؛ حاتمی، فرشاد؛ عبدشاه، هلدا؛ کاظمیان، آرزو (۱۳۹۹). **آمارنامه کشاورزی، سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷**، جلد اول، محصولات زراعی. تهران، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فن‌آوری و اطلاعات و ارتباطات.

استانداری کرمانشاه، (۱۴۰۰). **سیمای اقتصادی کرمانشاه**. دفتر هماهنگی امور سرمایه‌گذاری و اشتغال. http://www.ostan-ks.ir/investment

براتی، خدیجه؛ عابدی کوپایی، جهانگیر؛ درویشی، الهام؛ آذری، آرش؛ یوسفی، علی (۱۳۹۷). **برآورد نیاز خالص آبیاری گیاهان الگوی کشت دشت کرمانشاه و مقایسه آن با داده‌های سند ملی آب**. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۲ (۴)، ۵۵۴-۵۴۳.

جوزی، مهدی؛ کیخایی، فاطمه (۱۴۰۱). **برآورد تبخیر-تعرق و کارآیی مصرف آب گندم آبی در استان کرمانشاه. سومین همایش ملی کم‌آبیاری و استفاده از آب‌های نامتعارف در مناطق خشک**، دانشگاه فردوسی و دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

دین‌پژوه، یعقوب؛ فروغی، معصومه (۱۳۹۷). **اثر تغییر اقلیم بر تغییرات جهشی تبخیر- تعرق پتانسیل** (مطالعه موردی: شمال‌غرب ایران). نشریه آب‌وخاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۲ (۳)، ۶۳۲-۶۱۷.

رحیم‌زاده، زهرا؛ نادریان، پروین؛ ابری‌فام، محمدرضا؛ حسینی، کامبیز؛ افکاری، سهیلا (۱۳۹۴). **استان‌شناسی کرمانشاه**. چاپ پنجم، تهران، انتشارات چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه (۱۳۹۶). **مطالعات آمایش استان کرمانشاه**، جلد ۴، تحلیل محیط زیست. کرمانشاه، انتشار سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه (۱۳۹۷). **مطالعات آمایش استان کرمانشاه**، جلد ۳۱، تلفیق. کرمانشاه، انتشار سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه.

سلامتی، نادر؛ باغانی، جواد؛ عباسی، فریبرز (۱۳۹۷). **تعیین بهره‌وری مصرف آب در سامانه‌های آبیاری سطحی و بارانی گندم** (مطالعه موردی بهبهان). مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۹ (۴)، ۸۳۰-۸۲۱.

سلامتی، نادر؛ باغانی، جواد؛ عباسی، فریبرز (۱۳۹۹). **مقایسه حجم آب مصرفی و بهره‌وری آب گندم در روش‌های مختلف آبیاری در شهرستان بهبهان**. مجله علوم و مهندسی آبیاری، ۴۳ (۱)، ۴۲-۲۹.

شاهرخ‌نیا، محمدعلی؛ اسلامی، امیر؛ باغانی، جواد (۱۴۰۱). **بررسی میزان آب کاربردی و بهره‌وری آب مزارع گندم در استان فارس**. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی منابع آب، ۱۵ (۵۲)، ۱۲۸-۱۱۴.

شرکت آب منطقه‌ای استان کرمانشاه (۱۳۹۸). **مطالعات جامع منابع آب استان کرمانشاه**. کرمانشاه، ایران.

عباسی، فریبرز؛ جلینی، محمد؛ خرمیان، محمد؛ دهقانیان، سیدابراهیم؛ مقبلی دامنه، اسماعیل؛ زارع مهرانی، اسحق؛ نوروزی، مهرداد؛ گمرکچی، افشین؛ کیانی، علیرضا؛ طاهری، مهدی؛ بیات، پرویز؛ سلامتی، نادر (۱۳۹۹). **تعیین آب کاربردی گوجه‌فرنگی در کشور**. کرج، انتشارات مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

عزیزی‌زهان، علی اکبر (۱۳۹۵). **بررسی اثر سطوح پتاسیم بر افزایش تحمل به خشکی و کارآیی مصرف آب ارقام کلزا در شرایط گلخانه‌ای**. کرج، انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

فتح‌اللهی، جمال؛ نجفی، سید محمدباقر؛ فرهنگیان، شیما (۱۴۰۰). **شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر کم‌آبی در استان کرمانشاه با کمک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی**. مجله آب و توسعه پایدار، ۸ (۴)، ۴۲-۳۳.

فرشی، علی‌اصغر؛ شریعتی، محمدرضا؛ جارالله‌ی، رقیه؛ قائمی، محمدرضا؛ شهابی‌فر، مهدی؛ و تولائی، میرمسعود (۱۳۷۶). **برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور، جلد اول گیاهان زراعی**. چاپ اول، کرج، انتشارات آموزش کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک‌وآب.

قمرنیا، هوشنگ؛ فرمانی‌فرد، میلاد؛ ساسانی، شهریار (۱۳۹۱). **اثر سطوح ایستابی کم عمق بر تأمین نیاز آبی، کارائی مصرف آب و عملکرد سه رقم گندم**. مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۲۶ (۳)، ۳۵۴-۳۳۹.

کریمی، مرتضی؛ شاه‌زیدی، سمیه‌سادات؛ جعفری، ابراهیم (۱۳۹۸). بررسی تأثیر توپوگرافی بر دفاع سرزمینی مطالعه موردی: **محور استراتژیک قصرشیرین-کرمانشاه**. نشریه اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۸ (۱۰۹)، ۲۵۷-۲۳۹.

لشکری، حسن؛ کیخسروی، قاسم؛ رضایی، علی (۱۳۸۸). **تحلیل میزان کارایی مدل CROPWAT در برآورد نیاز آبی محصول گندم در غرب کرمانشاه:** شهرستان‌های اسلام‌آبادغرب، سرپل‌ذهاب و روانسر. نشریه برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۱۳ (۱)، ۲۷۰-۲۴۷.

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.

ورجاوند، پیمان؛ باغانی، جواد؛ عباسی، فریبرز (۱۴۰۰). **ارزیابی مزرعه‌ای بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولید گندم (مطالعه موردی در شهرستان‌های اهواز و دشت آزادگان)**. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۵(۳)، ۶۷۸-۶۶۵.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M., (1998). **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop 616water requirements**., FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy.

Evett, S. R., Kustas, W.P., Gowda, P.H., Anderson, M.C., Prueger, J.H. and Howell, T.A. (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.

Faramarzi, M., Yang, H., Schulin, R. and Abbaspour, K. (2010). **Modeling wheat yield and crop water productivity in Iran: Implications of agricultural water management for wheat production**. Agricultural Water Management, 97(11), 1861-1875.

Ishaque, W., Osman, R., Hafiza, B. S., Malghani, S., Zhao, B., Xu, M., and Ata-Ul-Karim, S. T. (2023). **Quantifying the impacts of climate change on wheat phenology, yield, and evapotranspiration under irrigated and rainfed conditions**. Agricultural Water Management, 275, 108017.

Karrou, M., Oweis, T., Enein, R.A.E. and Sherif, M. (2012). **Yield and water productivity of maize and wheat under deficit and raised bed irrigation practices in Egypt**. African Journal of Agricultural Research, 7(11), 1755-1760.

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

Wang, X., Lei, H., Li, J., Huo, Z., Zhang, Y., and Qu, Y. (2023). **Estimating evapotranspiration and yield of wheat and maize croplands through a remote sensing-based model**. Agricultural Water Management, 282, 108294.