Water and Soil Management and Modeling

Online ISSN: 2783 - 2546

University of Mohaghegh Ardabili

Determining the water requirement of the crop pattern of Ardabil Plain based on up-to-date meteorological statistics

Javanshir Azizi Mobaser[1]*, Erfan Faraji[2]

[1] Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[2] M.Sc. Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Extended Abstract

Introduction

Irrigation planning is one of the management strategies, which is based on determining the exact water requirement. The lysimetric method is the most accurate method of determining the water requirement of the plant, but due to the high cost and the need for high technical knowledge, it cannot be used anywhere. The basis for determining the water requirement in the Ardabil Plain is the use of NETWAT software output information, which is known as the National Water Document of Iran. This software calculates the water requirement using the Penman-Monteith FAO model. The output of this software due to the need to update climate information, not introducing the exact range of plains, ignoring sub-climates in some plains and catchments (including Ardabil Plain), and not considering some important crops in the plain (lack of potato water requirement in Ardabil Plain) and the creation of new databases in recent years, should be reconsidered.

Material and Methods

This study in Ardabil Plain and water requirement of the dominant crop pattern including wheat, barley, potato, alfalfa, and bean crops was calculated by the Penman-Monteith method and CROPWAT software. To calculate the net irrigation requirement, first, the evapotranspiration potential of the plain was obtained using climatic information from three stations Ardabil, Abi Biglou, and Namin. Then, the effective rainfall of the plain was extracted by the information from Ardabil, Abybeigloo, Namin, Koozeh Topraghi, Gilande, and Samian rain gauge stations. Required information on plain soil was prepared using 22 points in the plain. In the last step of the information preparation phase, the characteristics of the cropping pattern plants were defined using field measurements, local experiments, and FAO publication No. 56. The cropping pattern (91.4% of the cultivated area of Ardabil Plain) included wheat, barley, potatoes, alfalfa, and beans, which according to the five-year statistics ending in 2021, the cultivated area of these crops was 18,300 (32.6%), 10300 (19.4%), 15700 (28%), 5200 (9.2%) and 1200 (2.2%) hectares. After preparing the case information, the water requirement was calculated for each of the wheat, barley, potato, alfalfa and bean products in each of the soil sampling points in 10-day periods during the growing season. Based on the point information obtained, a zoning map of net irrigation needs in the Ardabil Plain was prepared.

Results and Discussion

Based on the obtained point information, a zoning map of net irrigation needs in the Ardabil Plain was prepared. The results showed that the zoning of the net need for irrigation divides the Ardabil Plain into three separate parts in this regard. The northern part and the southern part are divided into high consumption, the eastern and southeastern parts are low consumption, and the western part and parts of the center are divided into medium consumption. In addition, according to the zoning results, the average, minimum, and maximum net irrigation needs of the crops were calculated. For the wheat crop, the average, minimum, and maximum net irrigation requirements were 164, 314, and 259 mm, respectively. For the barley crop, the average, minimum, and maximum net irrigation requirements were 110, 255, and 205 mm, respectively. For the potato crop, the average, minimum, and maximum net irrigation requirements were calculated as 325, 613, and 484 mm, respectively. In

addition, for alfalfa and bean crops, the mean, minimum, and maximum net irrigation requirements were estimated at 425, 872, and 670 mm and 337, 637, and 497 mm, respectively.

Conclusion
The results showed that if the average of the whole plain is used for wheat, barley, potato, alfalfa, and bean crops, instead of point or regional information, about 18, 20, 21, 23, and 22% deficit irrigation, respectively, and in Low consumption sector accounts for about 58, 86, 49, 58, and 48% of excess irrigation. Also, the results showed that using the output numbers of NETWAT software will cause wrong water management in Ardabil Plain. Therefore, using the results of the National Water Document (NETWAT) will lead to incorrect water management due to the problems mentioned. That is if the results of the national document are used as the basis for determining the water requirement in the Ardabil Plain, compared to the minimum and maximum numbers obtained from this research, about 32 and 38 MCM will occur in the exceeding irrigated and deficit irrigated plains, respectively (without considering the impact potato crop due to not calculating its water requirement in the national water document for Ardabil Plain). Considering climate change and also the development of different databases, it is suggested to use up-to-date information for water requirement calculations. Also, considering that the Ardabil Plain is divided into three separate parts in terms of the net need for irrigation, therefore it is recommended that instead of using one number as the consumption in the whole plain, from point or regional information obtained from this research for wheat, barley, Use potatoes, alfalfa and beans.

Keywords: CROPWAT, National water document, NETWAT, Net irrigation requirement, Potato

Article Type: Research Article

Acknowledgment
We would like to express our sincere gratitude to the University of Mohaghegh Ardabili for the financial and logistical supports who significantly contributed during the research project.

Conflicts of interest
The authors of this article declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.

Data availability statement:
All data generated during the manuscript analysis are included in the article. Further datasets are available upon a reasonable request to the corresponding author.

Authors' contribution
Javanshir Azizi Mobaser: Resources, Writing, Original draft preparation, Manuscript editing, Conceptualization, Supervision, Final editing; **Erfan Faraji:** GIS Software.

*Corresponding Author, E-mail: ja.mobaser22@gmail.com

Citation: Azizi Mobaser, J., & Faraji, E. (2024). Determining the water requirement of the crop pattern of Ardabil Plain based on up-to-date meteorological statistics. *Water and Soil Management and Modeling*, *4*(1), 285-298.
DOI: 10.22098/mmws.2023.12358.1231

Received: 16 February 2023, Received in revised form: 08 March 2023, Accepted: 10 March 2023, Published online: 10 March 2023
Water and Soil Management and Modeling, Year 2024, Vol. 4, No. 1, pp. 285-298

Publisher: University of Mohaghegh Ardabili
© Author(s)

مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک

شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۲۵٤٦

تعیین نیاز آبی الگوی کشت غالب دشت اردبیل بر اساس آمارهای به‌روز هواشناسی

جوانشیر عزیزی مبصر[۱*]، عرفان فرجی[۲]

[۱] دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

یکی از راه‌کارهای مدیریتی، برنامه‌ریزی آبیاری است که اساس آن تعیین نیاز آبی دقیق است. اساس تعیین نیاز آبی در دشت اردبیل استفاده از اطلاعات خروجی نرم‌افزار NETWAT است. اطلاعات این نرم‌افزار به‌دلیل نیاز به به‌روزرسانی اطلاعات اقلیمی، نادیده گرفتن اقلیم‌های کوچک در برخی از دشت‌ها و حوزه‌های آبریز (از جمله در دشت اردبیل)، در نظر نگرفتن برخی کشت‌های مهم در دشت و ایجاد پایگاه‌های اطلاعات جدید در سال‌های اخیر، باید مورد بازبینی مجدد قرار گیرد. این تحقیق در دشت اردبیل و نیاز آبی الگوی کشت غالب دشت شامل محصولات گندم، جو، سیب‌زمینی، یونجه و لوبیا به روش پنمن–مانتیث فائو و توسط نرم‌افزار CROPWAT محاسبه شد. تبخیر و تعرق پتانسیل دشت با استفاده از اطلاعات اقلیمی سه ایستگاه سینوپتیک اردبیل، آبی‌بیگلو و نمین و ایستگاه‌های باران‌سنجی کوزه تپراقی، گیلانده و سامیان استخراج شد. اطلاعات مورد نیاز خاک دشت با استفاده از ۲۲ نقطه در سطح دشت تهیه شد. نتایج نشان داد که پهنه‌بندی نیاز خالص آبیاری، دشت اردبیل را به سه قسمت مجزا از این حیث تقسیم‌بندی می‌کند. قسمت شمال و بخشی از جنوب قسمت پرمصرف، قسمت شرق و جنوب‌شرقی کم مصرف و غرب و بخش‌هایی از مرکز به‌صورت مصرف متوسط تقسیم‌بندی شده است. نتایج نشان داد که اگر برای محصولات گندم، جو، سیب‌زمینی، یونجه و لوبیا، به‌جای استفاده از اطلاعات نقطه‌ای یا منطقه‌ای از میانگین کل دشت استفاده شود، به‌ترتیب در بخش پرمصرف حدود ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۳ و ۲۲ درصد کم‌آبیاری و در بخش کم‌مصرف حدود ۵۸، ۸۶، ۴۹، ۵۸ و ۴۸ درصد بیش‌آبیاری اتفاق می‌اُفتد. هم‌چنین، نتایج نشان داد که استفاده از اعداد خروجی نرم‌افزار NETWAT باعث کاهش دقت مدیریت آب دشت اردبیل خواهد شد.

کلمات کلیدی: سند ملی آب، سیب‌زمینی، نیاز خالص آبیاری، CROPWAT، NETWAT

نوع مقاله: پژوهشی

[*]مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Ja.mobaser22@gmail.com

استناد: عزیزی مبصر، جوانشیر، و فرجی، عرفان (۱۴۰۳). تعیین نیاز آبی الگوی کشت غالب دشت اردبیل بر اساس آمارهای به‌روز هواشناسی. *مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک*، ۴(۱)، ۲۸۵– ۲۹۸.

DOI: 10.22098/mmws.2023.12358.1231

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۷، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۹، تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۲/۱۹

مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک، سال ۱۴۰۳، دوره ۴، شماره ۱، صفحه ۲۸۵ تا ۲۹۸

ناشر: دانشگاه محقق اردبیلی

© نویسندگان

۱- مقدمه

مدیریت منابع آب به‌عنوان مهم‌ترین منبع تجدیدپذیر اما محدود، یکی از مهم‌ترین چالش‌های سدهٔ کنونی بوده و موجبات نگرانی‌های عمدهٔ جهانی را فراهم آورده است (Sharma and Tare, 2022; Abdzad Ghohari et al., 2022). مباحث و مطالعاتی که پیرامون موضوع آب به‌عنوان یکی از محوری‌ترین اجزای توسعهٔ پایدار صورت پذیرفته، مدیریت ضعیف و ناپایدار آب و نه محدودیت‌های واقعی فیزیکی عرضه را مسئول مشکلات یاد شده می‌داند (Ewaid et al., 2019; Khaydar et al., 2021; Abdzad Ghohari et al., 2022). بر اساس شاخص مؤسسهٔ بین‌المللی مدیریت آب، کشور ایران در وضعیت بحران شدید کم آبی قرار دارد. بنابر گزارش این مؤسسه، ایران برای حفظ وضع موجود خود تا سال ۲۰۲۵ باید بتواند ۱۱۲ درصد به منابع آب قابل استحصال خود بیفزاید که این مقدار با توجه به امکانات و منابع موجود، ناممکن به‌نظر می‌رسد (Pedro-Monzonís et al., 2015). کمبود آب باعث می‌شود که نیاز به مدیریت بهتر آب، بهینه‌سازی مصرف آب و بالا بردن راندمان کاربرد آب در سطح مزرعه بیش از پیش احساس شود. مدیریت بهتر آب، بهینه‌سازی مصرف آب، بالا بردن راندمان کاربرد آب در مزرعه و در کل هر عملی که منجر به کاهش تلفات آب در مزرعه یا مسیر انتقال شود مستلزم این است که روش‌ها و ابنیه‌های کارآمد طراحی و اجرا شوند (Gabr and Fattouh, 2021).

لازمهٔ طراحی و اجرای ابنیه‌ها و تعیین روش‌های کارآمد داشتن یک مدل مجازی از نحوهٔ حرکت آب از محل منبع تا مصرف و در نهایت تبخیر و خروج آب از سامانهٔ گیاه است. یکی از مهم‌ترین بخش‌های انتقال آب در خاک اتفاق افتاده و در این بین جذب ریشه گیاه نیز وجود دارد. چنان‌چه جذب آب توسط ریشه بررسی و تعیین شود مناطقی از رشد ریشه که آب بیش‌تر و یا کم‌تر جذب می‌کند قابل شناسایی بوده و کمک شایانی در زمینهٔ مقدار آب آبیاری و در نهایت مدیریت آب در مزرعه نماید (Abdzad Ghohari et al., 2022; Sharma and Tare, 2022). جهت آبرسانی به یک مزرعه نیاز به تأسیسات انتقال آب اعم از کانال‌ها یا لوله‌های انتقال آب است. تعیین ظرفیت کانال‌ها یا لوله‌های انتقال آب بستگی به هیدرومدول مزرعهٔ مورد نظر داشته و این پارامتر بایستی به دقت برای هر منطقه استخراج شود (Sharma and Tare, 2022). از یک طرف، چنان‌چه هیدرومدول یک منطقه کم‌تر از مقدار واقعی برآورد شود، نیاز آبی گیاهان آن منطقه برطرف نشده و کشاورزی آن منطقه خسارت فراوانی از این مسئله خواهد دید. از طرف دیگر، اگر هیدرومدول یک منطقه بیش‌تر از مقدار واقعی برآورد شود، کشاورزان در مصرف آب صرفه‌جویی نخواهند کرد و راندمان سامانه‌های آبیاری در آن مناطق پایین خواهد آمد. بنابراین، این امر باعث می‌شود که برای هر منطقه هیدرومدول الگوی کشت، به‌دقت برآورد شده و هیدرومدول ترکیبی استخراج و مبنایی برای طراحی پروژه‌های آبی باشد (Kumar et al., 2012). با توجه به این‌که آب یکی از اساسی‌ترین نهاده‌های تولید محصول است؛ بنابراین، اندازه‌گیری نیاز آبی در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب به‌عنوان ابزار لازم برای ارتقاء بهره‌وری آب بسیار ضروری و لازم است (Gobbo et al., 2019). معمولاً تبخیر-تعرق برای گیاهان مختلف با استفاده از مدل‌های تجربی و عوامل اقلیمی محاسبه می‌شوند (Raoof and Azizi, 2019). برای استفاده از مدل‌های تجربی نیاز به استفاده از ضریب گیاهی است و دقت این ضریب در مقدار تعیین نیاز آبی گیاه بسیار تأثیرگذار است.

مطالعات زیادی در دو دههٔ اخیر وجود دارد که نشان می‌دهد که مناسب‌ترین مدل، مدل ارائه شده بر اساس نشریهٔ شمارهٔ ۵۶ فائو است که تحت عنوان نرم‌افزار CROPWAT است (Moseki et al., 2019; Surendran et al., 2019; Sojoodi et al., 2020; Gabr and Fattouh, 2021; Pereira et al., 2021; El-Shafei and Mattar, 2022; Solangi et al., 2022; Sharma and Tare, 2022). هم‌چنین، شناخت کافی بودن تعریف و محاسبهٔ تبخیر-تعرق مرجع و رویه‌های مربوط به ضرایب محصول بسیار ضروری است. بنابراین، با اصلاح رویه‌ها و به‌روز کردن محاسبات مربوط به نیاز آبی می‌توان در مدیریت صحیح آب در مزرعه و افزایش راندمان تغییر مثبتی ایجاد نمود (Ramírez-Cuesta et al., 2019; Pôças et al, 2020). هم‌چنین، Moseki et al. (2019) نیاز آبی و آبیاری برخی گیاهان را با استفاده از مدل CROPWAT در مناطق نیمه‌خشک در مراحل مختلف رشد محاسبه کردند. آن‌ها دریافتند که تأمین نیاز آبی در برخی مراحل رشد حساس گیاه باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود. انجام تحقیقات و مطالعات گسترده در زمینهٔ مدیریت منابع آب، کشاورزی و محیط زیست مستلزم آگاهی از تبخیر-تعرق واقعی در مقیاس زمانی و مکانی است. روش‌های اصلی تعیین تبخیر-تعرق نظیر روش لایسیمتر و نسبت بوون برای اندازه‌گیری تبخیر-تعرق در مقیاس مزرعه به کار برده می‌شوند (Alizade et al., 2013). با توجه به این‌که سند ملی آب، نیاز آبی را در دشت‌ها و حوزه‌های آبریز کشور با استفاده از رابطهٔ پنمن-مانتیث فائو (نشریهٔ شمارهٔ ۵۶ فائو) برآورد نموده است. در مطالعه‌ای که توسط Chaakhori et al. (2006) انجام شد،

نقش سند ملی آب در عملکرد مصارف آب شبکهٔ آبیاری ناحیهٔ شمال خوزستان بررسی شد که نتایج نشان داد، اطلاعات سندملی آب به تنهایی نمی‌تواند معیار مناسبی برای الگوی مناسب مصرف آب باشد. در این تحقیق به بررسی روش محاسبه و مقادیر برآورد شدهٔ نیاز آبی محصولات استان خوزستان در سند ملی آبیاری پرداخته شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده از این مطالعه، مقایسهٔ نیاز آبی محاسبه شده در سند با دیگر مراجع برای دشت‌های مختلف استان خوزستان تفاوتی در حدود ۱۸ تا ۹۱ درصد برای گندم و تا ۳۱ درصد برای برنج را نشان داده است (Minaei and Khaksar, 2003). مطالعهٔ انجام شده برای سه منطقهٔ برناج واقع در استان کرمانشاه و شیخ بشارت و قصریان واقع در استان کردستان جهت مقایسهٔ مقادیر محاسبه شدهٔ آب مورد نیاز الگوی کشت به روش پنمن–مانتیث و مقادیر ارائه شده در سند ملی آبیاری کشور، بیان‌گر آن بود که سند ملی آبیاری کشور در برخی موارد مقدار نیاز خالص آبی را بیش‌تر از مقدار محاسبه شده و در برخی از موارد کم‌تر گزارش نموده است (Qamraniya and Sepehri, 2009).

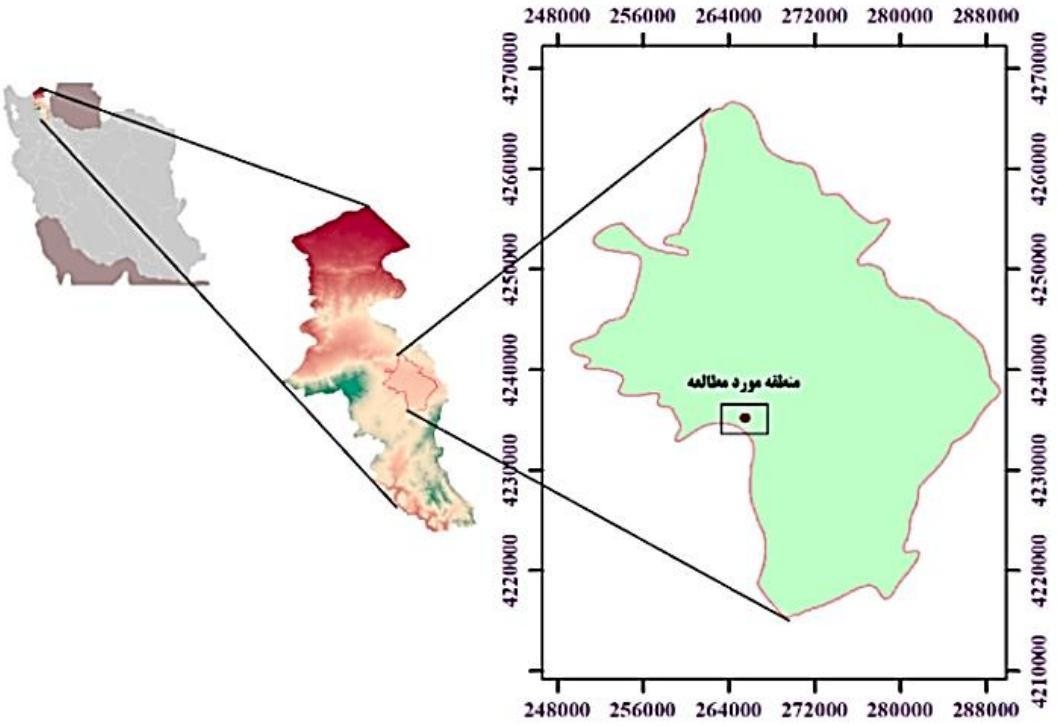
موضوع تغییرات اقلیمی ظرف ۱۵ سال اخیر و قابلیت افزایش طول دور آماری ۱۵ ساله به مطالعات قبلی سند ملی آبیاری کشور نیز در مطالعه‌هایی برای استان خراسان رضوی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد نیاز آبی گیاه مرجع در استان خراسان رضوی در شرایطی که ۱۵ سال اخیر نیز در محاسبات گنجانده شوند به‌طور متوسط ۴۷ درصد بیش از مقدار محاسبه شده در مطالعات قبلی است. در این مطالعه، بر لزوم بازنگری و به‌روزرسانی سند ملی آبیاری کشور تأکید شده است (Erfanian et al., 2011). در مطالعهٔ دیگر، نیاز آبیاری گیاهان زراعی مهم مناطق مختلف در استان فارس برای شرایط میانگین (سطح احتمال ۵۰ درصد) و شرایط بحرانی (تبخیر–تعرق زیاد و بارندگی کم)تعیین شد. نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار نیاز آبیاری گزارش شده در برنامهٔ NETWAT در ۸۸/۵ درصد موارد کم‌تر از مقدار نیاز آبیاری میانگین و در ۹۸/۱ درصد موارد کم‌تر از نیاز آبیاری بحرانی است (Foladmand, 2014). علاوه‌بر این، میزان انطباق نیاز آبی بادام در ایستگاه سینوپتیک سامان واقع در استان چهار محال و بختیاری نیز با سند ملی آبیاری کشور در تحقیقی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نیز بیان‌گر افزایش ۴۰ درصدی تبخیر–تعرق بادام در منطقهٔ مذکور نسبت به مقادیر ذکر شده در سند ملی آبیاری کشور بود (Heydari Bani et al., 2013). نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی و باغی در دشت‌های استان مرکزی با استفاده از نرم‌افزار NETWAT توسط Ensafi Moghadam (2014) مقایسه شد و نتایج نشان داد که ضروری است در استان مرکزی، کشت‌هایی با مصرف آب بالا و بازده اقتصادی پایین همانند چغندرقند و یونجه از الگوی کشت منطقه حذف و به‌جای آن‌ها کشت‌هایی نظیر ذرت علوفه‌ای و کشت‌های بومی نظیر گندم و ارزن، با تناوب یک‌ساله که موجب کاهش استحصال آب و متضمن منافع اقتصادی بالا برای بهره‌برداران کشاورزی باشد، جایگزین شود. در تحقیق Barati et al. (2018)، نیاز خالص آبیاری گیاهان الگوی کشت دشت کرمانشاه برآورد و با داده‌های سند ملی آب مقایسه شده است. این محققین در مطالعهٔ انجام شده، برای محاسبهٔ نیاز آبی گیاهان از آمار هواشناسی سال‌های ۶۶–۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵–۱۳۹۴ استفاده کردند و به‌منظور برآورد نیاز خالص آبیاری الگوی کشت دشت کرمانشاه از نرم‌افزار ET_0Calculator برای محاسبهٔ تبخیر–تعرق گیاه مرجع استفاده شد. سپس مقادیر تبخیر–تعرق گیاهان الگوی کشت، مقادیر باران مؤثر، و در ادامه مقادیر نیاز خالص آبیاری گیاهان محاسبه شدند. نتایج حاصل از مقایسهٔ مقادیر به‌دست آمده در این تحقیق با مقادیر موجود در نرم‌افزار NETWAT نشان داد که برای اغلب گیاهان، مقادیر به‌دست آمده در این تحقیق به‌طور میانگین ۱/۲ برابرِ مقادیر ارائه شده در نرم‌افزارNETWAT بود. در نهایت، Barahimi and Shahverdi (2018) اقدام به به‌روزرسانی و بازنگری سند ملی آب در دشت‌های قزوین و فومنات کردند. نتایج نشان داد که مقدار تبخیر–تعرق پتانسیل سالانه بین ۱۳۳۰ تا ۱۵۸۷/۱ میلی‌متر در دشت قزوین و ۷۴۳ تا ۸۰۹ میلی‌متر در دشت فومنات متغیر است. به‌طور متوسط، تبخیر–تعرق به‌اندازهٔ ۴۰/۶ درصد در ایستگاه تاکستان (به‌عنوان ایستگاه نمونه) در دشت قزوین نسبت به سند ملی آب بیش‌تر است.

بررسی تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که اولاً روش محاسبهٔ تبخیر–تعرق پنمن–مانتیث فائو به‌عنوان یک روش جهانی در نقاط مختلف دنیا استفاده می‌شود. ثانیاً با توجه به این‌که این روش متأثر از عوامل اقلیمی، نوع خاک و محاسبهٔ ضریب گیاهی است، بنابراین، بازنگری محاسبات در دوره‌های زمانی و مکانی مختلف ضروری است. بنابراین، ضروریست نیاز آبی پتانسیل در دشت اردبیل با استفاده از اطلاعات جدید دوباره محاسبه شود. بنابراین، هدف انجام این تحقیق محاسبهٔ دقیق نیاز آبی پتانسیل در محدودهٔ دشت اردبیل با استفاده از بانک اطلاعاتی به‌روز و در نظر گرفتن شرایط اقلیمی متفاوت، اطلاعات محلی گیاهان منتخب و در نظر گرفتن تغییرات خاک در دشت اردبیل برای دست‌یابی به دقت بیشینه است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقهٔ مورد مطالعه

مساحت دشت اردبیل حدود ۹۹۰ کیلومتر مربع بوده و متوسط بارش سالانهٔ آن در ایستگاه سینوپتیک اردبیل حدود ۳۰۴ میلی‌متر است. در این دشت، اردیبهشت پر بارش‌ترین ماه و میانگین دمای سالانه در آن حدود نُه درجهٔ سانتی‌گراد است. حداقل دمای ثبت شده ۳۳/۸- درجهٔ سانتی‌گراد و متوسط تعداد روزهای یخبندان در دشت ۱۳۰ روز در سال ثبت شده است و یکی از نواحی سردسیر کشور محسوب می‌شود. این دشت با ارتفاع ۱۳۳۲ متر از سطح دریا، عرض جغرافیایی ۳۸/۱۵ درجهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۴۸/۱۷ درجهٔ شرقی، از مناطق بسیار مستعد کشاورزی استان بوده و تعداد ۱۸۵۰۰ بهره‌بردار بخش کشاورزی در ۱۵۸ آبادی آن مشغول فعالیت می‌باشند (شکل ۱). شهرستان اردبیل به‌دلیل تولید بیش از ۶۱۵ هزار تن محصول سیب‌زمینی در مساحتی حدود ۱۷ هزار هکتار از اراضی شهرستان، یکی از قطب‌های مهم تولید سیب‌زمینی در کشور است که به‌همراه شهرستان‌های نیر و نمین، رتبهٔ اول و در مواردی رتبهٔ دوم کشور را به خود اختصاص داده است.



شکل ۱- موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه در ایران و استان اردبیل

Figure 1- Location of the study area in Iran and Ardabil province

۲-۲- مراحل محاسبهٔ نیاز آبی

یکی از معروف‌ترین روش‌ها برای محاسبهٔ تبخیر-تعرق گیاه مرجع (ET_0) روش پنمن-مانتیث فائو که در قالب نشریهٔ شمارهٔ ۵۶ فائو ارائه شده است، می‌باشد. هم‌چنین، اساس برنامهٔ کامپیوتری Cropwat نیز معادلهٔ پنمن-مانتیث فائو است که در این تحقیق از آن استفاده شد. در این روش گیاه مرجع یک پوشش چمن فرضی است که ارتفاع آن ۱۲ سانتی‌متر بوده و ضریب بازتاب (α) در آن ۲۳ درصد در نظر گرفته شده است، که رابطهٔ نهایی پنمن-مانتیث فائو به شرح زیر است (رابطهٔ ۱) (Moseki et al., 2019):

$$ET_0 = \frac{0.408\,\Delta(R_n - G) + \gamma\frac{900}{T+273}\,u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma\,(1 + 0.34u_2)} \quad (۱)$$

در این رابطه، ET_0 تبخیر-تعرق گیاه مرجع چمن (میلی‌متر بر روز)، D شیب منحنی فشار بخار (کیلوپاسکال بر درجه سانتی‌گراد)، R_n تشعشع خالص در سطح پوشش گیاهی (مگاژول در مترمربع بر روز)، G شار گرمای خاک (مگاژول در مترمربع بر روز)، g ثابت رطوبتی (کیلوپاسکال بر درجه سانتی‌گراد)، T متوسط دمای روزانهٔ هوا در ارتفاع دو متری از سطح زمین (درجهٔ سانتی‌گراد)، u_2 سرعت باد در ارتفاع دو متری از سطح زمین (متر بر ثانیه) و e_s-e_a کمبود فشار بخار (کیلوپاسکال) است. برای استفاده از رابطهٔ (۱) در نرم‌افزار CROPWAT می‌بایست اطلاعات ورودی مورد نیاز آن تهیه و به آن معرفی شود. در این نرم‌افزار اطلاعات ورودی شامل بخش‌های Climate/ET_0، Rain، Crop و Soil است.

۲-۲-۱- اطلاعات Climate/ET_0 و Rain

برای تکمیل بخش Climate/ET_0 از آمار و اطلاعات (دمای بیشینه، دمای کمینه، درصد رطوبت نسبی متوسط هوا، سرعت باد، ساعات آفتابی و بارندگی روزانه) بلندمدت (آمار ۳۰ ساله منتهی به سال ۱۴۰۰) ایستگاه‌های هواشناسی نوع سینوپتیک اردبیل، آبی‌بیگلو و نمین استفاده شد. هم‌چنین، برای تهیهٔ لایهٔ بارندگی (Rain) علاوه‌بر اطلاعات ایستگاه‌های سینوپتیک از ایستگاه‌های باران‌سنجی گیلانده، کوزه تپراقی و سامیان در دشت اردبیل استفاده شد.

۲-۲-۲- اطلاعات خاک (Soil)

برای اندازهٔ ویژگی‌های مورد نیاز خاک دشت اردبیل تعداد ۲۲ نمونه با پراکندگی مناسب در دشت اردبیل مشخص شده و در اعماق صفر تا ۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد (Mehrabi Gohari et al., 2013). بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، بافت خاک به روش هیدرومتری، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت در ظرفیت مزرعه (f_c) با استفاده از دستگاه صفحات فشاری در مکش ۳۳ کیلوپاسکال، رطوبت در نقطهٔ پژمردگی دائم (pwp) با استفاده از دستگاه صفحات فشاری و در مکش ۱۵۰۰ کیلوپاسکال و کل آب در دسترس هر لایه (TAW) با استفاده از رابطهٔ (۲) اندازه‌گیری شد (Nasimi et al., 2019):

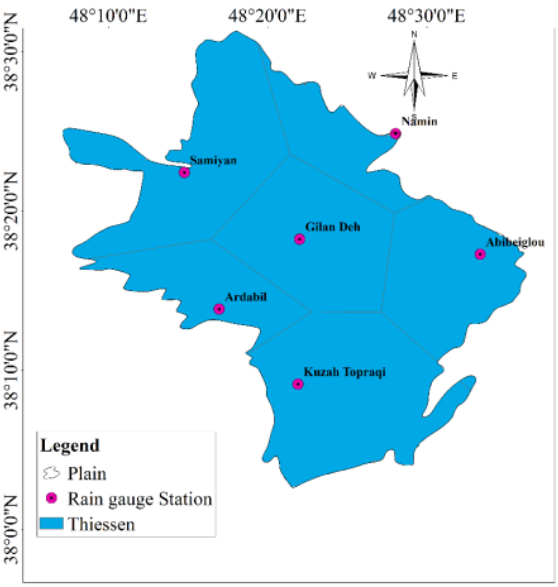
$$TAW = (\theta_{fc} - \theta_{pwp}) \times \rho_b \times Z \qquad (۲)$$

در رابطهٔ بالا، TAW کل آب در دسترس هر لایه (سانتی‌متر)، θ_{fc} رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه (درصد)، θ_{pwp} رطوبت خاک در نقطهٔ پژمردگی دائم (درصد)، ρ_b جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌مترمکعب)، Z عمق خاک در هر لایه (سانتی‌متر) است.

برای تکمیل اطلاعات مربوط به هر گیاه که شامل تاریخ کشت، طول هر مرحله از مراحل چهارگانهٔ رشد گیاه، تاریخ برداشت و عمق ریشه از اطلاعات محلی (کشاورزان باسابقه)، مشاهدات و برداشت اطلاعات و متون مرجعی از قبیل نشریهٔ شمارهٔ ۵۶ فائو استفاده شد. با توجه به موارد ذکر شده، اطلاعات مورد نیاز برای گیاهان کشت منتخب دشت اردبیل شامل گندم، جو، سیب‌زمینی، یونجه و لوبیا تکمیل شد.

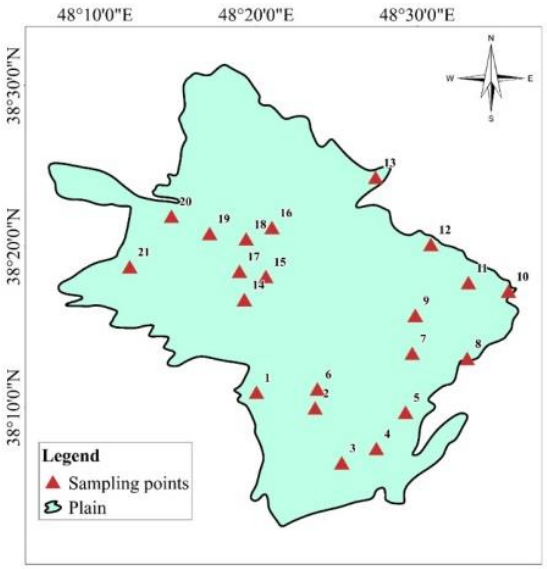
۳- نتایج و بحث

با تکمیل شدن اطلاعات ورودی و لایه‌های مورد نیاز در نرم‌افزار Cropwat نیاز خالص آبیاری برای الگوی کشت منتخب محاسبه شد. لازم به ذکر است که نیاز آبیاری در طول دورهٔ رشد و در بازه‌های ۱۰ روزه محاسبه شد. برای محاسبهٔ نیاز خالص آبیاری در دشت اردبیل، ابتدا سه منطقه مجزای تبخیر-تعرق پتانسیل با توجه به تعداد ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در دشت ایجاد شد (شکل ۲). سپس با استفاده از اطلاعات ایستگاه‌های سینوپتیک و باران‌سنجی شش منطقهٔ مجزا برای بارندگی مؤثر در دشت ایجاد شد (شکل ۳). در گام بعدی برای هر نقطه از دشت که نمونه خاک تهیه شده بود (طبق الگوی موجود در شکل ۴ اطلاعات خاک در پنجرهٔ Soil وارد شد و برای هر گیاه اطلاعات ویژهٔ آن که در پنجرهٔ Crop ثبت شده بود استفاده و نیاز خالص آبیاری محاسبه شد. با مشخص شدن نیاز آبی هر گیاه در هر نقطه از محل نمونه‌برداری خاک، نقشهٔ نیاز خالص آبیاری برای هر یک از گیاهان ترسیم شده و در ادامه با استفاده از این نقشه یک میانگین کلی از دشت برای آن‌ها بر آورد شد. برای محاسبهٔ باران مؤثر روش‌های مختلفی وجود دارد که برای هر دشت می‌بایست مناسب‌ترین آن را از طریق تحقیقات مشخص نمود. با توجه به تحقیق Asadzadeh Sharfa et al. (2014) که برای این منظور در دشت اردبیل انجام داده‌اند، مشخص شد که روش موسوم به USDA S.C دقت بیش‌تری دارد. بنابراین، در این تحقیق نیز از این روش استفاده شد.



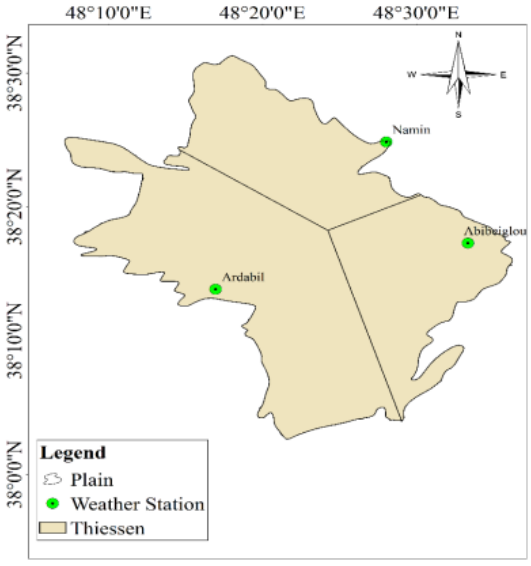
شکل ۲- موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک دشت اردبیل

Figure 2- The synoptic meteorological stations of Ardabil Plain



شکل ۳- موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک و باران‌سنجی دشت اردبیل

Figure 3- Location of synoptic meteorological and rain gauge stations in Ardabil Plain



شکل ٤- موقعیت نقاط نمونه‌برداری خاک در دشت اردبیل

Figure 4- Location of soil sampling points in Ardabil Plain

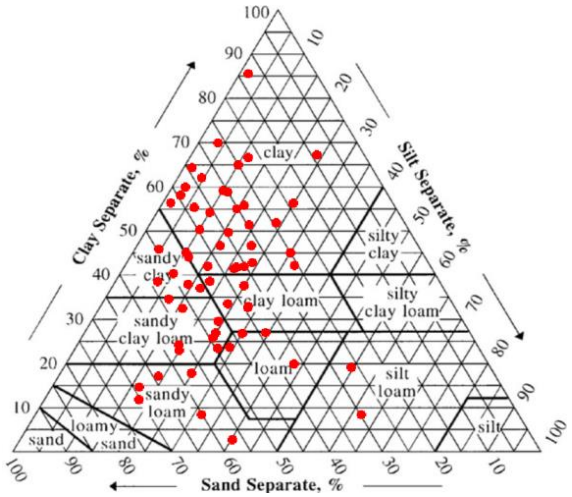
نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های نمونه‌های خاک، شامل رطوبت حجمی در ظرفیت مزرعه (Fc)، رطوبت حجمی در نقطهٔ پژمردگی دائم (PWP)، جرم مخصوص ظاهری (ɾ) و کل آب موجود (TAW) نشان داد (جدول ۱) که، اگرچه در بسیاری از نقاط دشت بافت خاک سنگین و تا حدودی سنگین است، اما با توجه به اعداد مربوط به جرم مخصوص ظاهری و کل آب موجود خاک که تقریباً حدود ۳۰۰ میلی‌متر و بیش‌تر از آن است می‌توان دریافت که ساختمان خاک در کل دشت تقریبا مناسب است.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های نمونه‌های خاک دشت اردبیل

Table 1- Some characteristics of Ardabil Plain soil samples

شمارهٔ نقطه	pwp (درصد)	fc (درصد)	ɾ (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	TAW (سانتی‌متر بر متر خاک)
1	20	51	1.02	31
2	20	48	1.06	28
3	15	53	1.01	38
4	14.5	52	1.36	37.5
5	15	53	1.16	38
6	13.5	50	1.04	36.5
7	20	62	1.14	42
8	22	61	1.26	39
9	16	56	0.98	40
10	19	59	1.03	40
11	26	60	1.07	34
12	24	56	1.08	32
13	20	57	1.24	37
14	27	64	1.10	37
15	27	47	1.01	20
16	20	59	1.03	39
17	19	57	1.03	38
18	19	59	1.01	40
19	22	50	1.02	28
20	18	45	1.15	31
21	25	53	1.10	28
22	21	55	1.02	34

پس از تعیین بافت خاک نمونه‌ها، موقعیت آن‌ها روی مثلث بافت خاک نشان داده شده است (شکل ۵). اغلب بافت خاک در اعماق و جاهای مختلف دشت به‌صورت رسی (بافت سنگین) است. هم‌چنین، بافت شنی رسی و شنی رسی لوم در خیلی از اعماق و نقاط مشاهده شد.

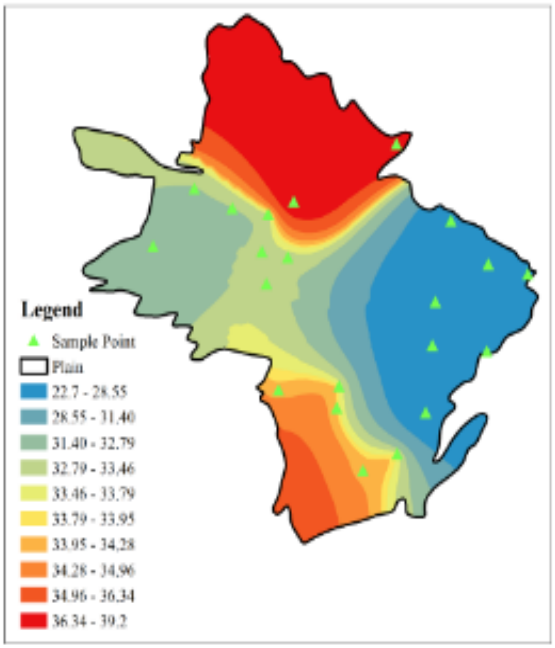


شکل ۵- پراکندگی بافت خاک نمونه‌ها در مثلث بافت خاک

Figure 5- Soil texture distribution of the samples in the soil texture triangle

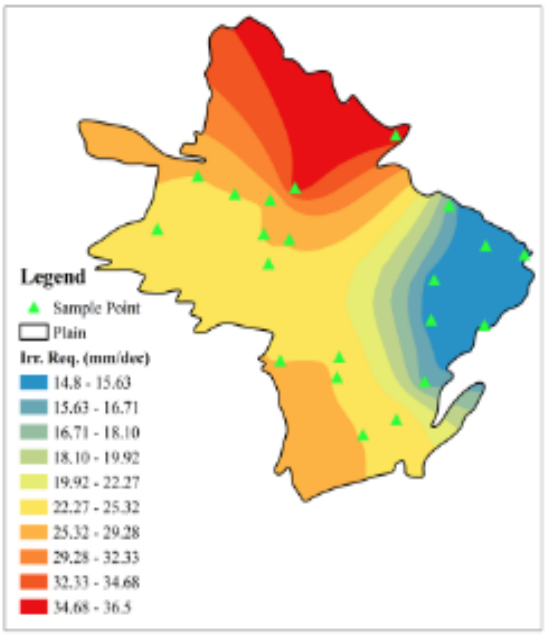
با استفاده از اطلاعات نقطه‌ای که برای نیاز آبیاری خالص دشت در ۲۲ نقطهٔ منتخب در دشت محاسبه شد در محیط نرم‌افزاری ArcGIS نقشهٔ پهنه‌بندی نیاز خالص آبیاری برای هر محصول به‌دست آمد. این نقشه‌ها با استفاده از اطلاعات

جمع‌آوری و تولید شده، در قالب شکل‌های ۶، ۷، ۸ و ۹ که به‌ترتیب پهنه‌بندی نیاز خالص آبیاری در چهار دورهٔ زمانی متفاوت برای محصولات گندم، جو، سیب‌زمینی، یونجه و لوبیا در دشت اردبیل را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که نیاز آبی در شرق و جنوب‌شرقی دشت به‌طور محسوسی کم‌تر از سایر بخش‌های دیگر دشت است. علت این موضوع را می‌توان به شرایط آب و هوایی محلی این بخش‌ها از دشت مرتبط دانست. در این قسمت‌ها از دشت (شرق و جنوب‌شرق دشت) با توجه رطوبت نسبی بالاتر به‌دلیل صعود تبخیر از دریای خزر و استقرار بیش‌تر در آن باعث شده که بخشی از نیاز آبی گیاه توسط آن تأمین شود. از طرفی با استقرار جبههٔ رطوبتی محلی علاوه‌بر افزایش رطوبت نسبی، کاهش تقریبی دما و ساعات کم‌تر آفتابی باعث کم‌تر شدن نیاز آبیاری شده است. در مقابل، به‌ترتیب در بخش‌های شمالی و جنوبی دشت بیش‌ترین نیاز آبیاری برای محصولات مورد نظر، محاسبه شد که علت آن را می‌توان تأثیر کم‌تر جبههٔ محلی رطوبتی دریای خزر نسبت به بخش‌های شرقی و جنوب‌شرقی دشت دانست. به نسبت بخش‌هایی از دشت که بیش‌ترین و کم‌ترین نیاز آبیاری داشتند، برای غرب دشت شرایط متوسطی محاسبه شد.



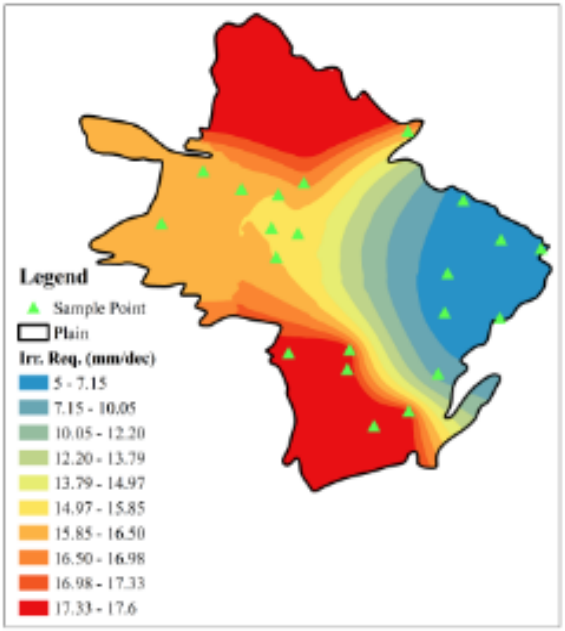
شکل ٦- نیاز خالص ۱۰ روزهٔ محصول گندم در دشت اردبیل (میلی‌متر)

Figure 6- A 10-day net requirement of the Wheat crop in Ardabil Plain (mm)



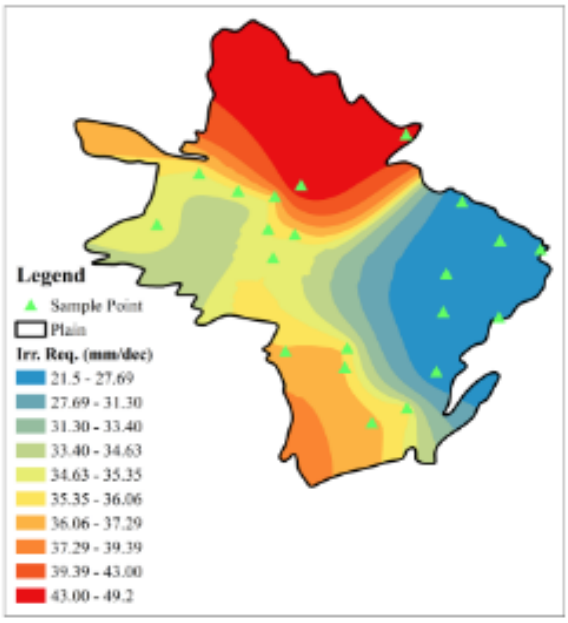
شکل ۷- نیاز خالص ۱۰ روزهٔ محصول سیب‌زمینی در دشت اردبیل (میلی‌متر)

Figure 7- A 10-day net requirement of Potato crop in Ardabil Plain (mm)



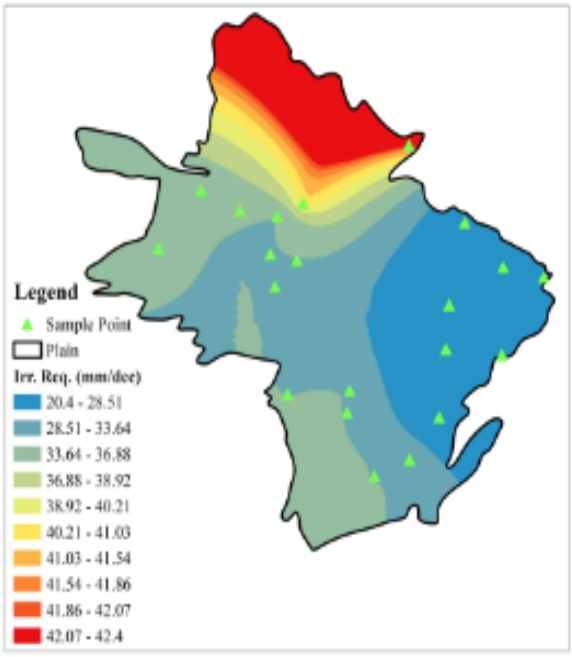
شکل ۸- نیاز خالص ۱۰ روزهٔ محصول یونجه در دشت اردبیل (میلی‌متر)

Figure 8- A 10-day net requirement of Alfalfa crop in Ardabil Plain (mm)



شکل ۹- نیاز خالص ۱۰ روزهٔ محصول لوبیا در دشت اردبیل (میلی‌متر)

Figure 9- A 10-day net requirement of Bean crop in Ardabil Plain (mm)



شکل ۱۰- نیاز خالص ۱۰ روزهٔ محصول جو در دشت اردبیل (میلی‌متر)

Figure 10- A 10-day net requirement of Barley crop in Ardabil Plain (mm)

طبق شکل‌های پهنه‌بندی نیاز خالص آبیاری، دشت اردبیل به سه قسمت مجزا از این حیث تقسیم‌بندی شده است. قسمت شمال و بخشی از جنوب قسمت پرمصرف، قسمت شرق و جنوب‌شرقی کم مصرف و غرب و بخش‌هایی از مرکز به‌صورت مصرف متوسط تقسیم‌بندی شده است. بر اساس اطلاعات به‌دست آمده از نقشهٔ پهنه‌بندی نیاز خالص آبیاری در دشت اردبیل میانگین، کمینه و بیشینهٔ نیاز خالص آبیاری محصولات محاسبه شد (جدول ۲).

جدول ۲- مقادیر کمینه، بیشینه و میانگین نیاز خالص آبیاری در دشت اردبیل

Table 2- Minimum, maximum, and average values of net irrigation requirement in Ardabil Plain

محصولات	نیاز خالص آبیاری در دشت (میلی‌متر)			
	NETWAT	مقدار کمینه	مقدار بیشینه	میانگین
گندم	256	164	314	259
جو	186	110	255	205
سیب‌زمینی	-	325	613	484
یونجه	554	425	872	670
لوبیا	290	337	637	497

تغییرات نیاز آبی در دشت اردبیل نشان می‌دهد که حتی اگر در کل دشت از میانگین نیاز خالص آبیاری به‌دست آمده از این تحقیق نیز استفاده شود، در نهایت به‌علت کم‌آبیاری و یا بیش‌آبیاری مدیریت صحیحی در مصرف آب در بخش کشاورزی اعمال نمی‌شود. به‌عبارت دیگر چنان‌چه برای محصولات گندم، جو، سیب‌زمینی، یونجه و لوبیا به‌جای استفاده از اطلاعات نقطه‌ای یا منطقه‌ای از میانگین کل دشت استفاده شود، در بخشی از دشت که نیاز آبی زیاد است به‌ترتیب حدود ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۳ و ۲۲ درصد کم‌آبیاری و در بخشی از دشت که نیاز آبی کم است حدود ۵۸، ۸۶، ۴۹، ۵۸، و ۴۷ درصد بیش‌آبیاری اتفاق می‌اُفتد. هم‌چنین، اگر به‌جای میانگین به‌دست آمده نیاز خالص آبیاری از این تحقیق، از مقادیر سند ملی آب (NETWAT) آب برای محصولات گندم، جو و یونجه استفاده شود در بخشی از دشت که نیاز آبی زیاد است به‌ترتیب حدود ۱۸، ۲۷، و ۵۴ درصد کم‌آبیاری و در بخشی از دشت که نیاز آبی کم است حدود ۵۶، ۶۹، و ۳۰ درصد بیش‌آبیاری اتفاق می‌اُفتد (جدول ۲). لازم به ذکر است که در سند ملی آب نیاز آبی سیب‌زمینی برای دشت اردبیل گزارش نشده است. هم‌چنین، برای محصول لوبیا نیاز آبی در کل دشت از ۱۴ تا ۵۴ درصد کم‌برآوردی وجود دارد که این مورد مشابه در نتایج تحقیق Foladmand (2014) نیز گزارش شده است. اختلاف مقادیر محاسبه شده با استفاده از آمار در مقایسه با نتایج سند ملی آب (NETWAT) توسط Barati et al. (2019) نیز گزارش شده است. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که در دشت کرمانشاه به نسبت آمار به‌روز شده، در سند ملی آب برای محصولات گندم، جو، سیب‌زمینی، یونجه و لوبیا به‌ترتیب ۶۴، ۸۴، ۱۸، ۲۱ و ۱۰ درصد کم‌برآوردی مشاهده شده است. هم‌چنین، تحقیق

Barahimi and Shahverdi (2018) نشان داد که در مقایسه با نتایج آمار به روز نتایج سند ملی آب، تبخیر–تعرق پتانسیل در دشت تاکستان حدوداً ۴۰ درصد کم‌تر برآورد می‌شود. نتایج این تحقیق و سایر تحقیقات انجام شده در سایر مناطق کشور که به برخی از آن‌ها اشاره شد، نشان داد که نتایج سند ملی آب (NETWAT) نیاز آبی محصولات را با یک کم‌برآوردی زیادی ارائه می‌کند. از جمله مهم‌ترین دلایل آن تغییر اقلیم، افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای که منجر به افزایش دمای زمین شده، خشک‌سالی و رعایت نکردن تاریخ کاشت بعضی از محصولات برشمرد (Chaakhori et al., 2006; Erfanian et al., 2011; Barati et al., 2019). هم‌چنین، لازم به ذکر است که خروجی‌های نرم‌افزار (NETWAT) با استفاده از اطلاعات هواشناسی دورهٔ آماری سال‌های ۱۳۴۹ تا ۱۳۷۴ به‌دست آمده‌اند (Erfanian et al., 2011)، در حالی‌که در این تحقیق از دورهٔ آماری سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۴۰۰ استفاده شده که تنها چهار سال اشتراک وجود دارد که مربوط به ایستگاه اردبیل بوده و سایر ایستگاه‌های استفاده شده در این تحقیق در نتایج سند ملی آب تأثیر نداشتند. اهمیت موضوع لحاظ نمودن شرایط نقاط مختلف دشت اردبیل به‌دلیل کوچک بودن اقلیم دشت است (Orsi et al., 2016) که این تغییرات در مقدار نیاز آبی محصولات تأثیرگذار است. با توجه به نتایج تحقیق حاضر، سایر تحقیقات انجام شده در دیگر نقاط کشور (Minaei and Khaksar, 2003; Chaakhori et al., 2006; Qamraniya and Sepehri, 2009; Erfanian et al., 2011; Barati et al., 2019) می‌توان گفت که نتایج سند ملی آب (NETWAT) به تنهایی نمی‌تواند معیار مناسبی جهت برآورد نیاز آبی محصولات در دشت اردبیل باشد.

٤- نتیجه‌گیری

در این تحقیق نیاز آبی خالص الگوی کشت غالب دشت اردبیل به روش پنمن–مانتیث فائو، با استفاده از نرم‌افزار CROPWAT محاسبه شد. اطلاعات اقلیمی مورد نیاز با استفاده از سه ایستگاه سینوپتیک اردبیل، نمین و آبی‌بیگلو و سه ایستگاه باران‌سنجی کوزه تپراقی، گیلانده و سامیان به‌دست آمد. اطلاعات کیفی خاک دشت با استفاده از تعداد ۲۲ نقطه نمونه‌برداری خاک و تا عمق ۹۰ سانتی‌متری تهیه شد. الگوی کشت غالب (۹۱/۴ درصد سطح زیرکشت آبی دشت اردبیل) شامل محصولات گندم، جو، سیب‌زمینی، یونجه و لوبیا بود، که بر اساس آمار پنج سالهٔ منتهی به سال ۱۴۰۱، سازمان جهاد کشاورزی به‌ترتیب سطح زیرکشت این محصولات ۱۸۳۰۰ (۳۲/۶ درصد)، ۱۰۳۰۰ (۱۹/۴ درصد)، ۱۵۷۰۰ (۲۸ درصد)، ۵۲۰۰ (۹/۲ درصد) و ۱۲۰۰ (۲/۲ درصد) هکتار بود. پس از تهیهٔ اطلاعات مورد، نیاز آبی برای هر یک از محصولات گندم، جو، سیب‌زمینی، یونجه و لوبیا در هر یک از نقاط نمونه‌برداری خاک، در دوره‌های ۱۰ روزه در طول فصل رشد محاسبه شد. بر اساس اطلاعات نقطه‌ای به‌دست آمده نقشهٔ پهنه‌بندی نیاز خالص آبیاری در دشت اردبیل تهیه شد. نقشه‌های پهنه‌بندی نیاز آبی دشت اردبیل نشان داد که برای هر یک از محصولات، نیاز آبی در کل دشت یکسان نبوده و تفاوت فاحشی در قسمت‌های مختلف دشت وجود دارد. براساس این نقشه‌ها در قسمت شرق و جنوب‌شرقی دشت به‌علت هجوم جبههٔ رطوبتی از طرف دریای خزر کم‌ترین نیاز آبی در دورهٔ رشد دارد. بخش‌های جنوبی و شمالی دشت که تحت تأثیر جبههٔ رطوبتی دریای خزر نیست، به نسبت سایر مناطق دشت نیاز آبی محصولات بیش‌تر است. بخش غربی دشت اردبیل که تحت تأثیر کوه سبلان است نیز به نسبت بخش‌های بیشینه و کمینه نیاز آبی دارای نیاز آبی متوسط است. هم‌چنین، نتایج این تحقیق نشان داد که نیاز آبی هر محصول در کل دشت دارای تغییرات زیادی است و استفاده از یک مقدار برای کل دشت منجر به تلفات شدید یا کم‌آبیاری خواهد شد. بنابراین، استفاده از نتایج سند ملی آب (NETWAT) به‌علت مشکلاتی که ذکر شد منجر به مدیریت ناصحیح آب خواهد شد؛ یعنی اگر نتایج سند ملی مبنای تعیین نیاز آبی در دشت اردبیل قرار داده شود، در مقایسه با اعداد کمینه و بیشینه به‌دست آمده از این تحقیق به‌ترتیب حدود ۳۲ و ۳۸ میلیون مترمکعب در دشت بیش‌آبیاری و کم‌آبیاری اتفاق می‌اُفتد (بدون در نظر گرفتن تأثیر محصول سیب‌زمینی به‌علت محاسبه نشدن نیاز آبی آن در سند ملی آب برای دشت اردبیل). با توجه به تغییر اقلیم و توسعهٔ پایگاه داده‌های مختلف پیشنهاد می‌شود برای محاسبات نیاز آبی از اطلاعات به‌روز استفاده شود. هم‌چنین، با توجه به این‌که دشت اردبیل از نظر نیاز خالص آبیاری به سه بخش مجزا تقسیم می‌شود. بنابراین، توصیه می‌شود به‌جای استفاده از یک عدد به‌عنوان مصرف در کل دشت از اطلاعات نقطه‌ای یا منطقه‌ای به‌دست آمده از این تحقیق برای محصولات گندم، جو، سیب‌زمینی، یونجه و لوبیا استفاده شود.

سپاسگزاری

انجام این پژوهش با حمایت مادی و معنوی سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل و دانشگاه محقق اردبیلی انجام شده که از حمایت آن‌ها تقدیر و تشکر می‌شود.

تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص نگارش و انتشار مطالب و نتایج این پژوهش ندارند.

دسترسی به داده‌ها

همه اطلاعات و نتایج در متن مقاله ارائه شده است.

مشارکت نویسندگان

جوانشیر عزیزی مبصر: مفهوم‌سازی، انجام تحلیل‌های نرم‌افزاری/آماری، نگارش نسخه اولیه مقاله؛ **عرفان فرجی:** تهیه نقشه‌ها در محیط GIS.

منابع

ارسی، مهدیه، کانونی، امین، اسمعلی عوری، اباذر (۱۳۹۵). بررسی و مقایسه روند تغییرات فصلی بارش و دما تحت شرایط تغییر اقلیم مطالعه موردی: دشت اردبیل. اولین کنفرانس بین‌المللی تغییر اقلیم، دانشگاه تهران.

اسدزاده شرفه، حبیبه، رئوف، مجید، محمودی فردگرمی، زهرا (۱۳۹۴). برآورد مناسب‌ترین شیوه محاسبه بارش مؤثر در دشت اردبیل. دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه محقق اردبیلی.

انصافی‌مقدم، طاهره (۱۳۹۴). مقایسه نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی و باغی در دشت های استان مرکزی با استفاده از نرم افزار NETWAT. اولین کنفرانس بین‌المللی علوم جغرافیایی، آباده، دانشگاه شیراز.

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. *پژوهش آب در کشاورزی*، ۳۲ ۴(۴)، ۵۴۳-۵۵۳. doi:10.22092/jwra.2019.118523

براهمی، محسن، شاهوردی، کاظم (۱۳۹۷). به‌روزرسانی و بازنگری سند ملی آب در دشت‌های قزوین و فومنات. *علوم آب و خاک*، ۳۲(۲)، ۱۹۹-۲۰۹. doi: 10.29252/jstnar.22.2.199

چاآخوری، ماندانا، زرین آبادی، ایمان، مادح خاکسار، سپیده (۱۳۸۵). بررسی نقش سند ملی آب در عملکرد مصارف آب شبکه آبیاری ناحیه شمال خوزستان. اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

حیدری بنی، م، پارسا، شاهرخ، قطره‌سامانی، سعید (۱۳۹۰). بررسی میزان انطباق نیاز آبی بادام با سند ملی آبیاری کشور (مطالعه موردی: سامان). دومین همایش ملی بادام با محوریت صادرات. دانشگاه شهرکرد.

سجودی، زینب، میرزایی، فرهاد (۱۳۹۹). تعیین نیاز آبی گیاهان فضای سبز شهری. *مدیریت آب و آبیاری*، ۱۰(۱)، ۱۳۱-۱۴۱. doi: 10.22059/JWIM.2020.295397.745

عبدزادگوهری، علی، تافته، آرش، ابراهیمی پاک، نیازعلی (۱۴۰۱). بررسی سامانه نیاز آب در تعیین مقدار واقعی نیاز آبی بادام زمینی بر اساس حل معکوس تابع تولید عملکرد در شرایط تنش آبی. *آبیاری و زهکشی ایران*، ۱۶(۳)، ۴۶۰-۴۷۱. dor:20.1001.1.20087942.1401.16.3.1.2

عرفانیان، مریم، علیزاده، امین، و محمدیان، آزاده (۱۳۸۹). بررسی تغییرات احتمالی نیاز کنونی آبیاری گیاهان نسبت به ارقام مندرج در سند ملی آبیاری) مطالعه موردی: استان خراسان رضوی. *آبیاری و زهکشی ایران*، ۳(۴)، ۴۷۸-۴۹۲. file:///C:/Users/Kral/Downloads/50013890315.pdf

علیزاده، امین، ایزدی، عزیزالله، ضیایی، علی‌نقی، داوری، کامران، اخوان، سمیرا، حمیدی، زهرا (۱۳۹۲). برآورد تبخیر-تعرق واقعی در مقیاس سال-حوضه با استفاده از SWAT . *آبیاری و زهکشی ایران*، ۷(۲)، ۲۴۳-۲۵۸. https://www.sid.ir/paper/131662/en

فولادمند، حمیدرضا (۱۳۹۳) .تخمین نیاز آبیاری میانگین و بحرانی گیاهان زراعی مهم استان فارس. *دانش آب و خاک*، ۱(۲)، ۱۸۷-۱۹۶. https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article_1327

قمرنیا، هوشنگ، و سپهری، سالومه (۱۳۸۸). محاسبه آب مورد نیاز الگوی کشت‌های مختلف با روش پنمن مانتیث و مقایسه آن با نتایج سند ملی آب ایران. هشتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه شیراز.

مهرابی گوهری، الهام، سرمدیان، فریدون، تقی‌زاده مهرجردی، روح‌الله (۱۳۹۱). برآورد رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی با استفاده از شبکه‌عصبی مصنوعی و رگرسیون چند متغیره. *مهندسی آبیاری و آب ایران*، ۳(۲)، ۴۲-۵۲. https://www.waterjournal.ir/article_70632.html

مینائی، سهراب و مادح خاکسار، آزاده (۱۳۸۱). بررسی و نقدی بر روش و مقادیر محاسبه نیاز آبی سند ملی آب استان خوزستان و ارائه پیشنهادات. یازدهمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی، تهران.

نسیمی، پ، کریمی، ا، متقیان، ح (۱۳۹۸). آثار بیوچار برگ خرما بر هدایت هیدرولیکی اشباع و ضرایب رطوبتی خاک لوم رسی شنی. *پژوهش آب ایران*، ۳(۱۳)، ۱۶۱-۱۷۱. https://iwrj.sku.ac.ir/article_10666.html

References

Abdzad Gohari, A., Tafteh, A., & Ebrahimipak, N. (2022). Investigation of water requirement system in determining the actual amount of irrigation water of peanut plant based on inverse solution of yield function under water stress conditions. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, *16*(3), 460-471. dor:20.1001.1.20087942.1401.16.3.1.2. [In Persian]

Alizade, A., Izadi, A., Davari, K., Akhavan, S,. & Hamidi, Z. (2013). Estimation of actual evapotranspiration at regional-annual scale using SWAT. *Iranian Journal of Irrigation &*

Drainage, *7*(2), 243-258. https://www.sid.ir/paper/131662/en. [In Persian]

Asadzadeh Sharfa, H., Raoof, M., & Mahmoudi Fardgaremi, Z. (2014). Estimating the suitable method of calculating the effective precipitation in the Ardabil Plain. the second National Conference on Conservation of Natural Resources and Environment, Ardabil, Iran, Pp. 8. [In Persian]

Barahimi, M., & Shahverdi, K. (2018). Updating and reviewing of the document of national water in Ghazvin and Fomanat Plains. *Journal of Water and Soil Science*, *22*(2),199-209. doi: 10.29252/jstnar.22.2.199. [In Persian]

Barati, K., Abedikoupaee, J., Darvishi, E., Azari, A., & Yousefi, A. (2018). Estimation of net irrigation requirement of the crop pattern in Kermanshah Plain and Comparison with the data in the national water document. *Journal of Water Research in Agriculture*, *32*(4), 543-553. doi:10.22092/jwra.2019.118523. [In Persian]

Chaakhori, M., Zarinabadi, A., & Madeh Khaksar, S. (2006). Investigating the role of the national water document in the performance of water consumption in the irrigation network of North Khuzestan. 1st Irrigation and Drainage Network Management National Conference, Ahvaz, Iran, Pp. 8. [In Persian]

El-Shafei, A.A., & Mattar, M.A. (2022). Irrigation scheduling and production of wheat with different water quantities in surface and drip irrigation: field experiments and modeling using CROPWAT and SALTMED. *Agronomy*, *12*(7), 1488. doi:10.3390/agronomy12071488

Ensafi Moghadam, T. (2014). Comparison of the net irrigation needs of agricultural and garden crops in the plains of central province using NETWAT software. The First International Conference Of Geographical Sciences, Abadeh, Iran, Pp. 8. [In Persian]

Erfanian, M., Alizadeh, A. & Mohammadian, A. (2011). Investigating the possible changes in the current need of irrigation of plants compared to the varieties listed in the national irrigation document (Case study: Razavi Khorasan Province). *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, *4*(3), 492-478. [In Persian]

Ewaid, S.H., Abed, S.A., & Al-Ansari, N. (2019). Crop water requirements and irrigation schedules for some major crops in Southern Iraq. *Water*, *11*(4), 756. doi:10.3390/w11040756

Foladmand, H. (2014). Estimation of mean and critical irrigation requirements for the important agricultural crops of Fars Province. *Journal of Water and Soil Science*, *20*(2), 187-196.https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article_1327. [In Persian]

Gabr, M.E., & Fattouh, E.M. (2021). Assessment of irrigation management practices using FAO-CROPWAT 8, Case studies: Tina Plain and East South El-Kantara, Sinai, Egypt. *Ain Shams Engineering Journal. 12*, 1623–1636. doi:10.1016/j.asej.2020.09.017

Gobbo, S., Lo Presti, S., Martello, M., Panunzi, L., Berti, A., & Morari, F. (2019). Integrating SEBAL with in-field crop water status measurement for precision irrigation applications-a case study. *Remote Sensing*, *11*(17), 2069. doi:10.3390/rs11172069

Heydari Bani, M., Parsa, Sh. & Qath Samani, S. (2013). Examining the level of compliance of almond water requirements with the country's national irrigation document (case study: Saman). the first national conference on Almond, Shahrekord, Iran, Pp.8. [In Persian]

Khaydar, D., Chen, X., Huang, Y., Ilkhom, M., Liu, T., Friday, O., Farkhod, A., Khusen, G., & Gulkaiyr, O. (2021). Investigation of crop evapotranspiration and irrigation water requirement in the lower Amu Darya River Basin, Central Asia. *Journal of Arid Land*, *13*(1), 23–39. doi:10.1007/s40333-021-0054-9

Kumar, R., Jat, M.K., & Shankar, V. (2012). Methods to estimate irrigated reference crop evapotranspiration–a review. *Water Science and Technology*, *66*(3), 525–535. doi:10.2166/wst.2012.191

Mehrabi Gohari, E., Sarmadian, F., & Taghizadeh Mehrjardi, R. (2013). Prediction of the amount of water at field capacity and permanent wilting point using artificial neural network and multivariate regression. *Iranian of Irrigation and Water Engineering*, *3*(2), 42-52. https://www.waterjournal.ir/article_70632.html. [In Persian]

Minaei, S., & Khaksar, A. (2003). Investigation on national water document water requirement values and presentation of sound suggestion in Khuzestan Province. 8th International Congress on Irrigation and Drainage. Tehran, Iran, Pp. 8. [In Persian]

Moseki, O., Murray-Hudson, M., & Kashe, K. (2019). Crop water and irrigation requirements of Jatropha curcas L. in semi-arid conditions of Botswana: applying the CROPWAT model. *Agricultural Water Management*, *225*, 105754. doi:10.1016/j.agwat.2019.105754

Nasimi, P., Karimi, A., & Motaghian, H. (2019). Effects of Biochar produced from date palm's leaves on saturated hydraulic conductivity and soil moisture coefficients of sandy clay loam soil. *Iranian Water Researches Journal*, *13*(3), 161-171. https://sid.ir/paper/159861/en. [In Persian]

Orsi, M., Kanooni, A., & Ismaili A. (2016). investigation and comparison of seasonal changes of precipitation and temperature under climate change conditions, a case study: Ardabil plain. the first international

conference on climate change, Tehran, Iran, Pp. 7. [In Persian]

Pedro-Monzonís, M., Solera, A., Ferrer, J., Estrela, T., Paredes-Arquiola, J. (2015). A review of water scarcity and drought indexes in water resources planning and management. *Journal of Hydrology*, *527*, 482–493. doi:10.1016/j.jhydrol.2015.05.003

Pereira, L.S., Paredes, P., López-Urrea, R., Hunsaker, D.J., Mota, M., & Mohammadi Shad, Z. (2021). Standard single and basal crop coefficients for vegetable crops, an update of FAO56 crop water requirements approach. *Agricultural Water Management, 243*, 106196. doi:10.1016/j.agwat.2020.106196

Pôças, I., Calera, A., Campos, I., & Cunha, M. (2020). Remote sensing for estimating and mapping single and basal crop coefficients: A review on spectral vegetation indices approaches. *Agricultural Water Management*, *233*, 106081. doi:10.1016/j.agwat.2020.106081

Qamraniya, H. & Sepehri, S. (2009). Calculating the water requirement of different crop patterns using the Penman-Monteith method and comparing it with the results of Iran's National Water Document. 8th International Congress on Civil Engineering, Shiraz, Iran, Pp. 8. [In Persian]

Ramírez-Cuesta, J.M., Mirás-Avalos, J.M., Rubio-Asensio, J.S., & Intrigliolo, D.S. (2019). A novel ArcGIS toolbox for estimating crop water demands by integrating the dual crop coefficient approach with multi-satellite imagery. *Water*, *11*(38), 38. doi:10.3390/w11010038

Raoof, M. & Azizi, J. (2019). Reference evapotranspiration estimation using locally adjusted coefficient of angstrom's radiation model in an arid-cold region. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *21*(2), 487-499. http://jast.modares.ac.ir/article-23-14331-en.html

Sharma, D.N., & Tare, V. (2022). Assessment of irrigation requirement and scheduling under canal command area of Upper Ganga Canal using CropWat model. *Modeling Earth Systems Environment, 8*, 1863–1873. doi:10.1007/s40808-021-01184-7

Sojoodi, Z., & Mirzaei, F. (2020). Determination of water requirement of urban Landscape plants. *Water and Irrigation Management*, *10*(1), 131-141. doi: 10.22059/JWIM.2020.295397.745. [In Persian]

Solangi, G.S., Shah, S.A., Alharbi, R.S., Panhwar, S., Keerio, H.A., Kim, T.W., Memon, J.A. & Bughio, A.D. (2022). Investigation of irrigation water requirements for major crops using CROPWAT model based on climate data. *Water*, *14*(16), 2578. doi:10.3390/w14162578

Surendran, U., Sushanth, C.M., Joseph, E.J., Al-Ansari, N. & Yaseen, Z.M. (2019). FAO CROPWAT model-based irrigation requirements for coconut to improve crop and water productivity in Kerala, India *Sustainability*, *11*(18), 5132. doi:10.3390/su11185132