تحقیقات آب و خاک ایران | دوره ۵۲ | شماره ۱۲ | اسفند ۱۴۰۰ (ص ۳۱۳۸-۳۱۲۵)

https://dx.doi.org/10.22059/ijswr.2021.328820.669054

(مقاله علمی - پژوهشی)

Zoning Plains of Karkheh Catchment in Kermanshah Province Based on the Enhanced Agricultural Water Poverty Index

AFAGH VEISI[1], KHALIL KALANTARI[2*], NASER MOTIEE[3]

1. Department of Agricultural Management and Development, Faculty of Agricultural Economics and Development, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

(Received: Aug. 22, 2021- Revised: Dec. 15, 2021- Accepted: Dec. 21, 2021)

ABSTRACT

Karkheh catchment in Kermanshah province is considered as one of the agricultural potential areas of Iran, thanks to its rich water and soil resources. However, the management of water resources at the farm level is not optimal. In order to improving the management of water resources in this area, achieving a comprehensive understanding of the status of water resources is essential. Therefore, the purpose of this study is to zoning the plains of Karkheh catchment in Kermanshah province based on the Enhanced Agricultural Water Poverty Index. In this study, from 12 plains of Karkheh catchment in Kermanshah province, 6 plains including: Islamabad Gharb, Kermanshah, Ravansar-Sanjabi, Mahidasht, Biston-Dinavar and Kangavar were selected based on different climates. In order To evaluate the Enhanced Agricultural Water Poverty Index, 41 positive and negative sub-indices were used. Using the Savara method based on opinions of 15 experts in water affairs and soil and water management of Jihad Keshavarzi and Kermanshah Environmental Protection Organization the Weighting of each of the criteria and related indicators was calculated and the Enhanced Agricultural Water Poverty Index was calculated using the formula of this index for each mentioned plains. The zoning results of the studied plains showed that Ravansar-Sanjabi and Mahidasht plains with a score of 0.383 and 0.394, respectively, had more unfavorable situation and Biston-Dinavar plains and Islamabad with a score of 0.517 and 0.485, respectively, had more suitable situation than other plains studied. Finally, in order to improving water poverty index in studied area some recommendations including: implementation of watershed management and aquifer feeding plans, limiting the uncontrolled use of groundwater resources, supporting the development of irrigation methods based on pressurized irrigation technologies and modifying and changing Cultivation pattern towards low water crops was recommended.

Keywords: Water Resources Management, Enhanced Agricultural Water Poverty Index, Karkheh Catchment, Kermanshah Province.

[*]Corresponding Author's Email: khkalan@ut.ac.ir

پهنه‌بندی دشت‌های حوزه آبریز کرخه در استان کرمانشاه بر اساس شاخص توسعه‌یافته فقر آبی کشاورزی

آفاق ویسی[۱]، خلیل کلانتری[۱*]، ناصر مطیعی[۱]

۱. گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران ، کرج، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۳۱- تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۹/۲۴- تاریخ تصویب:۱۴۰۰/۹/۳۰)

چکیده

حوزه آبریز کرخه در استان کرمانشاه به دلیل برخورداری از منابع غنی آب‌وخاک به‌عنوان یکی از مناطق مستعد کشاورزی کشور به شمار می‌رود. بااین‌حال مدیریت منابع آب در سطح مزارع این حوزه در این استان بهینه نمی‌باشد. به‌منظور مدیریت بهتر منابع آب این حوزه، دستیابی به شناخت جامع از وضعیت منابع آبی این حوزه بسیار حایز اهمیت است؛ بنابراین هدف از این پژوهش پهنه‌بندی دشت‌های حوزه آبریز کرخه در استان کرمانشاه بر اساس شاخص توسعه‌یافته فقر آبی کشاورزی است. در این پژوهش از بین ۱۲ دشت حوزه آبریز کرخه در استان کرمانشاه، ۶ دشت اسلام آباد غرب، کرمانشاه، روانسر - سنجابی، ماهیدشت، بیستون - دیناور و کنگاور بر اساس اقلیم‌های مختلف این استان انتخاب شدند. برای سنجش شاخص توسعه‌یافته فقر آبی کشاورزی از ۴۱ زیر شاخص مثبت و منفی استفاده شد. وزن‌دهی هر یک از معیارها و شاخص‌های مربوط به آن‌ها با استفاده از روش سوارا و بهره‌گیری از نظرات ۱۵ کارشناس امور آب استان و مدیریت آب‌وخاک جهاد کشاورزی و سازمان حفاظت محیط‌زیست استان کرمانشاه استفاده شد. در نهایت شاخص توسعه‌یافته فقر آبی کشاورزی با استفاده از فرمول این شاخص برای هر یک از دشت‌های مورد اشاره محاسبه شد. نتایج پهنه‌بندی دشت‌های موردمطالعه بر اساس این شاخص نشان داد که دشت‌های روانسر - سنجابی و ماهیدشت به ترتیب با امتیاز ۰/۳۸۳ و ۰/۳۹۴، وضعیت نامناسب‌تر و دشت‌های بیستون - دیناور و اسلام آباد به ترتیب با امتیاز ۰/۵۱۷ و ۰/۴۸۵ وضعیت مناسب‌تری را نسبت به سایر دشت‌های موردمطالعه دارند. پیگیری و اجرای طرح‌های آبخیزداری و تغذیه آبخوان‌ها، ایجاد محدودیت در استفاده بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی، حمایت از توسعه روش‌های آبیاری مبتنی بر فناوری‌های آبیاری تحت‌فشار و اصلاح و تغییر الگوی کشت به سمت محصولات کم آب بر از جمله راهکارهای مؤثر برای بهبود این شاخص در دشت‌های موردمطالعه بود.

واژه‌های کلیدی: مدیریت منابع آب، شاخص توسعه‌یافته فقر آبی کشاورزی، حوزه آبریز کرخه، استان کرمانشاه.

مقدمه

سالانه حدود ۸۰ میلیون نفر به جمعیت جهان افزوده می‌شود و مصرف آب در جهان نیز به طور متوسط سالانه یک درصد افزایش می‌یابد (Water, U.N, 2018). با ادامه روند کنونی مصرف آب و در صورت عدم اتخاذ سیاست‌های صحیح، در سال ۲۰۳۰، مردم جهان تنها ۶۰ درصد آب موردنیاز خود را در دسترس خواهند داشت (Connor, 2015). در این میان، آب‌های سطحی و زیرزمینی هر دو جزء مهم منابع آبی هستند که نه‌تنها برای استفاده انسان‌ها بلکه برای همه سامانه‌های زیست‌محیطی اهمیت زیادی دارند (Villholth & Giordano, 2007). در بخش تولیدی یعنی کشاورزی نیز در سال‌های اخیر، برداشت آب از منابع آب سطحی و زیرزمینی به‌صورت بی‌رویه افزایش‌یافته است (Forouzani & Karami, 2011). بااین‌حال، کمبود فزاینده آب، برداشت بی‌رویه از منابع آب در دسترس و عدم مدیریت صحیح این منابع، تهدید اصلی توسعه پایدار در بخش کشاورزی می‌باشد، بنابراین، چالش عمده برای مدیریت منابع آب در عصر حاضر آن است که چگونه می‌توان منابع آب را برای تأمین غذای جمعیت روبه‌رشد جهان حفظ کرد (Rockstrom *et al.* 2004). مدیریت آب در بخش کشاورزی به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آب حوزه وسیعی را در بر می‌گیرد که شامل شیوه‌هایی همچون حفظ رطوبت اراضی، برداشت بهینه آب، آبیاری کامل و تکمیلی، و تکنیک‌های مختلف توسعه منابع آب می‌باشد. همه روش‌هایی که در مدیریت آب کشاورزی استفاده می‌شوند اغلب برای غلبه بر محدودیت‌های اصلی برداشت و یا نگهداری منابع آب در نظر گرفته می‌شوند. در همین راستا، یکی از پیش‌شرط‌های اساسی

* نویسنده مسئول: khkalan@ut.ac.ir

برای مدیریت یکپارچه منابع آب، دستیابی به ارزیابی‌های مناسب از وضعیت منابع آب است. شاخص‌های مختلفی برای ارزیابی وضعیت منابع آب طراحی شده‌اند، اما هرکدام از آن‌ها بیشتر یک جنبه از مدیریت منابع آب را در نظر می‌گیرند به طوری که بیشتر به کمیت منابع آب و بخش خانگی توجه می‌کنند. این در حالی است که ابزار جدیدی به نام شاخص فقر آبی[1] (WPI) که توسط سلامه[2] در سال ۲۰۰۰ میلادی طراحی و توسط سالیوان و همکارانش توسعه داده شد، به‌عنوان ابزاری که ابعاد کلیدی مدیریت منابع آب را در نظر می‌گیرد برای ارزیابی همه جانبه منابع آب معرفی شد و مورداستفاده قرار گرفت (Sullivan et al., 2003). شاخص فقر آبی یک ابزار ترکیبی میان‌رشته‌ای است، که ارتباط نشانگرهای آب و رفاه انسان را نشان می‌دهد. این شاخص ترکیبی از اطلاعات فیزیکی، اقتصادی و زیست‌محیطی است که مرتبط با کمبود آب، دسترسی به آب و توانایی استفاده از آب برای مصارف تولیدی می‌باشد بنابراین به طور گسترده‌ای به‌عنوان ابزاری برای سنجش منابع آب در مقیاس‌های مختلف، به‌عنوان‌مثال، مقیاس ملی، محلی و بین‌المللی استفاده می‌شود (Hemmati et al., 2019). هرچند WPI یک شاخص ترکیبی است که در برگیرنده ابعاد گوناگون مدیریت منابع آب می‌باشد ولی یک ضعف بزرگ آن اختصاصی بودن آن برای مصارف آب شرب می‌باشد و به بخش کشاورزی، به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آب در جهان توجهی ندارد (Forouzani et al., 2011). بر همین اساس، در بخش کشاورزی نیز شاخص مشابهی با عنوان شاخص فقر آبی کشاورزی (AWPI) ساخته شد و به‌عنوان ابزاری جدید برای ارزیابی وضعیت آب در بخش کشاورزی، برای اولین‌بار مورداستفاده قرار گرفت (Forouzani et al., 2012, 2013). مفهوم فقر آبی کشاورزی (AWP) به معنای کمبود آب باکیفیت خوب در بستر کشاورزی می‌باشد. ریشه‌های فقر آبی کشاورزی نه‌تنها از عوامل طبیعی و فیزیکی، بلکه از عوامل اجتماعی، اقتصادی و عوامل نهادی در بخش کشاورزی می‌تواند نشأت گرفته باشد. بر همین اساس، شاخص فقر آبی کشاورزی[3] (AWPI) یک ابزار میان‌رشته‌ای در برگیرنده ابعاد کلیدی یک سیستم کشاورزی می‌باشد که توجه خاصی به منابع آب در دسترس و دسترسی فیزیکی به آب دارد؛ این ابزار از توانمندی‌های انسانی، اجتماعی و اقتصادی کشاورزان در جهت استفاده مؤثر از آب برای مصارف تولیدی و زیست‌محیطی بهره می‌برد؛ بنابراین شاخص مفیدی به‌منظور بررسی وضعیت آب در یک منطقه کشاورزی می‌باشد (Forouzani et al., 2013). به‌منظور پیوند دادن جنبه‌های بیوفیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی و نیز فشارهای موجود و سیاست‌های پاسخ بر توسعه پایدار منابع آب، به یک شاخص واحد، پویا و قابل‌اعتماد نیاز است که برای این منظور شاخص توسعه‌یافته فقر آبی کشاورزی[4] (eAWPI) تدوین شده است. در این شاخص معیارهای فقر آبی کشاورزی (منابع، دسترسی، ظرفیت، استفاده و محیط‌زیست) با معیارهای مدل DPSIR [5] (نیرومحرکه - فشار، وضعیت، اثر و پاسخ) ترکیب می‌شود. به طور خاص، این شاخص با هدف کمک به مدیران منابع برای تعیین و هدفمند کردن نیازهای اولویت‌دار در بخش آب در کنار ارزیابی فرآیند توسعه تدوین شده است (Garriga and Foguet, 2010). مدل DPSIR رهیافت سیستمی است که ارتباطات کلیدی و مهم بین انسان و محیط‌زیست را مشخص می‌کند و از آن به منزله برداشتی فلسفی برای ساختاردهی و برقراری ارتباط با سطوح سیاستی و مطالعات محیط زیستی یاد می‌شود (Atkins et al, 2011). این مدل، ابزاری برای تلفیق اطلاعات اقتصادی، اجتماعی و طبیعی در یک چارچوب و به‌منظور ایجاد پایه و اساسی برای تحلیل‌های دقیق‌تر است و مهم‌ترین هدف آن تعیین گزینه‌های سیاستی و ارزیابی کارایی راهکارها برای حذف مشکلات محیط زیستی است (Bidone and Lacerda, 2004). حوزه آبریز کرخه وقع در غرب ایران و با مساحت ۵۱۶۴۳ کیلومترمربع، شامل بیش از نیمی از استان‌های لرستان و کرمانشاه و بخش‌هایی از استان‌های کردستان، همدان، ایلام و خوزستان است (Iran Water Resources Management Company, 2012). این حوزه در استان کرمانشاه شامل دشت‌های اسلام آباد غرب، کرمانشاه، روانسر - سنجابی، ماهیدشت، بیستون دیناور و کنگاور می‌شود و به دلیل برخورداری از منابع غنی آب‌وخاک به‌عنوان یکی از مناطق مستعد کشاورزی کشور به شمار می‌رود و موقعیت ممتازی را از نظر اقتصادی در غرب ایران به وجود آورده است. با این‌حال مدیریت منابع آب در سطح مزارع این حوزه در استان کرمانشاه بهینه نمی‌باشد که لزوم مدیریت مؤثر وضعیت منابع آبی در بخش کشاورزی این منطقه را ضروری می‌نماید (Gamasiab Consulting Engineers Co, 2013) به‌منظور مدیریت بهتر منابع آب، دستیابی به شناخت جامع از وضعیت منابع آبی و همچنین دلایل وضعیت موجود، بسیار حایز اهمیت است؛ بنابراین پژوهش حاضر به دنبال پاسخ‌دادن به این پرسش است که وضعیت دشت‌های حوزه آبریز کرخه در استان

1 .Water Poverty Index
2. Salameh
3.Agricultural Water Poverty Index
4. Enhanced Agricultural Water Poverty Index
5. drivers, pressures, state, impact and response model

کرمانشاه از نظر شاخص eAWPI چگونه است؟ در صورت وجود فقر آبی کشاورزی در منطقه، علت و دلایل اصلی این مسئله مربوطه به کدام عامل است؟ به‌طوری‌که دستیابی به پاسخ این پرسش‌ها می‌تواند راهگشای تصمیم‌گیرندگان در مدیریت بهتر و جامع منابع آب کشاورزی مزارع در سطح این حوزه در استان کرمانشاه باشد.

پژوهش‌های مختلفی با استفاده از شاخص‌های ارزیابی منابع آب در بخش‌های خانگی و کشاورزی انجام‌گرفته است که در ادامه به برخی از آن‌ها پرداخته می‌شود. Hemmati et al (2019) در پژوهش خود به سنجش شاخص فقر آبی کشاورزی در میان گندم‌کاران آبی شهرستان دزفول پرداختند. در این تحقیق ۲۰۵ نفر از گندم‌کاران این شهرستان به روش نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک مورد بررسی قرار گرفتند و شاخص فقر آبی کشاورزی برای تک‌تک آنان مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که ظرفیت پایین کشاورزان برای مصرف بهینه آب و سطح پایین دسترسی کشاورزان به منابع آب موجود از عوامل مهم ایجادکننده فقر آبی کشاورزی در سطح شهرستان دزفول بود. همچنین مقدار متوسط شاخص آبی ۴۲/۶۶ نسبت به ۱۰۰ به دست آمد. Talebi and Amini (2019) در پژوهش خود با استفاده از شاخص فقر آبی (WPI) به بررسی ابعاد کم‌آبی و تحلیل مقایسه‌ای آن در بخش‌های شهرستان قم پرداختند. داده‌های موردنیاز این تحقیق از طریق دستگاه‌های مرتبط جمع‌آوری شد. نتایج این پژوهش نشان داد که در میان بخش‌های شهرستان قم از نظر ابعاد پنج‌گانه فقر آبی تفاوت وجود دارد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که تمام بخش‌های شهرستان قم از نظر وضعیت منابع در وضعیت نامناسبی قرار دارند و مهم‌ترین قوت اکثر بخش‌ها به جز خلجستان، زیر شاخص ظرفیت است. باتوجه‌به اینکه تمام بخش‌ها از نظر منابع در مضیقه هستند، در این راستا لازم است با درنظرگرفتن این موضوع، به سمت استفاده بهینه از منابع موجود پیش رفت که این امر با مشارکت و برنامه‌ریزی امکان‌پذیر است. Asiabi-Hir et al (2018) در پژوهشی به ارزیابی چندمعیاره تغییرات مکانی شاخص فقر آب در تعدادی از حوضه‌های آبخیز استان اردبیل پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص فقر آب به‌عنوان یک ابزار کاربردی در مدیریت منابع آب، می‌تواند در تعیین اولویت‌ها و پایش تغییرات وضعیت منابع آب استفاده شود. همچنین نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که بیشتر حوضه‌های موردمطالعه در استان اردبیل از نظر شاخص فقر آبی در شرایط بحرانی قرار دارد و مقدار متوسط شاخص فقر آب برای حوضه موردمطالعه شده در استان اردبیل ۲۵ به دست آمد. Sharifzadegan et al (2017) در تحقیق خود برای شناسایی موانع توسعه منطقه‌ای استان قزوین با به‌کارگیری شاخص فقر آبی به این نتایج دست یافتند که نیمه جنوبی استان به دلیل ضعف در دو محور ظرفیت (به دلیل بی‌سوادی) و محیط‌زیست (به دلیل مصرف زیاد کود و سموم و کیفیت کم آب) وضعیت بحرانی‌تری نسبت به سایر شهرستان‌ها دارد. شهرستان قزوین به دلیل بهره‌مندی از منابع آب، ظرفیت و مصرف بهینه و شهرستان البرز به دلیل دسترسی مطلوب و کسب امتیاز بالا در محور محیط‌زیست، از منظر شاخص فقر آب از وضعیت نسبی بهتری در قیاس با سایر شهرستان‌ها برخوردارند. Zarafshani & Saadvandi (2017) در مطالعه خود در دشت ممنوعه ماهیدشت در استان کرمانشاه با استفاده از شاخص فقر آبی کشاورزی نشان دادند که این دشت با فقر آبی کشاورزی شدید مواجه است. به‌طوری‌که کشاورزان این دشت با کمبود منابع آبی مواجه هستند هرچند این منابع محدود تا حد قابل‌توجهی در دسترس کشاورزان قرار دارند. Forouzani et al (2013) در پژوهشی به بررسی فقر آبی کشاورزی در مرودشت (در مقیاس محلی) پرداختند که نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از شاخص فقر آبی کشاورزی برای ارزیابی وضعیت آب کشاورزی یک منطقه دارای دو مزیت است: اول، شاخص فقر آبی کشاورزی به درک آسان مسائلی که برای تصمیم‌گیرندگان حیاتی است، کمک می‌کند و دوم، به برنامه‌ریزان در شناسایی مکان‌هایی که بر اساس اطلاعات نیازمند مداخلات مدیریت منابع آب هستند، کمک می‌کند. همچنین نتایج مطالعه آنها که بر اساس شاخص AWPI و با استفاده از روش AHP بود، نشان داد که مقدار شاخص فقر آبی کشاورزی برای کشاورزان این منطقه در زیر حد متوسط (کمتر از ۵۰) است. بدین معنا که کشاورزان از نظر وضعت آب کشاورزی دارای وضعیت نسبتاً نامساعدی می‌باشند. Garriga and Foguet (2010) در پژوهش خود به پهنه‌بندی زیر حوزه‌های حوزه رودخانه Jequetepeque در پرو با استفاده از شاخص توسعه‌یافته فقر آبی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از شاخص توسعه‌یافته فقر آبی (eWPI) مدیران را قادر می‌سازد که درک جامع‌تری از محدودیت‌ها و چالش‌های بخش آب داشته باشند و موجب تقویت فرآیند تصمیم‌گیری می‌شود. Komnenic et al (2009) در پژوهشی به سنجش سودمندی شاخص فقر آبی در مقیاس ملی پرداختند که نتایج این پژوهش نشان داد فقر آبی نباید معادل عدم دسترسی به آب به دلیل فقر جامعه در نظر گرفته شود. همچنین نتایج نشان داده است به جز شرایط اجتماعی و اقتصادی، دلایل دیگری همچون عدم دسترسی فیزیکی در دسترسی ناکافی به آب تأثیر دارند.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

حوزه آبریز کرخه در استان کرمانشاه دارای طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۰ دقیقه و ۳۹ ثانیه شرقی تا ۴۸ درجه و ۱ دقیقه و ۵۸ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه و ۸ ثانیه شمالی تا ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه و ۸ ثانیه شمالی می‌باشد و شامل ۱۲ دشت ماهیدشت، روانسر، اسلام آباد غرب، کنگاور، کرمانشاه، صحنه، کرند، بیستون دیناور، میانراهان، سنقز، هرسین و حسن آباد است.

روش تحقیق

در این پژوهش به‌منظور پهنه‌بندی دشت‌های حوزه آبریز کرخه در استان کرمانشاه بر اساس شاخص توسعه‌یافته فقر آبی کشاورزی ابتدا دشت‌های حوضه آبریز کرخه در این استان بر اساس روش اقلیم نمای دمارتن تقسیم‌بندی شدند. جدول (۱) تقسیم‌بندی دشت‌های حوزه آبریز کرخه در استان کرمانشاه را بر اساس روش اقلیم نمای دومارتن نشان می‌دهد. سپس از ۱۲ دشت مطالعاتی از هر اقلیم ۳ دشت و در مجموع ۶ دشت ماهیدشت، کرمانشاه، روانسر، اسلام آباد، کنگاور، بیستون - دیناور انتخاب شدند.

جدول ۱- تقسیم‌بندی دشت‌های حوزه آبریز کرخه در استان کرمانشاه بر اساس روش اقلیم نمای دومارتن

ردیف	نام دشت	نوع اقلیم بر اساس اقلیم‌نمای دومارتن
۱	ماهیدشت	نیمه خشک
۲	روانسر	مدیترانه‌ای
۳	اسلام آباد	مدیترانه ای
۴	کنگاور	نیمه خشک
۵	کرمانشاه	نیمه خشک
۶	صحنه	نیمه خشک
۷	کرند	مدیترانه‌ای
۸	بیستون-دیناور	مدیترانه‌ای
۹	میانراهان	نیمه خشک
۱۰	سنقر	نیمه خشک
۱۱	هرسین	نیمه خشک
۱۲	حسن آباد	مدیترانه ای

به‌منظور پهنه‌بندی دشت‌های حوزه آبریز کرخه در استان کرمانشاه از شاخص فقر آبی توسعه‌یافته کشاورزی استفاده شد. این شاخص حاصل ترکیب معیارهای شاخص فقر آبی کشاورزی (منابع، دسترسی، ظرفیت، استفاده و محیط‌زیست) با معیارهای مدل DPSIR (نیرومحرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ)، است. در این تحقیق با تلفیق دو معیار نیرومحرکه و فشار با یکدیگر مدل D-PSIR[1] برای شاخص توسعه‌یافته فقر آبی به کار گرفته شد. به‌منظور دستیابی به مقادیر شاخص فقر آبی توسعه‌یافته برای هر یک از دشت‌های حوزه آبریز کرخه در استان کرمانشاه سه مرحله اساسی موردنیاز است: ۱- انتخاب شاخص‌های کلیدی برای هر معیار (معیارهای مدل D-PSIR و پنج معیار شاخص فقر آبی کشاورزی). ۲- ترکیب هر یک از زیر معیارها در اجزای متناظر آن‌ها (پنج معیار فقر آبی کشاورزی) ۳- تعیین وزن برای هر یک از پنج معیارهای فقر آبی کشاورزی و تجمیع آن‌ها برای یک شاخص کلی (Garriga and Foguet, 2010). جدول (۲)، معیارهای شاخص فقر آبی توسعه‌یافته کشاورزی و شاخص‌های ساخته شده برای هر معیار را در این پژوهش نشان می‌دهد. شاخص‌های مربوط به هر معیار حاصل مطالعه در زمینه پژوهش و بررسی مطالعات پیشین در سطح استان، ملی و فراملی هستند.

داده‌های مربوط به شاخص‌های هر معیار شامل داده‌های ثانویه بود که از سازمان‌های مربوطه جمع‌آوری شد. باتوجه‌به منفی بودن برخی از شاخص‌ها، با استفاده از روش کم‌کردن مقادیر آن‌ها از عدد ثابت، این مقادیر به مقادیر مثبت تبدیل شدند. سپس هر یک این شاخص‌ها به‌وسیله روش نرمال‌سازی خطی (رابطه ۱) رفع اختلاف مقیاس شدند.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_1^m x_{ij}} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

وزن‌دهی معیارها و شاخص‌های فقر آبی

برای وزن‌دهی هر یک از مؤلفه‌ها و شاخص‌های مربوط به آن‌ها از روش سوارا[2] استفاده شد روش سوارا یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است که هدف آن محاسبه وزن معیارها و زیر معیارها است. روش سوارا توسط کرسولین، زاوادسکاس و تورکسیس در سال ۲۰۱۰ معرفی شد. در این روش معیارها بر اساس ارزش رتبه‌بندی می‌شوند. در این روش به مهم‌ترین معیار رتبه یک و به کم‌اهمیت‌ترین معیار رتبه آخر داده می‌شود. در نهایت معیارها بر اساس مقادیر متوسط اهمیت نسبی اولویت‌بندی می‌شوند این تکنیک بر مبنای نظرات خبرگان استوار است و یک روش کاملاً قضاوتی است. در این روش کارشناسان (پاسخ‌دهندگان) نقش مهمی در تعیین وزن معیارها دارند. (Kersuliene et al., 2010). برای وزن‌دهی با این روش از نظرات ۱۵ کارشناس امور آب استان کرمانشاه، مدیریت آب‌وخاک جهاد کشاورزی استان و سازمان حفاظت محیط‌زیست استان استفاده شد. گام‌های اصلی برای وزن‌دهی بر اساس روش SWARA به شرح زیر است:

گام اول: مرتب کردن شاخص‌ها: در ابتدا شاخص‌های موردنظر تصمیم‌گیرندگان به‌عنوان شاخص‌های نهایی و بر اساس درجه اهمیت، انتخاب و مرتب می‌شوند. براین‌اساس، مهم‌ترین

1.drivers- pressures, state, impact and response model

2. SWARA

شاخص‌ها در رده‌های بالاتر و شاخص‌های کم‌اهمیت‌تر در رده‌های پایین‌تر قرار می‌گیرند.

جدول ۲- معیارهای شاخص فقر آبی توسعه‌یافته و شاخص‌های مربوط به هر معیار

معیار	شاخص	نماد	مثبت یا منفی	نحوه محاسبه
منابع، نیرو محرکه- فشار	نرخ رشد جمعیت (درصد)	RF1	-	
	سرانه آب تجدید پذیر (متر مکعب به ازای هر نفر)	RF2	+	شاخص فالکن مارک (نسبت حجم آب تجدید پذیر به جمعیت)
	تبخیر و تعرق بلقوه سالانه (میلیمتر)	RF3	+	
منابع- وضعیت	پتانسیل تولید سیل	RS1	-	ارزیابی مقادیر تولید سیل به ازای واحد سطح در حوضه
	کل منابع آب	RS2	+	مجموع منابع آب سطحی و زیر زمینی
منابع-اثر	متوسط افت آبخوان (متر)	RI	-	
منابع- پاسخ	ممنوعیت حفر چاه در دشت های مطالعاتی	RR1	-	
	درصد کاهش آب تجدید پذیر	RR2	-	
دسترسی- نیرو محرکه فشار	تنش آبی نسبی (mm^3)	AF1	-	میزان برداشت آب در بخش های مختلف نسبت به ذخایر تجدید شونده
	شدت میانگین خشکسالی هیدرولوژیک	AF2	-	شاخص SPI
دسترسی- وضعیت	وابستگی آب زیر زمینی (mm3)	AS1	-	حجم بهره برداری از ابخوان به کل حجم بهره برداری از منابع آب سطحی و زیر زمینی× ۱۰۰
	وابستگی آب سطحی (mm3)	AS2	+	حجم آب ورودی و انتقالی به حوزه به کل حجم منابع آب سطحی
	پتانسیل آب غیر متعارف	AS3	+	حجم منابع آب غیرمتعارف فعلی (در حال استحصال) به کل منابع آب غیر متعارف پتانسیل یا موجود
دسترسی- اثر	درصد افزایش سهم هزینه آب از هزینه‌های تولید در بخش کشاورزی	AI	-	مقدار کل هزینه شده برای تامین آب به مقدار کل هزینه تولید× ۱۰۰
دسترسی- پاسخ	کاهش سطح زیر کشت اراضی آبی	AR	+	
ظرفیت- نیرو محرکه، فشار	تولیدات کشاورزی حوزه به کل تولیدات استان (درصد)	CF1	+	
	میزان توسعه اراضی آبی ابخوان (درصد)	CF2	-	میزان اراضی آبی قابل توسعه به اراضی آبی موجود
	نرخ اشتغال روستایی در بخش کشاورزی	CF3	-	کل جمعیت شاغل روستایی به جمعیت شاغل روستایی در بخش کشاورزی× ۱۰۰
ظرفیت- وضعیت	سهم تشکل های آب بر	CS1	+	نسبت سطح زیرکشت تشکلهای آب بران به کل سطح زیرکشت
	بهره وری اقتصادی آب	CS2	+	درآمد محصولات زراعی و باغی به کل مصرف آب(متر مکعب)
	نسبت سرمایه گذاری غیر دولتی به کل سرمایه گذاری انجام شده	CS3	+	سرمایه گذاری انجام شده در بخش آب به کل سرمایه گذاری انجام شده در بخش آب × ۱۰۰
	بهره وری آب کشاورزی	CS4	+	کل تو لیدات کشاورزی ابی به کل آب مصرفی کشاورزی
	سطح آبیاری تحت فشار	CS5	+	نسبت سطح اراضی کشاورزی با آبیاری تحت فشار(بارانی و قطره ای) به سطح زیر کشت
ظرفیت-اثر	فرسایش ویژه	CI1	-	
	شوری خاک (میکروزیمنس بر سانتی متر)	CI2	-	اندازه گیری شوری خاک
ظرفیت- پاسخ	افزایش راندمان آب آبیاری	CR1	+	میزان افزایش راندمان آبیاری نسبت به سال پایه (۱۳۸۵)
	زمین‌های تحت روش‌های نوین آبیاری	CR2	+	نسبت زمین های دارای روش های نوین آبیاری به کل اراضی آبی
استفاده- نیرو محرکه، فشار	کل مصرف آب	UF1	-	کل مصرف آب در بخش کشاورزی
	نسبت مصرف آب کشاورزی	UF2	-	
استفاده- وضعیت	شاخص میرایی آبخوان	US1	+	نسبت متوسط ضخامت سفره به متوسط افت آبخوان در ۵ سال اخیر
	نسبت اراضی آبی تحت کشت (درصد)	US2	_	مجموع سطوح اراضی ابی تحت کشت به مساحت کل حوزه
استفاده- اثر	شاخص تولید بار	UI	-	حاصلضرب ضرایب تولید بار پارامترهای نیتروژن ، فسفر در حجم پساب
استفاده- پاسخ	نصب کنتور هوشمند	UR	+	درصد چاه های دارای کنتور هوشمند
محیط زیست- نیرومحرکه، فشار	درصد زیستگاه های آبی حفاظت شده	EF1	+	با استفاده از نقشه های موجود، درصد مساحت زیستگاههای آبی تحت حفاظت در دشت زیر حوضه از مساحت کل پهنه های آبی موجود در منطقه محاسبه می شود
	شاخص دبی زیست‌محیطی	EF2	+	
محیط زیست- وضعیت	سهم حق آبه های زیست‌محیطی به کل مصارف	ES1	+	
	پایداری سفره‌های آبخوان	ES2	+	حجم کل تخلیه از آبخوان به حجم کل تغذیه به آبخوان
	PH آب	ES3	-	
محیط زیست- اثر	آلودگی منابع آب (کل الودگی حاصل از منابع آلاینده)	EI	-	
محیط زیست-	گسترش محصولات ارگانیک	ER1	+	درصد سطح زیر کشت محصولات ارگانیک

معیار	شاخص	نماد	مثبت یا منفی	نحوه محاسبه
پاسخ	توسعه کم خاکورزی و بی خاکورزی	ER2	+	درصد اراضی تحت پوشش بی خاکورزی و کم خاکورزی

گام دوم: تعیین اهمیت نسبی هر شاخص (Sj): در این مرحله می‌بایست اهمیت نسبی هرکدام از شاخص‌ها نسبت به شاخص مهم‌تر قبلی مشخص گردد که در فرایند روش SWARA این مقدار با Sj نشان داده می‌شود.

گام سوم: محاسبه ضریب Kj: ضریب Kj که تابعی از مقدار اهمیت نسبی هر شاخص می‌باشد با استفاده از رابطه شماره ۱ محاسبه می‌گردد.

Kj=Sj+1 (رابطه ۲)

گام چهارم: محاسبه وزن اولیه هر شاخص: وزن اولیه شاخص‌ها از طریق رابطه ۲ قابل محاسبه می‌باشد. دراین‌رابطه باید توجه داشت که وزن شاخص نخست که مهم‌ترین شاخص است برابر با ۱ در نظر گرفته می‌شود.

$$q_j = \frac{q_{j-1}}{K_j}$$ (رابطه ۳)

گام پنجم: محاسبه وزن نهایی نرمال: در آخرین گام از روش SWARA وزن نهایی شاخص‌ها که وزن نرمال شده نیز محسوب می‌گردد از طریق رابطه ۴ محاسبه می‌شود.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum q_j}$$ (رابطه ۴)

پس از وزن دهی به معیارها و شاخص‌های هر معیار، شاخص فقر آبی کشاورزی توسعه‌یافته به تفکیک هر یک از معیارها و نیز شاخص کلی فقر آبی کشاورزی توسعه‌یافته برای هر یک از دشت‌ها به وسیله رابطه‌های (۵) و (۶) محاسبه شد.

$$WPI = (\prod_{i=1}^{n} X_i^{w_i})^{1/\sum_{s=1}^{n} w_s}$$ (رابطه ۵)

$$Xi = (\frac{1}{4} \prod_{s=1}^{z} x_s^{w_s})^{1/\sum_{s=1}^{z} w_s}$$ (رابطه ۶)

در این رابطه‌ها: WPI ارزش شاخص، فقر آب، برای یک مکان خاص است، Xi اشاره به هر یک از مؤلفه‌های (R, WPI A, U, C, E) دارد، X_s مقادیر شاخص‌های مربوط به مؤلفه‌های فقر آبی است، w_i وزن‌های اعمال شده به هر مؤلفه می‌باشد، w_s وزن‌های اعمال شده به شاخص‌های هر مؤلفه می‌باشد. عدد ۴ تعداد متغیرهای (D-P, S, I, R) برای هر جزء شاخص فقر آبی (R, A, C, U, E) می‌باشد.

نتایج و بحث

همان‌طور که در بخش روش تحقیق بیان شد، باتوجه‌به منفی بودن برخی از شاخص‌های مربوط به معیارهای فقر آبی کشاورزی، با استفاده از روش کم‌کردن مقادیر شاخص‌های منفی از عدد ثابت، این مقادیر به مقادیر مثبت تبدیل شدند، سپس هر یک این شاخص‌ها به‌وسیله روش نرمال‌سازی خطی رفع اختلاف مقیاس شدند. جدول (۳) مقادیر نرمال شده شاخص‌های مربوط به معیارهای فقر آبی کشاورزی را برای هر یک از دشت‌های موردمطالعه نشان می‌دهد.

جداول (۴) و (۵)، به ترتیب وزن‌های به‌دست‌آمده از تکنیک سوارا برای معیارهای شاخص فقر آبی کشاورزی و شاخص‌های مربوط به هر معیار را نشان می‌دهد.

برای محاسبه شاخص فقر آبی دشت‌ها، ابتدا مقادیر Xi مربوط به هر معیار برای دشت‌های موردمطالعه طبق رابطه (۶) محاسبه شد. جدول (۶) مقادیر Xi مربوط به معیارهای فقر آبی را برای دشت‌های موردمطالعه نشان می‌دهد.

پس از محاسبه مقادیر Xi، شاخص فقر آبی برای دشت‌های موردمطالعه با استفاده از رابطه (۵) محاسبه شد. جدول (۷) مقادیر شاخص فقر آبی توسعه‌یافته برای هر یک از دشت‌های حوزه آبریز کرخه و به تفکیک هر یک از معیارهای این شاخص را نشان می‌دهد.

همان گونه که در جدول (۷) و نمودار (۱) مشخص شده است، بر اساس معیار منابع که با شاخص‌هایی از قبیل سرانه آب تجدیدپذیر، کل منابع آبی، متوسط افت آبخوان و... مورد ارزیابی قرار گرفت است، دشت کرمانشاه کمترین امتیاز را دارد؛ بنابراین از نظر منابع در دسترس، این دشت دارای کمترین منابع است و پس از آن دشت‌های کنگاور و روانسر در رتبه‌های بعدی قرار دارند. بر اساس این معیار، دشت اسلام آباد دارای وضعیت مساعدتری است.

جدول ۳- مقادیر نرمال شده شاخص‌های مربوط به مؤلفه‌های فقر آبی برای دشت‌های موردمطالعه

شاخص	اسلام آباد غرب	کرمانشاه	روانسر- سنجابی	ماهیدشت	بیستون- دیناور	کنگاور
RF1	۰/۲۱	۰/۰۷۸	۰/۱۵۲	۰/۲۲۲	۰/۲۰۸	۰/۱۲۷
RF2	۰/۰۵۳	۰/۰۲۲	۰/۱۸۵	۰/۳۰۶	۰/۳۲۸	۰/۱۰۴
RF3	۰/۱۴۷	۰/۱۶۵	۰/۱۴۰	۰/۱۴۸	۰/۲۴۴	۰/۱۵۴
RS1	۰/۱۳۰	۰/۰۲۱	۰/۳۱۴	۰/۰۵۰	۰/۳۱۰	۰/۱۷۳
RS2	۰/۱۸۵	۰/۲۴۵	۰/۱۷۰	۰/۲۳۵	۰/۰۷۱	۰/۰۹۲
RI	۰/۱۹۴	۰/۱۷۱	۰/۱۵۳	۰/۱۵۳	۰/۲۰۳	۰/۱۲۳
RR1	۰/۱۸۷	۰/۰۶۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۰/۱۸۷
RR2	۰/۱۷۳	۰/۱۵۴	۰/۲۰۳	۰/۱۱۱	۰/۱۴۶	۰/۲۱۱
AF1	۰/۱۶۲	۰/۱۸۰	۰/۱۵۴	۰/۱۴۳	۰/۲۰۷	۰/۱۵۳
AF2	۰/۲۳۲	۰/۱۲۴	۰/۱۵۵	۰/۱۹۳	۰/۱۶۳	۰/۱۳۱
AS1	۰/۲۱۴	۰/۱۰۶	۰/۰۵۲	۰/۱۰۶	۰/۳۱۸	۰/۲۰۲
AS2	۰/۰۹۲	۰/۳۶۶	۰/۰۴۰	۰/۰۴۰	۰/۳۵۴	۰/۱۰۴
AS3	۰/۲۸	۰/۱۸۶	۰/۱۳۳	۰/۱۳۳	۰/۱۳۳	۰/۱۳۳
AI	۰/۲۴۲	۰/۱۸۶	۰/۱۳۳	۰/۱۳۳	۰/۱۳۳	۰/۱۳۳
AR	۰/۱۳۳	۰/۲	۰/۱۶۶	۰/۱۸۳	۰/۱	۰/۲۱۶
CF1	۰/۱۵۹	۰/۳۸۱	۰/۱۴۲	۰/۰۷۹	۰/۰۹۵	۰/۱۴۲
CF2	۰/۱۲۴	۰/۱۹۴	۰/۱۵۹	۰/۱۴۱	۰/۱۹۴	۰/۱۸۷
CF3	۰/۱۸۲	۰/۱۸۳	۰/۱۳۵	۰/۱۶۲	۰/۱۶۹	۰/۱۶۶
CS1	۰/۲۰۸	۰/۳۳۳	۰/۱۲۵	۰/۰۸۳	۰/۰۸۳	۰/۱۶۶
CS2	۰/۱۶۵	۰/۱۶۸	۰/۱۶۹	۰/۱۶۶	۰/۱۶۴	۰/۱۶۵
CS3	۰/۱۶۷	۰/۱۸۵	۰/۱۷۹	۰/۱۹۷	۰/۱۱۳	۰/۱۵۶
CS4	۰/۱۶۴	۰/۱۶۹	۰/۱۷۴	۰/۱۶۸	۰/۱۶۱	۰/۱۶۳
CS5	۰/۱۶۵	۰/۲۱۸	۰/۱۵۱	۰/۱۴۵	۰/۱۴۰	۰/۱۷۹
CI1	۰/۲۱۵	۰/۱۸۳	۰/۱۲۳	۰/۱۴۸	۰/۱۸۹	۰/۱۴۰
CI2	۰/۱۳۱	۰/۲۲۸	۰/۲۱۵	۰/۰۶۱	۰/۲۲۴	۰/۱۳۸
CR1	۰/۱۴۴	۰/۱۷۳	۰/۱۸۸	۰/۱۳۰	۰/۲۰۲	۰/۱۵۹
CR2	۰/۱۵۰	۰/۱۹۳	۰/۱۶۱	۰/۲۶۸	۰/۱۰۷	۰/۱۱۸
UF1	۰/۱۹۸	۰/۰۹۲	۰/۱۷۰	۰/۱۵۴	۰/۲۲۰	۰/۱۶۵
UF2	۰/۱۱۶	۰/۳۲۱	۰/۰۹۲	۰/۰۱۹	۰/۳۸۴	۰/۰۶۷
US1	۰/۲۸۸	۰/۲۸۷	۰/۱۵۲	۰/۰۶۶	۰/۰۸۱	۰/۱۲۵
US2	۰/۱۷۳	۰/۱۵۱	۰/۱۶۷	۰/۱۶۳	۰/۱۷۹	۰/۱۶۵
UI	۰/۰۹۹	۰/۱۴۰	۰/۲۷۵	۰/۱۴۲	۰/۱۶۶	۰/۱۷۷
UR	۰/۱۳۵	۰/۱۸۹	۰/۱۰۸	۰/۲۱۶	۰/۱۰۸	۰/۲۴۳
EF1	۰/۱۵۶	۰/۱۲۵	۰/۲۵	۰/۱۵۶	۰/۱۲۵	۰/۱۸۷
EF2	۰/۱۶۶	۰/۱۶۷	۰/۱۷۲	۰/۱۶۴	۰/۱۷۳	۰/۱۵۵
ES1	۰/۰۳۱	۰/۰۵۳	۰/۰۶۴	۰/۰۰۸	۰/۳۱۷	۰/۵۲۵
ES2	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۰/۱۶۵	۰/۱۶۵	۰/۱۷۰	۰/۱۶۳
ES3	۰/۱۴۷	۰/۱۶۹	۰/۱۷۲	۰/۱۷۶	۰/۱۸۷	۰/۱۴۷
EI	۰/۱۶۸	۰/۰۹۹	۰/۲۰۹	۰/۱۳۴	۰/۲۱۱	۰/۱۷۷
ER1	۰/۱۸۷	۰/۰۹۹	۰/۲۰۹	۰/۱۳۴	۰/۲۱۱	۰/۱۷۷
ER2	۰/۱۴۴	۰/۱۵۲	۰/۲۰۳	۰/۱۲۷	۰/۱۷۸	۰/۱۹۵

جدول ۴- وزن معیارهای فقر آبی کشاورزی در منطقه موردمطالعه بر اساس تکنیک سوارا

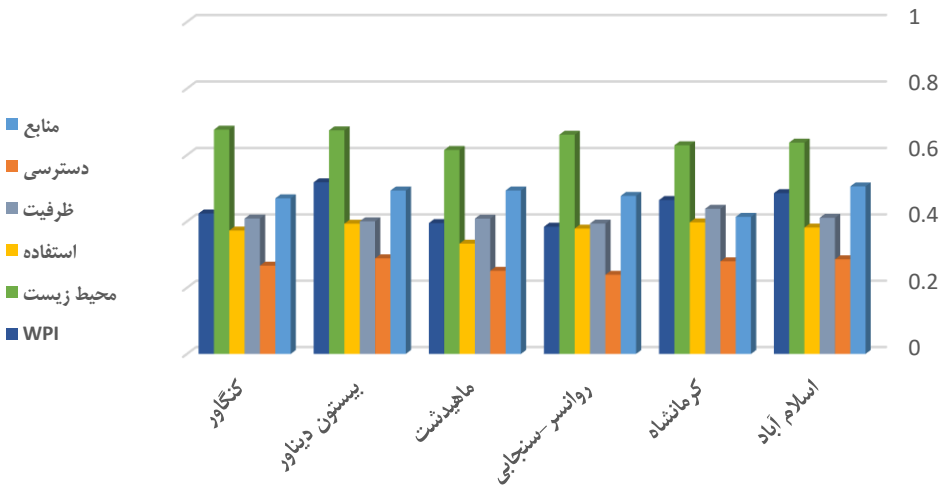
نام معیار		Kj	qj	Wj
منابع	۰	۱	۱	۰/۲۷۱
استفاده	۰/۱۸	۱/۱۸	۰/۸۴۷	۰/۲۲۹
دسترسی	۰/۱۸	۱/۱۸	۰/۷۱۸	۰/۱۹۴
ظرفیت	۰/۲۱	۱/۲۱	۰/۵۹۴	۰/۱۶۱
محیط‌زیست	۰/۱۰۵	۱/۱۰۵	۰/۵۳۷	۰/۱۴۵

جدول ۵- وزن شاخص‌های مربوط به معیارهای فقر آبی کشاورزی در منطقه موردمطالعه بر اساس تکنیک سوارا

نماد	نام معیار	Sj	kj	qj	Wj
RF1	نرخ رشد جمعیت	۰	۱	۱	۰/۱۷۲
RF2	سرانه آب تجدید پذیر	۰/۰۵۵	۱/۰۵۵	۰/۹۴۸	۰/۱۶۳
RF3	تبخیر و تعرق بالقوه	۰/۰۷۵	۱/۰۷۵	۰/۷۲۱	۰/۱۲۴
RS1	پتانسیل تولید سیل	۰/۱۲۵	۱/۱۲۵	۰/۸۰۲	۰/۱۳۸
RS2	کل منابع آب	۰/۰۵	۱/۰۵	۰/۹۰۳	۰/۱۵۵
RI	متوسط افت آبخوان (متر)	۰/۰۳۵	۱/۰۳۵	۰/۷۷۵	۰/۱۳۳
RR1	ممنوعیت حفر چاه در دشت‌های مطالعاتی	۰/۰۳	۱/۰۳	۰/۸۷۶	۰/۱۴۴
RR2	درصد کاهش آب تجدید پذیر	۰/۰۹	۱/۰۹	۰/۶۶۲	۰/۱۱۴
AF1	تنش آبی نسبی (mm^3)	۰/۰۴۵	۱/۰۴۵	۰/۹۵۷	۰/۱۰۷
AF2	شدت میانگین خشکسالی هیدرولوژیک	۰	۱	۱	۰/۱۱۲
AS1	شاخص وابستگی به آب زیر زمینی	۰/۰۵۵۶	۱/۰۵۵	۰/۹۰۷	۰/۱۰۲
AS2	شاخص وابستگی آب سطحی	۰/۰۳۵	۱/۰۳۵	۰/۷۲۵	۰/۰۸۱
AS3	شاخص پتانسیل آب غیر متعارف	۰/۰۶۵	۱/۰۶۵	۰/۵۲۰	۰/۰۵۸
AI	افزایش هزینه آب از هزینه تولید در کشاورزی	۰/۰۶۵	۱/۰۶۵	۰/۸۰۳	۰/۰۹۰
AR	کاهش سطح زیر کشت	۰/۰۵	۱/۰۵	۰/۵۵۴	۰/۰۶۲
CF1	تولیدات کشاورزی حوزه به کل تولیدات استان (درصد)	۰/۰۴	۱/۰۴	۰/۸۷۰	۰/۰۷۷
CF2	میزان توسعه اراضی آبی ابخوان (درصد)	۰/۱۰۵	۱/۱۰۵	۰/۹۰۵	۰/۰۸۰
CF3	نرخ اشتغال روستایی در بخش کشاورزی	۰/۰۶	۱/۰۶	۰/۶۴۷	۰/۰۵۷
CS1	سهم تشکل های آب بر	۰/۰۶۵	۱/۰۶۵	۰/۷۲۴	۰/۰۶۴
CS2	بهره وری اقتصادی آب کشاورزی	۰	۱	۱	۰/۰۸۹
CS3	نسبت سرمایه‌گذای حفاظت ازآب به کل سرمایه کشاورزی	۰/۰۶۵	۱/۰۶۵	۰/۵۸۴	۰/۰۵۲
CS4	کارایی مصرف آب آبیاری	۰/۰۴	۱/۰۴	۰/۶۲۲	۰/۰۵۵
CS5	سطح آبیاری تحت فشار	۰/۰۴۴	۱/۰۴۴	۰/۵۳۰	۰/۰۴۷
CI1	فرسایش ویژه	۰/۰۵۵	۱/۰۵۵	۰/۴۱۶	۰/۰۳۷
CI2	شوری خاک	۰/۰۸	۱/۰۸	۰/۴۵۹	۰/۰۴۱
CR1	افزایش راندمان آب آبیاری	۰/۰۵۵	۱/۰۵۵	۰/۵۵۴	۰/۰۴۹
CR2	روش های نوین آبیاری	۰/۰۷	۱/۰۷	۰/۴۹۶	۰/۰۴۴
UF1	کل مصرف آب	۰/۰۵۵	۱/۰۵۵	۰/۸۳۱	۰/۱۳۷
UF2	نسبت مصرف آب کشاورزی	۰/۰۴۵	۱/۰۴۵	۰/۹۵۷	۰/۱۵۱
US1	شاخص میرایی آبخوان	۰/۰۶	۱/۰۶	۰/۷۸۴	۰/۱۲۹
US2	نسبت سطح اراضی تحت کشت	۰/۰۶	۱/۰۶	۰/۹۰۳	۰/۱۴۹
UI	شاخص تولید بار	۰/۰۳	۱/۰۳	۰/۸۷۶	۰/۱۴۴
UR	نصب کنتور هوشمند	۰/۰۹	۱/۰۹	۰/۷۱۹	۰/۱۱۸
EF1	درصد زیستگاههای آبی حفاظت شده پهنه های آبی	۰/۱۵	۱/۱۵	۰/۵۵۹	۰/۱۰۸
EF2	شاخص دبی زیست‌محیطی	۰/۲۴۹	۱/۲۴۹	۰/۸۰۱	۰/۱۵۵
ES1	سهم حق آبه های زیست‌محیطی به کل مصارف	۰/۰۵	۱/۰۵	۰/۷۶۳	۰/۱۴۸
ES2	پایداری سفره های آبخوان	۰/۱۰۵	۱/۱۰۵	۰/۶۵۶	۰/۰۷۴
ES3	PH آب	۰/۰۵	۱/۰۵	۰/۶۴۳	۰/۱۲۵
EI	آلودگی منابع آب	۰	۱	۱	۰/۱۹۴
ER1	گسترش محصولات ارگانیک و پاک	۰/۰۶۵	۱/۰۶۵	۰/۶۷۵	۰/۱۱۳
ER2	توسعه کم خاکورزی و بی خاکورزی	۰/۰۶	۱/۰۶	۰/۷۱۹	۰/۱۳۹

جدول ۶- مقادیر Xi مربوط به معیارهای فقر آبی کشاورزی به تفکیک دشت‌های موردمطالعه

دشت	Xi (منابع)	Xi (دسترسی)	Xi (ظرفیت)	Xi (استفاده)	Xi (محیط‌زیست)
اسلام آباد	۰/۰۴۴۰	۰/۰۱۹۱	۰/۰۲۱۷	۰/۰۲۹۶	۰/۰۳۵۴
کرمانشاه	۰/۰۲۴۱	۰/۰۱۷۹	۰/۰۲۸۷	۰/۰۳۴۴	۰/۰۳۲۳
روانسر-سنجابی	۰/۰۵۶۳	۰/۰۱۰۹	۰/۰۲۱۲	۰/۰۲۸۸	۰/۰۴۶۴
ماهیدشت	۰/۰۵۰۷	۰/۰۱۲۷	۰/۰۱۸۱	۰/۰۱۸۱	۰/۰۲۷۳
بیستون- دیناور	۰/۰۵۰	۰/۰۱۹۸	۰/۰۱۹۵	۰/۰۳۳۱	۰/۰۵۳۸
کنگاور	۰/۰۴۱۲	۰/۰۱۵۴	۰/۰۲۱۲	۰/۰۲۷۲	۰/۰۵۵۱



نمودار ۱- وضعیت دشت‌های موردمطالعه از نظر شاخص فقر آبی و معیارهای آن

جدول ۷- امتیاز شاخص توسعه‌یافته فقر آبی کشاورزی و معیارهای آن در هریک از دشت‌های موردمطالعه

دشت	معیار منابع	معیار دسترسی	معیار ظرفیت	معیار استفاده	معیار محیط‌زیست	WPI
اسلام آباد	۰/۵۰۵۵	۰/۲۸۵۴	۰/۴۱۰۶	۰/۳۸۱۲	۰/۶۳۷۱	۰/۴۸۵۲
کرمانشاه	۰/۴۱۳۶	۰/۲۷۹۳	۰/۴۳۸۱	۰/۳۹۷۱	۰/۶۲۹۲	۰/۴۶۴۴
روانسر-سنجابی	۰/۴۷۶۹	۰/۲۳۸۷	۰/۳۹۳۳	۰/۳۷۸۲	۰/۶۶۰۸	۰/۳۸۳۸
ماهیدشت	۰/۴۹۳۲	۰/۲۵۰۷	۰/۴۰۸۲	۰/۳۳۲۹	۰/۶۱۵۱	۰/۳۹۴۷
بیستون- دیناور	۰/۴۹۳۰	۰/۲۸۸۵	۰/۴۰۰۲	۰/۳۹۳۱	۰/۶۷۴۱	۰/۵۱۷۶
کنگاور	۰/۴۶۹۵	۰/۲۶۶۵	۰/۴۰۸۶	۰/۳۷۲۴	۰/۶۷۶۱	۰/۴۲۴۰

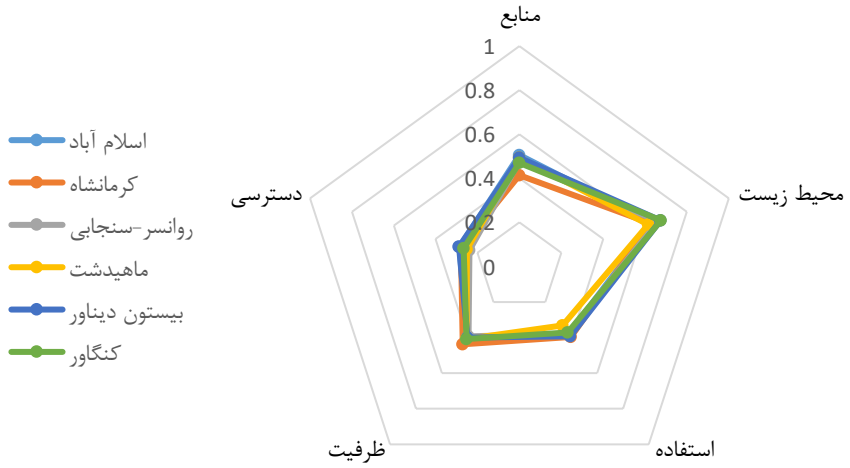
بر اساس معیار دسترسی که با شاخص‌هایی از قبیل تنش آبی نسبی، شدت میانگین خشکسالی، وابستگی به آب زیرزمینی، پتانسیل آب غیرمتعارف و ... مورد ارزیابی قرار گرفت، دشت روانسر - سنجابی کمترین امتیاز را دارد و پس از آن دشت ماهیدشت و کنگاور در رتبه‌های بعدی قرار دارند که نشان‌دهنده این است که این دشت‌ها از نظر این معیار وضعیت نامناسب‌تری را دارند. دلیل آن تا حدی زیادی به وابستگی این دشت‌ها به منابع آب زیرزمینی و عدم دسترسی مناسب این دشت‌ها به منابع آب سطحی مربوط می‌شود. بر اساس این معیار دشت بیستون - دینور و اسلام آباد غرب وضعیت مساعدتری را دارند که وابستگی کمتر این دو دشت به منابع آب زیرزمینی را می‌توان مهم‌ترین دلیل این امر بر شمرد.

بر اساس معیار ظرفیت دشت روانسر - سنجابی و پس از آن دشت‌های بیستون - دینور و کنگاور، وضعیت نامناسب‌تری را نسبت به سایر دشت‌ها دارند که از جمله دلایل اصلی آن می‌توان به بالا بودن نرخ اشتغال روستایی در بخش کشاورزی این دشت‌ها، پایین بودن تولیدات کشاورزی این دشت‌ها، پایین بودن میزان بهره‌وری آب کشاورزی در این دشت‌ها و پایین بودن سرمایه‌گذاری غیردولتی در بخش کشاورزی این دشت‌ها برشمرد. بر اساس این معیار دشت کرمانشاه از وضعیت مساعدتری برخوردار است که از جمله دلایل اصلی آن می‌توان به بالا بودن تولیدات کشاورزی در این دشت، توسعه‌یافتگی کمتر اراضی آبخوان در این دشت نسبت به دشت‌های دیگر، پایین بودن نرخ اشتغال روستایی در بخش کشاورزی در این دشت و بالا بودن سهم تشکل‌های آب بر در این دشت نسبت به دشت‌های دیگر اشاره کرد.

بر اساس معیار استفاده، دشت ماهیدشت و پس از آن دشت‌های کنگاور و روانسر وضعیت نامناسب‌تری را نسبت به سایر دشت‌ها دارند که دلیل اصلی آن بالا بودن مصرف آب کشاورزی نسبت به سایر دشت‌ها، پایین بودن میزان شاخص میرایی آبخوان و بالا بودن شاخص تولید بار در این دشت‌ها است. بر اساس این معیار دشت‌های کرمانشاه و بیستون - دیناور، وضعیت مساعدتری را دارند که دلیل اصلی آن پایین بودن مصرف آب کشاورزی، بالا بودن میزان شاخص میرایی آبخوان در این دشت‌ها نسبت به سایر دشت‌ها است. بر اساس معیار محیط‌زیست دشت ماهیدشت وضعیت نامناسب‌تری نسبت به سایر دشت‌ها دارد که از جمله دلایل اصلی آن می‌توان به پایین بودن درصد زیستگاه‌های آبی حفاظت شده، پایین بودن شاخص دبی زیست‌محیطی، پایین بودن سهم حق آبه‌های زیست‌محیطی به کل مصارف آب، پایداری کمتر سفره‌های آبخوان، گستردگی کمتر محصولات ارگانیک و

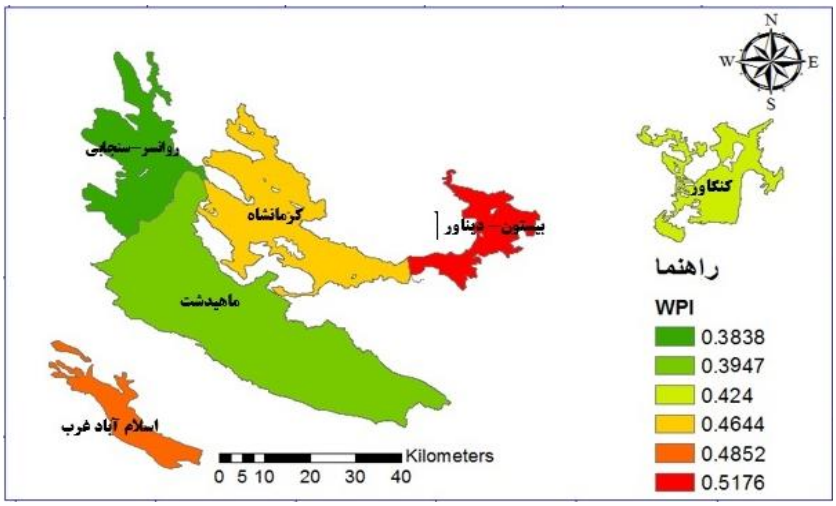
توسعه کمتر کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی در این دشت نسبت به دشت‌های دیگر اشاره کرد. بر اساس این معیار، دشت کنگاور، وضعیت مساعدتری را نسبت به سایر دشت‌ها دارد که دلایل اصلی آن عبارت‌اند از: بالا بودن نسبت نصب کنتور هوشمند، بالا بودن سهم حق آبه‌های زیست‌محیطی و بالا بودن میزان توسعه کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی در این دشت نسبت به دشت‌های دیگر است.

نمودار (۲) وضعیت شاخص فقر آبی دشت‌های موردمطالعه را به تفکیک هر یک از معیارهای این شاخص نشان می‌دهد. همان‌طور که در این نمودار مشاهده می‌شود، دشت‌های موردمطالعه از نظر معیار محیط‌زیست بیشترین برخورداری و از نظر معیار دسترسی کمترین برخورداری را دارند.



نمودار ۲- وضعیت دشت‌های موردمطالعه از نظر معیارهای شاخص توسعه‌یافته فقر آبی

شکل (۱) پهنه‌بندی دشت‌های موردمطالعه را بر اساس شاخص فقر آبی توسعه‌یافته را نشان می‌دهد. همان‌طور که اشاره شد و باتوجه‌به این شکل و نمودار (۱)، دشت روانسر - سنجابی و پس از آن دشت ماهیدشت در نامناسب‌ترین وضعیت از نظر این شاخص قرار دارند که پایین بودن شاخص توسعه‌یافته فقر آبی در دشت روانسر - سنجابی را بر اساس نمودارهای (۱) و (۲)، می‌توان به دلیل ضعف در دسترسی و ظرفیت و ضعف نسبی در منابع و استفاده ارزیابی کرد اما پایین بودن این شاخص در دشت ماهیدشت بر اساس این نمودارها، عمدتاً به دلیل ضعف در معیارهای استفاده و محیط‌زیست و ضعف نسبی در معیارهای دسترسی و ظرفیت است.



شکل ۱- پهنه‌بندی دشت‌های حوزه آبریز کرخه در استان کرمانشاه بر اساس شاخص توسعه‌یافته فقر آبی کشاورزی

نتیجه‌گیری

شاخص توسعه‌یافته فقر آبی کشاورزی (eAWPI)، یک شاخص پویا و قابل‌اعتماد برای ارزیابی منابع آب در بخش کشاورزی است و به طور خاص، با هدف کمک به مدیران منابع برای تعیین و هدفمند کردن نیازهای اولویت‌دار در بخش آب در کنار ارزیابی فرآیند توسعه تدوین شده است. در این پژوهش از این شاخص برای ارزیابی وضعیت منابع آب دشت‌های حوزه آبریز کرخه در استان کرمانشاه استفاده شد و علاوه بر اینکه دشت‌های این حوزه در استان کرمانشاه بر اساس این شاخص پهنه‌بندی شدند، وضعیت هر یک از دشت‌های موردمطالعه بر اساس هر یک از معیارهای شاخص فقر آبی مشخص شد. نتایج این پژوهش نشان داد که تمامی دشت‌های موردمطالعه از نظر معیار دسترسی در وضعیت نامناسبی قرار دارند، باتوجه‌به داده‌های مربوط به زیر شاخص‌های این معیار و وابستگی زیاد کشاورزان این دشت‌ها به منابع آب‌های زیرزمینی، دلیل اصلی آن را می‌توان برداشت بی‌رویه از این منابع برای مصارف کشاورزی دانست. برداشت بی‌رویه و نامتعادل از منابع آب‌های زیرزمینی در این دشت‌ها موجب کاهش ظرفیت آبخوان‌های این مناطق و نیز کاهش کیفیت آب این آبخوان‌ها و در نتیجه کاهش میزان دسترسی به منابع آب در این دشت‌ها شده است. این یافته با یافته Talebi and Amini (2019) تا حدودی مطابقت دارد. در مطالعه این پژوهشگران نیز اشاره شده است که افزایش برداشت از آب‌های زیرزمینی در شهرستان قم موجب افت آب‌های زیرزمینی و نیز تغییر مسیر حرکت آب‌های شور به سمت آب‌های شیرین‌تر و ضعف در معیار دسترسی شده است. این یافته همچنین با یافته Sharifzadegan et al (2017) مطابقت دارد. به‌طوری‌که دریافته این پژوهشگران به این موضوع اشاره شده است که در برخی از شهرستان‌های استان قزوین با وجود کمبود منابع آب، بهره‌برداری نامتعادلی از این منابع صورت می‌گیرد و فعالیت کشاورزی بدون درنظرگرفتن میزان منابع در اختیار و بهره‌وری استفاده از آن انجام می‌گیرد که این امر میزان دسترسی به این منابع در شهرستان‌های این استان را با مشکل مواجه کرده است. نتایج پهنه‌بندی دشت‌های موردمطالعه بر اساس شاخص توسعه‌یافته فقر آبی کشاورزی نشان داد که دشت روانسر - سنجابی در نامناسب‌ترین وضعیت از نظر این شاخص قرار دارد، این در حالی است الگوی کشت محصولات زراعی و میزان بهره‌برداری از منابع آب این شهرستان تناسب چندانی با وضعیت موجود این شهرستان ندارد؛ بنابراین باید در جهت تغییر الگوی کشت زراعی متناسب با وضعیت منابع آب این دشت برنامه‌ریزی‌شده و اقدامات مناسب انجام گیرد. در مطالعه Talebi and Amini (2019) نیز به این موضوع اشاره شده است که وضعیت موجود الگوی کشت و برداشت از آب‌های زیرزمینی شهرستان قم تناسبی با وضعیت منابع آب این شهرستان ندارد.

بر اساس یافته این پژوهش دشت ماهیدشت از نظر شاخص فقر آبی توسعه‌یافته کشاورزی از وضعیت نامناسبی برخوردار است و دلیل اصلی آن ضعف معیارهای منابع، ظرفیت و استفاده در این دشت است. این یافته با یافته Zarafshani & Saadvandi (2017) مطابقت دارد. یافته این پژوهشگران نیز علت اصلی پایین بودن این شاخص در دشت ماهیدشت را ضعف شدید معیار منابع و ضعف نسبی در معیارهای ظرفیت و استفاده بیان کردند. باتوجه‌به یافته‌های پژوهش و در جهت بهبود شاخص فقر آبی کشاورزی در دشت‌های موردمطالعه، راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود.

- باتوجه‌به اینکه بر اساس یافته این تحقیق دشت روانسر از نظر فقر آبی وضعیت نامناسب‌تری نسبت به سایر دشت‌های موردمطالعه این تحقیق دارد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود این دشت در راستای مقابله با فقر آبی کشاورزی در دشت‌های حوزه آبریز کرخه در استان کرمانشاه، در اولویت قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود در جهت تغذیه آبخوان‌های این دشت، طرح‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری با جدیت بیشتری پیگیری و عملی شود.

- باتوجه‌به یافته تحقیق مبنی بر ضعف معیارهای دسترسی و منابع در تمامی دشت‌های موردمطالعه، پیشنهاد می‌شود طرح‌های آبخیزداری و تغذیه آبخوان‌ها، محدودیت در استفاده بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی، استفاده از روش‌های آبیاری مبتنی بر فناوری‌های آبیاری تحت‌فشار و اصلاح و تغییر الگوی کشت به سمت محصولات کم آب بر در این دشت‌ها موردتوجه بیشتری قرار گیرد.

- باتوجه‌به یافته تحقیق مبنی بر نامناسب بودن معیار ظرفیت در دشت‌های روانسر - سنجابی و بیستون - دینور به دلیل عواملی همچون بالا بودن نرخ اشتغال روستایی در بخش کشاورزی این دشت‌ها، پیشنهاد می‌شود مشاغل جایگزین کشاورزی و توسعه کسب‌وکارهای کوچک غیرکشاورزی متناسب با شرایط اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی روستاییان و کشاورزان دشت‌های موردمطالعه شناسایی شده و مورد حمایت‌های مادی، فنی و آموزشی دولت قرار گیرند.

- یافته تحقیق نشان داد که دشت‌های موردمطالعه از نظر معیار محیط‌زیست وضعیت مناسب‌تری را نسبت به سایر

معیارهای فقر آبی دارند اما بااین‌وجود، وضعیت این معیار در برخی از دشت‌ها مانند دشت ماهیدشت نسبت به سایر دشت‌های دیگر نامناسب‌تر است، ازآنجایی‌که یکی از دلایل آن توسعه کمتر خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی در این دشت‌ها است و باتوجه‌به اینکه توسعه خاک‌ورزی حفاظتی و بی خاک‌ورزی هم از طریق کاهش هزینه‌ها و مصرف نهاده‌ها شامل سوخت، زمان، بذر، کود شیمیایی و میزان آب مصرفی موجب افزایش درآمد کشاورزان می‌شود و هم و از طریق تردد کمتر ماشین‌ها، حفظ بقایای گیاهی و جلوگیری از فرسایش خاک، افزایش ماده آلی خاک، بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، حفظ رطوبت خاک و کاهش شوری خاک موجب حفظ محیط‌زیست می‌شود، لذا پیشنهاد می‌شود توسعه و ترویج این نوع روش خاک‌ورزی بیشتر موردتوجه سازمان جهاد کشاورزی استان قرار گیرد.

- پیشنهاد می‌شود شاخص توسعه‌یافته فقر آبی کشاورزی و شاخص فقر آبی کشاورزی در سطح استان کرمانشاه سنجیده شوند و وضعیت شهرستان‌های این استان از نظر این دو شاخص طبقه‌بندی‌شده و مورد مقایسه قرار گیرند.

توصیه سیاستی: تدوین و اجرای برنامه‌هایی برای بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی دشت‌های حوزه آبریز کرخه متناسب با وضعیت فقر آبی هر یک از این دشت‌ها و نیز تدوین و اجرای برنامه‌هایی در جهت تغییر الگوی کشت محصولات این حوزه به سمت محصولات کم آب بر

"هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد"

REFERENCES

Asiabi Hir, R., & Mostafazadeh, R., & Raoof, M., & Esmaliouri, A. (2018). Multi-criteria evaluation of water poverty index spatial variations in some watersheds of Ardabil Province. *Iranian Journal of Ecohydrology*, 4(4), 997-1009. (In Farsi)

Atkins, J. P., Burdon, D., Elliott, M., & Gregory, A. J. (2011). Management of the marine environment: integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a systems approach. *Marine pollution bulletin*, 62(2), 215-226.

Bidone, E. D., & Lacerda, L. D. (2004). The use of DPSIR framework to evaluate sustainability in coastal areas. Case study: Guanabara Bay basin, Rio de Janeiro, Brazil. *Regional Environmental Change*, 4(1), 5-16.

Connor, R. (2015). The United Nations world water development report 2015: *water for a sustainable world* (Vol. 1). UNESCO publishing.

Forouzani, M., & Karami, E. (2011). Agricultural water poverty index and sustainability. *Agronomy for Sustainable Development*, 31(2), 415-431. (In Farsi)

Forouzani, M., Karami, E., & Zamani, G. (2013). Agricultural water poverty in Marvdasht County, Southern Iran. *Water Policy*, 15, 669-690. (In Farsi)

Forouzani, M., Karami, E., Zibaei, M., & Zamani, G. H. (2012). Agricultural water poverty index for a sustainable world. *In Farming for Food and Water Security* (pp. 127-155). Springer, Dordrecht.

Gamasiab Consulting Engineers Co. (2013). Explanatory reports on the ban and extension of the ban on the development of exploitation of groundwater resources in the plains of the study areas of Kermanshah province. Kermanshah Regional Water Company

Giné Garriga, R., & Pérez Foguet, A. (2010). The enhanced Water Poverty Index: targeting the water poor at different scales. *In WISA 2010 Biennial Conference*.

Hemmati, B., & Forouzani, M., & Yazdanpanah, M., & Khosravipour, B. (2019). Measuring Agricultural Water Poverty Index among Irrigated wheat Growers in Dezful County. *Journal of AgrIcultural SCience* (University of Tabriz), 29(1), 285-304. (In Farsi)

Iran Water Resources Management Company. (2012). Instructions and criteria for classification and coding of catchments and study areas in Iran. *Technical system affairs of the Vice President for Strategic Planning and Supervision*. No 310, p6.

Keršuliene, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258.

Komnenic, V., Ahlers, R., & Van Der Zaag, P. (2009). Assessing the usefulness of the water poverty index by applying it to a special case: Can one be water poor with high levels of access? *Physics and Chemistry of the Earth*, Parts A/B/C, 34(4-5), 219-224.

Namara, R. E., Hanjra, M. A., Castillo, G. E., Ravnborg, H. M., Smith, L., & Van Koppen, B. (2010). Agricultural water management and poverty linkages. *Agricultural water management*, 97(4), 520-527.

Rockström, J., Folke, C., Gordon, L., Hatibu, N., Jewitt, G., De Vries, F. P., & Schulze, R. (2004). A watershed approach to upgrade rainfed agriculture in water scarce regions through Water System Innovations: an integrated research initiative on water for food and rural livelihoods in balance with ecosystem functions. *Physics and Chemistry of the Earth*, Parts A/B/C, 29(15-18), 1109-1118.

Sharifzadegan, M., nedaie tousi, S., Jamali, F. (2017). Identifying Regional Development Limitations: Application of Water Poverty Index to Qazvin Province of Iran. *Geography and Environmental Planning*, 28(1), 151-170. (In Farsi)

Sullivan, C. A., Meigh, J. R., & Giacomello, A. M.

(2003, August). The water poverty index: development and application at the community scale. In Natural resources forum (Vol. 27, No. 3, pp. 189-199). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

Talebi, H., & Amini, A. (2019). Investigating the Dimensions of Water Scarcity Using the Water Poverty Index (WPI) and its Comparative Analysis in Qom District. *Town and Country Planning*, 10(2), 345-366. (In Farsi)

Villholth, K., & Giordano, M. (2007). Groundwater use in a global perspective–can it be managed. *The agricultural groundwater revolution: opportunities and threats to development*, (3), 393-402.

Water, U. N. (2018). 2018 UN World Water Development Report, Nature-based Solutions for Water.

Zarafshani, K. & Saadvandi, M. (2017). Determining agricultural water poverty index in Kermanshah Province: The case of Mahidasht Basin. *Journal of Agricultural Science and Technology*, (19), 541-552. (In Farsi)