آمایش سرزمین
دورهٔ ۱۰، شمارهٔ دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۷
صفحات ۳۶۶– ۳۴۵

Print ISSN: 2008-7047
Online ISSN: 2423-6268
http://jtcp.ut.ac.ir

بررسی ابعاد کم‌آبی با استفاده از روش شاخص فقر آبی (WPI) و تحلیل مقایسه‌ای آن در بخش‌های شهرستان قم

حسین طالبی[۱]، عباس امینی[۲*]

۱. دانشجوی دکتری، دانشکدهٔ علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۲. دانشیار، دانشکدهٔ علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۰۹)

چکیده

هدف از این مطالعه، ارزیابی وضعیت شهرستان قم و بخش‌های آن از نظر شاخص فقر آب است که به شناسایی افتراقات پهنه‌ای، ابعاد و قوت و ضعف هریک از آن‌ها منجر می‌شود. مبنای تعیین شاخص فقر آبی، روش سولیوان بوده که یک ترکیب خطی وزنی از اجزای آن (منابع، مصارف، محیط زیست، ظرفیت و دسترسی) است. داده‌های مورد نیاز از طریق دستگاه‌های مرتبط جمع‌آوری و در قالب روش مذکور تجزیه‌وتحلیل شده است. در میان بخش‌های شهرستان از نظر ابعاد پنج‌گانهٔ شاخص فقر آبی تفاوت وجود دارد. بخش مرکزی با شاخص ۱۲۶ پایین‌ترین رتبه و جعفرآباد با ۲۱۷/۶ بالاترین رتبه را در شاخص فقر آبی داشته‌اند. ضعف در منابع، فصل مشترکی است که با شدت و ضعف، در میان همهٔ پهنه‌ها رایج است. همچنین از نظر ظرفیت‌های انسانی، تقریباً همهٔ بخش‌ها وضعیت مناسبی دارند که قوت تلقی می‌شود. مدیریت مصرف به‌عنوان مهم‌ترین گزینه باید در صدر برنامه‌ریزی‌ها و با درنظرگرفتن نبود امکان گسترش منابع آب پیگیری شود. در حال حاضر، بیش از دو برابر منابع آب تجدیدپذیر در حال استخراج است. بهترین راهکار برای مدیریت فقر آبی، استفادهٔ بهینه از منابع و ظرفیت‌های موجود و توجه به اصول آمایشی و نه تمرکز بر گسترش منابع آب به روش‌های گوناگون است که می‌تواند عامل افزایش عدم تعادل‌های سرزمینی، اختلافات داخلی، عدم کنترل مصرف و... شود.

واژگان کلیدی

شاخص فقر آب (WPI)، شهرستان قم، منابع آب .

* نویسندهٔ مسئول، رایانامه: A.Amini@geo.ui.ac.ir

بیان مسئله

با توجه به آنچه در اجلاس جهانی کیوتو (۲۰۰۳) بر آن تأکید شد، مهم‌ترین مشکل آب در دنیا مسئلهٔ مدیریت منابع آب است. در همین راستا، با ادامهٔ روند نامطلوب منابع آب در جهان و پیش‌بینی وخیم‌ترشدن اوضاع، نهادهای مختلف برای سنجش وضعیت کمّی و کیفی منابع آب شاخص‌های متنوعی پیشنهاد می‌دهند. در اکثر این شاخص‌ها، بر منابع آبی موجود در کشورها تأکید شده و از معیارهایی مانند سرانهٔ آب یا درصد تجدیدپذیری سالانه استفاده می‌شود که با توجه به وجود عوامل مؤثر بر وضعیت منابع آبی در یک کشور یا منطقه و نیز حساسیت‌های خاص مدیریت و توسعهٔ منابع آبی، هرکدام از شاخص‌ها دارای نقاط قوت و ضعفی است (رجبی هشتجین و عرب، ۱۳۸۵: ۳). بنابراین لازم است شاخص‌های مناسب‌تر و جامع‌تری برای بیان وضعیت واقعی منابع آب و مصارف استفاده شود.

از سوی دیگر، تأثیرات تغییر اقلیم بر روی منابع آب را به هیچ وجه نمی‌توان نادیده گرفت: افزایش درجه حرارت منجر به افزایش تقاضا برای آب کشاورزی به دلیل تبخیر و تعرق فراوان است و افزایش درجه حرارت و مقدار تبخیر و تعرق و همچنین کاهش بارندگی باعث افزایش پدیدهٔ بیابان‌زایی و شوری خاک می‌شود. همچنین کاهش تغذیهٔ آب‌های زیرزمینی و منابع آب‌های سطحی از پیامدهای تغییر اقلیم است (آسیایی هیر و دیگران، ۱۳۹۴: ۱۸).

از میان شاخص‌های موجود، شاخص فقر آبی[1] به‌عنوان شاخصی کل‌نگر، از سویی مباحث منابع آب را پوشش داده و از سوی دیگر، ابعاد برنامه‌ای و توسعه‌ای کم‌آبی را مدنظر قرار می‌دهد. در تعریف این شاخص، سولیوان ، نظریه‌پرداز اصلی این حوزه از مفهوم کمبود قابلیت‌های اساسی که آمارتیاسن در تعریف فقر به کار گرفته، بهره جسته است و براساس آن فقر را محرومیت از قابلیت‌های اساسی و نه صرفاً کم‌بودن درآمد تعریف می‌کند (شریف‌زادگان و دیگران، ۱۳۹۲: ۱۵۲). با توجه به این تعریف، فقر آبی، محرومیت از مجموعه عواملی تعریف می‌شود که کمبود منابع آب تنها مؤلفهٔ شناخته‌شدهٔ آن است و بدین صورت، به سایر ابعاد فقر آبی پرداخته می‌شود که ممکن است حتی با هم در تعارض باشند.

شاخص فقر آبی دارای ابعاد پنج‌گانهٔ منابع، دسترسی، ظرفیت، مصارف و محیط زیست است و

1. Water Poverty Index (WPI)

با استفاده از این ابعاد می‌تواند کمک شایانی به تشخیص مناطق بحرانی و گامی مؤثر در اولویت‌بندی مناطق و مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب باشد (آسیایی هیر و دیگران، ۱۳۹۴: ۱۷). علاوه بر این، مهم‌ترین هدف این شاخص، توجه به فقراست و با کنار هم گذاشتن ابعاد فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی مشخص می‌کند چه کسانی نمی‌توانند بهرهٔ اقتصادی کافی از منابع آب داشته باشند (Thakur et al.; 2017: 97).

پیشینهٔ تحقیق

پژوهش درخصوص شاخص فقر آبی، پیش از سال ۲۰۰۰ آغاز شده است. شاید یکی از اولین پژوهش‌ها در این حوزه پژوهش سلامه[1](۲۰۰۰) باشد. وی فقر آبی را نسبت آب تجدیدپذیر در دسترس به حجم مورد نیاز برای تأمین مواد غذایی و مصارف خانگی در سال تحت شرایط اقلیمی یک منطقه تعریف کرده است. این دیدگاه، کمبود آب شرب را مرکز توجه قرار می‌دهد.

فیلتسون و چنووس[2] (۲۰۰۲) با نگاهی متفاوت به این بحث، فقر آبی را برای یک کشور یا منطقه شرایطی تعریف می‌کنند که در آن امکان تأمین هزینهٔ لازم برای دسترسی به آب پایدار برای همهٔ مردم و در تمامی فصول وجود نداشته باشد. در این ساختار، فقر آبی مفهوم اصلی هزینه و توانایی مالی پرداخت در نظر گرفته می‌شود (شریف‌زادگان و دیگران، ۱۳۹۶: ۱۵۳).

مانادار و همکاران (۲۰۱۲) شاخص فقر آب را در جهت ارزیابی منابع آبی در حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ کالی گانداکی[3] در نپال بررسی کردند. در این مطالعه ۱۰ شاخص و ۱۲ متغیر تعریف و مشخص شد شاخص‌های دسترسی و منابع در سطح حوضهٔ آبخیز و شاخص‌های مصرف و محیط زیست و ظرفیت در زیرواحدهای حوضه دارای تغییرات بیشتری هستند. شاکیا (۲۰۱۲) در حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ اندراوانی[4] در منطقهٔ مرکزی نپال شاخص فقر آبی و نقشهٔ آن را ترسیم کرد.

ویور و همکاران (۲۰۱۳) در منطقهٔ وال ترینگل[5] در جنوب آفریقا پژوهشی با هدف تعیین تفاوت مقدار شاخص فقر آب، هنگام محاسبه با تابع افزایشی نسبت‌به تابع ضربی انجام دادند. پس از محاسبهٔ شاخص‌ها، برای سه شهر در منطقهٔ مورد مطالعه به این نتیجه رسیدند که مقادیر

1. Salameh. E
2. Feitelson & Chenoweth
3. Kali Gandaki
4. Indrawani
5. Vaal triangle

شاخص‌های محاسباتی دارای اختلاف اندکی است. همچنین بیان کردند تحقیقات آینده باید براساس تصحیح و توسعهٔ تابع‌های موجود برای محاسبهٔ شاخص فقر آب باشد.

القافی (۲۰۱۸) با استفاده از شاخص فقر آبی تلاش کرده است با افزودن زیرشاخص‌ها در ابعادی مانند انرژی، بهره‌وری اقتصادی آب و سویه‌های جنسیتی این شاخص را توسعه دهد و سپس با بررسی روند تغییرات شاخص میان دولت‌های مختلف حاکم در مصر، اولویت‌های مدنظر ایشان و تغییرات ناشی از آن را در شاخص فقر آبی نمایان سازد.

جابرزاده (۱۳۹۳)، با محاسبهٔ شاخص فقر آب استان‌های کشور و درنظرگرفتن زیرمعیارهای مختلف منابع آب، دسترسی، ظرفیت، مصارف و محیط زیست و وزن‌دهی آن‌ها به این نتیجه رسیدند استان سیستان، کمترین رتبه و ایلام بیشترین رتبه را در فقر آبی داشته‌اند. شریف‌زادگان و دیگران (۱۳۹۶) با هدف شناسایی موانع توسعهٔ منطقه‌ای در استان قزوین از شاخص فقر آبی استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که علاوه بر تفاوت‌های موجود در ابعاد مختلف شاخص در میان شهرستان‌ها، ابعاد محیط زیست و ظرفیت، دارای بیشترین اثرگذاری هستند.

همان‌گونه که در جدول ۱ نیز مشاهده می‌شود، شاخص فقر آبی به‌مرور زمان تکمیل شده و ابعاد بیشتری را تحت پوشش قرار داده است.

مبانی نظری تحقیق

مفهوم شاخص فقر آب

همچنان که در سوابق تحقیقات اشاره شد، شاخص فقر آب براساس نتایج تحقیق سن (۱۹۹۹) را سولیوان (۲۰۰۳ و ۲۰۰۶) ارائه داده است.

این شاخص، معیار سنجش میان‌رشته‌ای و بیان‌کنندهٔ روابط رفاه جامعه و دسترسی به آب و میزان تأثیرات کمبود آب بر جوامع انسانی است و این امکان را فراهم می‌کند که مناطق مختلف را از لحاظ فاکتورهای فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی مرتبط با کمبود آب رتبه‌بندی کرد (آسیایی هیر و دیگران، ۱۳۹۴: ۱۹).

محاسبهٔ این شاخص می‌تواند در موارد ذیل کمک‌کننده باشد:

۱. توانمندسازی اجتماعات و متولیان توسعهٔ منطقه‌ای برای تدوین کارآمد از طریق فراهم‌سازی اطلاعات در زمینهٔ موجودی منابع آب محلی و تقاضا؛

۲. توانایی محاسبهٔ تنش آبی توسط منابع؛

۳. فراهم‌سازی داده‌های یکپارچه و روش‌شناسی شفافی که براساس آن اولویت توسعهٔ پروژه‌های آبی و منطقه‌ای مشخص می‌شود؛

۴. شناسایی بهتر سرمایه‌های طبیعی در هر جامعه؛

۵. ارتباطات میان‌بخشی نظیر آموزش، پایداری، آب مورد نیاز زیست‌بوم‌ها و... (Sullivan, 2002: 1).

مفهوم پایهٔ فقر آبی دربرگیرندهٔ پنج محور اصلی است: منابع، دسترسی، ظرفیت، مصرف و محیط زیست (جدول ۲).

جدول ۱. شاخص فقر آبی از دیدگاه صاحب‌نظران مختلف

پژوهشگر	حوزهٔ تأکیدشده	ابعاد محاسبه‌شده	سال
Salameh	تأکید بر مفهوم آب تجدیدپذیر در دسترس	کشاورزی دیم و آبی، مصرف خانگی، کشاورزی و پتانسیل تبخیر	۲۰۰۰
Feitelson & Chenweth	اهمیت هزینه و توانایی مالی دسترسی به منابع آب	هزینهٔ تأمین پایدار آب شرب، هزینهٔ ایجاد شبکهٔ فاضلاب و استطاعت مالی	۲۰۰۲
Lawrence, Meigh & sullivan	چندبعدی‌بودن شاخص مشتمل بر مباحث اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی	دارای پنج محور منابع، دسترسی، ظرفیت، مصرف و محیط زیست	۲۰۰۲
Manandhar *et al*	محاسبهٔ تغییرات مقایسه‌ای زیرشاخص‌های فقر آبی	دارای پنج محور ارائه‌شده توسط سولیوان و مقایسهٔ تغییرات	۲۰۱۲
Jemmali, Matoussi	تکمیل استفاده از شاخص‌های انسانی برای سنجش ظرفیت	بی‌سوادی، نرخ مرگ اطفال کمتر یک سال، ظرفیت فعالیت واقعی و میزان بیکاری	۲۰۱۳
Al Ghafi *et al*	انرژی، بهره‌وری اقتصادی از منابع آب و تفاوت‌های جنسیتی	شاخص توسعهٔ جنسیتی (GDI)[1] و ارزش تولیدشده به ازای هر مترمکعب آب	۲۰۱۷

محاسبهٔ شاخص فقر

همان گونه که اشاره شد، استفاده از روش سولیوان در محاسبهٔ شاخص فقر آبی در روندی تکمیلی شکل گرفته است. محورهای اصلی این روش ثابت است؛ اما زیرشاخص‌ها تغییر نکرده است.

اضافه‌شدن استفاده از زیرشاخص‌هایی مانند درصد تغییر در بارش سالانه، میزان کمبود آب شرب (قطعی آب)، نسبت کودکان جامانده از تحصیل و سهم مصرف کشاورزی از کل مصرف

1. Gender related Development Index

مواردی است که علاوه بر سایر زیرشاخص‌هایی که تا کنون استفاده شده است، در این بررسی کانون توجه قرار گرفته است و به این ترتیب، برخی دیگر از جنبه‌های اجتماعی و ثبات در منابع در محاسبات شاخص فقر دخالت داده شده است.

۱. منابع[1]

معیار منابع، نشان‌دهندهٔ قابلیت استفادهٔ فراوان در مقایسه با محاسبهٔ تغییرپذیری سالانهٔ داخلی و فصلی است که توسط دو زیرمعیار دسترسی و تغییرپذیری ارزیابی می‌شود و مقدار زیاد آن نشان‌دهندهٔ میزان منابع در اختیار منطقه است.

متغیر میزان بارش سالیانه براساس آمار مرکز هواشناسی استان و منحنی‌های هم‌بارش و محاسبه، با توجه به مساحت هریک از حوضه‌های آبریز در این بخش محاسبه شده است. در این محور به موضوع دسترسی و تغییرپذیری نیز توجه شده است:

۱.۱. دسترسی[2] (R_1): تجربه نشان داده است هرچه دسترسی به منابع آب کاهش یابد، درگیری برای بهره‌برداری از منابع افزایش می‌یابد. همان‌طور که در معادلهٔ (۱) نشان داده شده است، این معیار در بسیاری از بررسی‌ها با استفاده از سرانهٔ منابع آب سالانه اندازه‌گیری شده و با استفاده از روش حداکثر نرمال‌سازی شده است. در این بررسی، برای محاسبهٔ شاخص دسترسی از نسبت بارش به هر هکتار زمین کشاورزی استفاده شده است؛ زیرا تمام جمعیت موجود در یک منطقه، فشاری بر منابع آب کشاورزی وارد نمی‌سازند و این نسبت اراضی کشاورزی به مقدار آب در دسترس تعیین‌کننده است. در سایر بررسی‌ها، برای محور دسترسی، به موضوع آب آشامیدنی توجه شده است؛ اما در این بررسی، با توجه به حجم مصارف، آب کشاورزی نیز استفاده شده است.

$$R_1 = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \qquad (۱)$$

که در آن X_i مقدار سرانهٔ منابع آب (مترمکعب) به ازای هر هکتار زمین کشاورزی و $X_{\min}$ و $X_{\max}$ کمترین و بیشترین مقادیر مربوط به سرانهٔ این منابع آب است. با استفاده از معادلهٔ (۱) برای هر منطقه، رقمی بین صفر و یک به دست می‌آید. مقدار صفر به فقیرترین و مقدار یک به شرایط مطلوب اختصاص می‌یابد.

1. Resources
2. Availability

۲.۱. تغییرپذیری[1] (R_2): یکی دیگر از ابعاد فقر آبی به پایداری منابع مربوط است. هرچه مقدار تغییرپذیری افزایش یابد، آب قابل برنامه‌ریزی کمتری در اختیار خواهد بود. برای سنجش میزان تغییرپذیری از ضریب تغییرات بارندگی استفاده شده است. در این شاخص هرچه میزان تغییرات بارندگی بیشتر باشد، اطمینان موجودیت آب در زمان و مکان کمتر است. برای محاسبهٔ میزان تغییرپذیری منابع آب از متوسط انحراف بارش از میانگین سالانه استفاده شده است؛ هرچند در مطالعات دیگر ضریب تغییرات مساوی یا بیشتر از ۳۰ درصد به‌عنوان آسیب‌پذیری بیشتر مدنظر قرار گرفته است. با عنایت به اینکه تغییرات بیشتر در بارش، عامل منفی تلقی می‌شود، برای هم‌جهت‌کردن زیرشاخص‌ها از معکوس‌کردن نرمال‌سازی استفاده شده است. بدین مفهوم که عدد ۱ به کمترین تغییرپذیری و عدد صفر به بیشترین تغییرپذیری اختصاص می‌یابد.

۲. دسترسی[2]

این شاخص، جمعیتی را با دسترسی مناسب به مقدار کافی از آب آشامیدنی سالم و بهداشتی نشان می‌دهد. افزایش دسترسی به منابع آب، به کاهش زمان و صرفه‌جویی در آن منجر می‌شود و امکان تخصیص این زمان را به سایر فعالیت‌های تولیدی و اقتصادی فراهم می‌آورد. توضیح اینکه زمان به‌عنوان منبعی محدود، به‌جای اینکه صرف به‌دست‌آوردن مقدار کافی از آب آشامیدنی سالم شود، با بهبود دسترسی به این منابع، می‌تواند صرف فعالیت‌های اقتصادی و تولیدی شود.

همچنین اضافه‌شدن اطلاعات میزان قطعی آب در روستاها و دخالت آن در محاسبهٔ شاخص فقر، شاخصی برای میزان ثبات منابع در اختیار محسوب شود. این زیرشاخص نیز در این بررسی به کار رفته است.

درصد خانوار دارای دسترسی به شبکهٔ آب: این متغیر نشان می‌دهد از مجموع خانوارهای هر بخش، چند درصد از دسترسی به شبکهٔ آب برخوردارند. این زیرشاخص از عوامل مهم سنجش سلامت محسوب می‌شود.

متوسط مصرف آب در هکتار: برای محاسبهٔ این متغیر از نسبت مجموع زمین‌های تحت کشت به کل آب کشاورزی استفاده شده است. با در دست داشتن مساحت زمین کشاورزی آبی (هکتار) و مقدار آب مصرف‌شده (میلیون مترمکعب) محاسبهٔ اینکه در هر هکتار زمین چه میزان

1. Variability
2. Accessibility

آب استفاده شده، امکان‌پذیر می‌شود. این جزء با دو معیار دسترسی به منبع آب (A_1) و دسترسی به بهداشت (A_2) نشان داده شده است.

جدول ۲. محورها، زیرشاخص‌ها و مراجع شاخص فقر آب

محور	زیرشاخص	مرجع زیرشاخص	منبع داده
منابع	متوسط بارش سالانهٔ تخلیهٔ آب زیرزمینی نسبت مصرف (مجموع مصارف کشاورزی، صنعتی، خانگی و عمومی) به بارش	(Heidecke, 2006)	امور آب شهرستان
	درصد تغییر در بارش سالانه	Fenwick (2010)	هواشناسی استان
دسترسی	خانوارهای با دسترسی به شبکهٔ آب	(Sullivan, et al., 2003)	شرکت آب و فاضلاب
	متوسط مصرف آب در هکتار		جهاد کشاورزی و امور آب شهرستان
	میزان کمبود آب شرب (قطعی آب)	Fenwick (2010)	شرکت آب و فاضلاب
ظرفیت	نسبت بی‌سوادی، نرخ مرگ اطفال زیر یک سال، ظرفیت فعالیت واقعی و میزان بیکاری	Jemmali and Matoussi (2013)	مرکز آمار جمهوری اسلامی ایران
	نسبت کودکان جامانده از تحصیل	Xin, et al., (2011)	آموزش و پرورش استان
مصرف	سرانهٔ مصرف روزانهٔ آب خانگی	Sullivan, et al., (2006)	شرکت آب و فاضلاب
	ارزش ریالی تولید به آب مصرفی	Sullivan, et al., (2003)	سند آمایش استان ۱۳۹۳، جهاد کشاورزی
	سهم مصرف کشاورزی از کل مصرف	Al Gafi (2018)	امور آب شهرستان
محیط زیست	شاخص کیفیت آب	Sullivan, et al., (2003)	شرکت آب و فاضلاب
	سرانهٔ مصرف کود در هکتار زمین قابل کشت	Heidecke (2006)	جهاد کشاورزی
	مصرف آب در بخش صنعت		امور آب شهرستان
	مصرف سموم در هر هکتار زمین		جهاد کشاورزی، سند آمایش استان

$$A_1 = \frac{X_w}{X} \times 100 \quad A_2 = \frac{X_s}{0.3} \times 100 \qquad (۲)$$

که در آن X_s و X_w به ترتیب، جمعیت با امکانات بهداشتی و جمعیت با موجودی آب هستند و X کل جمعیت در واحد مورد مطالعه است.

یادآور می‌شود در بررسی حاضر، با توجه به دسترسی اکثر روستاهای استان به آب آشامیدنی سالم و یکسان‌بودن تقریبی این مقدار در اکثر بخش‌ها، این معیار در واقع اثربخشی تقریباً یکسانی خواهد داشت.

۳. مصارف[1]

منظور از مصارف، میزان مصرف آب و نوع بهره‌برداری از منابع آب است. مصارف اصلی آب، مصرف خانگی و کشاورزی در نظر گرفته می‌شود.

مقدار تخلیهٔ آب زیرزمینی که از طریق چاه، چشمه و قنات‌ها صورت می‌گیرد و تجمیع آن‌ها و تفکیک نوع مصرف آن در بازه زمانی سالانه و تبدیل آن از حوضه‌های آبریز به سطح بخش به‌منظور احصای میزان مصرف و تناسب انواع مصارف با یکدیگر، در این محور کانون توجه بوده است. با توجه به اینکه با احداث سد در بالادست رودخانهٔ قمرود و قره‌چای، آوردهٔ خارجی به استان تقریباً قطع شده است، نسبت کل مصرف (صنعتی، کشاورزی، خانگی و عمومی) به بارش با هدف تعیین بیلان مصرف بررسی شده است.

۳. ۱. مصرف آب خانگی (U_1): این زیرشاخص نشان‌دهندهٔ وضعیت فعلی مصرف آب در فعالیت‌های خانگی و پیش‌بینی آیندهٔ آن است. (Gleick, 1996) این معیار به وسیلهٔ سرانهٔ مصرف آب خانگی روزانه اندازه‌گیری شده و نرمال‌سازی خواهد شد. (معادلهٔ ۳):

$$U_1 = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \qquad (۳)$$

البته باید در نظر داشت در اعداد محاسبه‌شده، امکان تفکیک مصرف انسانی و مصرف برای احشام یا سایر مصارف وجود نداشت. بنابراین از کل مصرف آب شرب برای اندازه‌گیری استفاده شده است.

۳. ۲. مصرف آب کشاورزی (U_2): این شاخص، امکانات آبیاری موجود در منطقه را نشان

1. Use

می‌دهد. توسعهٔ کشاورزی آبی محرک بزرگی برای رشد اقتصادی است. برای ارزیابی مصرف آب کشاورزی، از نسبت زمین‌های آبی به کل زمین‌های کشت‌شده استفاده می‌شود (سولیوان، ۲۰۰۳). مقادیر زیاد این معیار، نشان‌دهندهٔ فراوانی مصرف آب برای آبیاری است که تولیدات کشاورزی، افزایش فرصت‌های شغلی، تثبیت درآمد و برآورده‌شدن نیازهای مختلف خانواده را بهبود می‌بخشد.

$$U_2 = \frac{X_i}{X} \times 100 \qquad (۴)$$

که در آن X_i زمین‌های آبی و X کل زمین‌های کشت‌شده است.

مصرف آب در بخش کشاورزی بخش اعظم مصارف را شکل می‌دهد. برای مشخص‌کردن این امر از نسبت مصرف کل به بارش استفاده شده است. هرچه این مقدار بیشتر باشد، نشان‌دهندهٔ استفادهٔ گسترده‌تر از منابع و در نتیجه، فشار بیشتر بر آن‌هاست.

۴. محیط زیست[1]

این شاخص به وسیلهٔ دو زیرشاخص زیر ارزیابی می‌شود:

۴. ۱. تنش زیست‌محیطی (E_1): مقدار کودهای شیمیایی استفاده‌شده، تنش زیست‌محیطی یا فشار اعمال‌شده بر اکوسیستم را نشان می‌دهد. بعضی از کشاورزان به دلیل فقدان دانش کافی، از کودهای شیمیایی بیش از اندازه استفاده می‌کنند که این امر صرفاً باعث انتقال مواد شیمیایی به آبراهه‌ها و موجب آلودگی آب می‌شود (کاونهون، شی و هیرینک، ۲۰۱۰).

این معیار با استفاده از روش حداکثر نرمال‌سازی‌شده و در معادلهٔ ۵ نشان داده شده است.

$$E_1 = \frac{X_{\max} - X_i}{X_{\max} - X_{\min}} \qquad (۵)$$

X_i مقدار کودهای شیمیایی استفاده‌شده در هر هکتار از زمین در واحد کیلوگرم، $X_{\min}$ و $X_{\max}$ مقادیر حداقل و حداکثر کودهای استفاده شده است.

۴. ۲. مصرف سموم: مصرف سموم یکی از عواملی است که فقر آبی را با آلوده و غیرقابل استفاده‌کردن منابع آب تشدید می‌کند. برای دخیل‌کردن این موضوع در بررسی شاخص، از سرانهٔ استفاده از سموم کشاورزی در هر هکتار از اراضی کشاورزی استفاده و به روش معکوس نرمال‌سازی شد.

1. Environment

۴. ۳. با توجه به اینکه صنایع عمدتاً منابع آب را آلوده می‌سازند، در این بررسی پیشنهاد می‌شود از نسبت مصرف آب در صنایع به کل مصارف برای احصای آلودگی منابع آب استفاده شود. هرچه این نسبت افزایش یابد، مستقیم بر شاخص فقر اثرگذار خواهد بود. این زیرشاخص نیز مانند سایر زیرشاخص‌های دارای اثرات منفی از طریق نرمال‌سازی معکوس وارد محاسبهٔ شاخص محیط زیست و شاخص نهایی فقر آبی شده است.

۵. ظرفیت[1]

این شاخص، اثربخشی توانایی مردم برای مدیریت آب را نشان می‌دهد. با ارتباط نزدیک بین جامعه و مدیریت آب، اهمیت ظرفیت‌های اجتماعی و اقتصادی برای مدیریت منابع آب به رسمیت شناخته شده و مهم‌ترین بخش در شاخص فقر آب در نظر گرفته شده است.

نسبت بی‌سوادی: نسبت بی‌سوادی از تقسیم جمعیت بی‌سواد هر بخش به کل جمعیت محاسبه می‌شود و نشان‌دهندهٔ وضعیت سرمایه‌های انسانی هر بخش است.

مرگ‌ومیر کودکان کمتر از یک سال: این زیرشاخص یکی از شاخص‌های مهم در زمینهٔ بهداشت و سلامت محسوب می‌شود و ارتباط نزدیکی با در دسترس بودن آب سالم و بهداشتی دارد که از نسبت متوفیان زیر یک سال به کل اطفال زنده به‌دنیاآمده به دست می‌آید.

ضریب فعالیت واقعی: برای سنجش وضعیت اقتصادی و اشتغال جامعه از این زیرشاخص استفاده شده و برای محاسبهٔ آن، جمعیت فعال هر بخش به جمعیت بالای ۱۰ سال آن تقسیم شده است. جمعیت فعال، مشمول جمعیت بیکار و شاغل است. این زیرشاخص نشان می‌دهد چه بخشی از جمعیت در بازار کار به فعالیت می‌پردازند.

میزان بیکاری: برای محاسبهٔ این زیرشاخص، جمعیت بیکار به جمعیت فعال تقسیم می‌شود و از ابزار مهم نشان‌دهندهٔ وضعیت اقتصادی است.

روش تحقیق

همان‌گونه که پیش از این اشاره شد، این تحقیق با استفاده از روش سولیوان برای تبیین و تعیین شاخص فقر انجام گرفته و معیارها و زیرشاخص‌های موجود با بهره‌گیری از مطالعات انجام‌شده از

1. Capacity

سال ۲۰۰۰ تاکنون و در روندی تکمیلی شکل گرفته است.

این روند تکمیلی نه در ابعاد پنج‌گانهٔ شاخص، که در زیرشاخص‌ها و روش‌های وزن‌دهی رخ داده است.

برای تعیین شاخص فوق باید داده‌های متنوعی از پنج محور جمع‌آوری و تحلیل شود. روش کلی نرمال‌سازی براساس روش حداکثر است؛ اما با توجه به همسونبودن داده‌ها، در زمان محاسبات لازم است با استفاده از نرمال‌سازی حداکثر معکوس این هم‌سویی ایجاد شود تا از خنثی‌شدن اثر هریک از زیرشاخص‌ها توسط دیگری جلوگیری شود.

وزن‌دهی: در محاسبهٔ شاخص فقر آبی و دخیل‌کردن وزن هریک از اجزای شاخص در عدد نهایی، دو روش به کار گرفته می‌شود: ۱. استفاده از وزن یکسان برای آن‌ها که در مقیاس‌های بزرگ مانند سطوح ملی استفاده می‌شود؛ ۲. اعمال وزن مخصوص برای هریک از اجزای شاخص که در مقیاس‌های کوچک به کار می‌رود (Li Xin, et al., 2011: 3470) آنجو و همکاران (۲۰۱۷) نیز استفاده از وزن یکسان به‌خصوص در سطوح منطقه‌ای و کوچک‌مقیاس را دارای اثر مخربی بر نتایج می‌دانند و از آن به‌عنوان یکی از نقاط ضعف شاخص فقر آبی یاد می‌کنند.

تعیین وزن هریک از اجزای شاخص و زیرمعیارهای آن با نظرسنجی از متخصصان عرصهٔ مدیریت منابع آب مشخص شده است. این متخصصان متشکل از ۱۲ نفر از کارشناسان امور آب شهرستان، مدیریت آب و خاک سازمان جهاد کشاورزی، شرکت آب و فاضلاب روستایی و حفاظت محیط زیست استان است که با استفاده از روش دلفی برای جمع‌بندی نظر ایشان اقدام شد. پس از مشخص‌شدن معیارهای شاخص فقر آب، براساس معادلهٔ ۶ با همدیگر ادغام و در نهایت، شاخص کلی فقر آب برای هر بخش محاسبه شد.

$$WPI = \sum_{i=1}^{n}[(\sum_{j=1}^{m} X_{ij} * W_{ij}) * W_i] \qquad (۶)$$

که در آن n تعداد اجزای شاخص فقر آب، m تعداد معیارها در جزء iام، X_{ij} مقدار معیار jام، W_{ij} وزن داده‌شده به معیار jام در جزء iام و W_i وزن داده‌شده به معیار iام است (سولیوان و دیگران، ۲۰۰۳ و ۲۰۰۶).

منطقهٔ مورد مطالعه

استان قم از نظر تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۵ دارای یک شهرستان (قم)، ۵ بخش، ۵ شهر (جعفریه، دستجرد، کهک، قم و قنوات)، ۹ دهستان و ۳۶۲ آبادی اصلی بوده که از این تعداد ۲۲۹ آبادی دارای سکنه است.

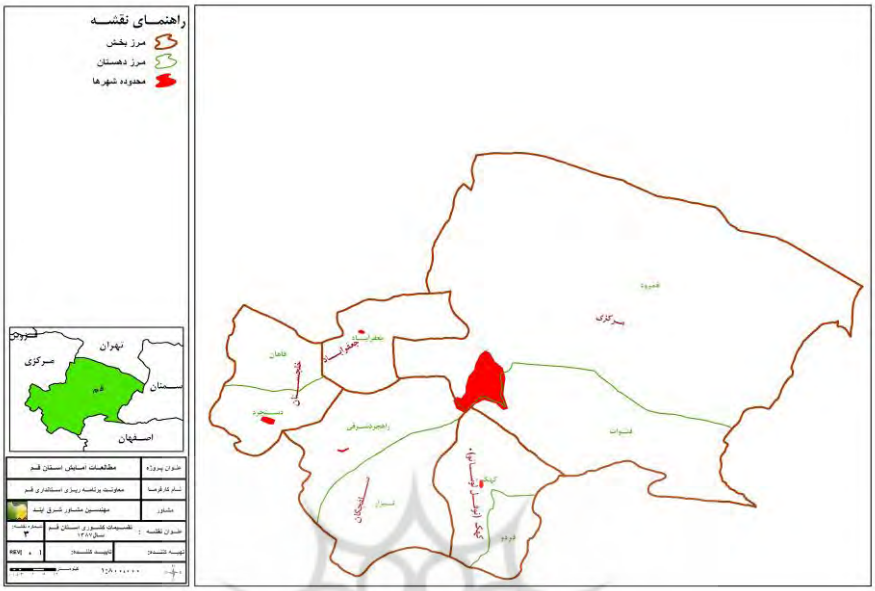
شهرستان قم با وسعت ۱۱۵۲۶ کیلومترمربع و ۰/۷ درصد از مساحت کل کشور تقریباً در مرکز ایران واقع شده است. این شهرستان از سمت شمال به استان تهران (شهرستان ورامین و ری)، از سمت غرب به استان مرکزی و از طرف جنوب به استان اصفهان و از سمت شرق به استان سمنان محدود می‌شود (شکل ۱).

این شهرستان در منطقه‌ای دشتی- کوهستانی قرار گرفته است. پست‌ترین نقطهٔ آن در حاشیهٔ کویر ۸۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و بلندترین نقطهٔ آن کوه «ولیجا» به ارتفاع ۳۳۳۰ متر در جنوب استان واقع است.

با توجه به کویری‌بودن قسمت اعظم این منطقه، دامنهٔ فعالیت کشاورزی در شهرستان محدود است. اکثر اراضی مناسب کشاورزی در محدودهٔ شهرهای قم و جعفریه و بخش مرکزی واقع است.

به دلیل کم‌بودن نزولات جوی سالانه در استان، همواره بیش از ۹۰ درصد زمین‌ها به‌صورت آبی و کمتر از ۱۰ درصد به‌صورت دیم کشت می‌شود. به دلیل ویژگی‌های طبیعی، شهرستان با کمبود منابع آب سطحی و زیرزمینی مواجه است، رودهای موجود به‌صورت فصلی یا خشکه‌رود هستند. شایان ذکر است با توجه به احداث سدهای غدیر ساوه، گلپایگان و ۱۵ خرداد، در حال حاضر تقریباً آب سطحی در استان وجود ندارد و عمدهٔ استفاده از منابع آب زیرزمینی صورت می‌گیرد.

با توجه به آنچه گفته شد، یکی از نیازهای ضروری شهرستان قم، توجه به وضعیت منابع آب، رعایت تناسبات، بارگذاری فعالیت‌ها و عنایت ویژه به رویکردهای آمایشی است تا در نهایت، بتوان از منابع موجود با درنظرگرفتن همهٔ ابعاد مرتبط با شاخص فقر آبی اقدامات مؤثری انجام داد.



شکل ۱. موقعیت و تقسیمات استان قم (مأخذ: مطالعات آمایش استان قم، ۱۳۸۸)

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

پس از انجام محاسبات تعیین شاخص فقر آبی با دو روش (با اعمال وزن یکسان به شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها و اعمال وزن‌های مشخص‌شده) جداول و نمودارها معین شد.

همان‌گونه که در جدول ۴ آمده است، در زیرمعیار منابع که براساس سرانهٔ بارش در هر هکتار و درصد انحراف از میانگین بارش سالانه محاسبه شده است، بخش جعفرآباد کمترین امتیاز را دارد. بنابراین از نظر منابع در دسترس، این بخش دارای کمترین منابع است و سپس بخش‌های سلفچگان و مرکزی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. دو بخش کوهستانی یعنی خلجستان و کهک هم از نظر منابع در دسترس و میزان تغییرپذیری دارای وضعیت مساعدتری هستند. این رتبه‌بندی با اعمال وزن‌دهی (نتایج جدول ۵) نیز حفظ شده است.

در زیرمعیار دسترسی که براساس متوسط مصرف آب کشاورزی در هکتار، درصد خانوارهای دارای دسترسی به شبکهٔ آب و شاخص کیفیت آب تدوین شده است، بخش‌های جعفرآباد و سلفچگان وضعیت بهتری دارند که به دلیل استفاده از چاه‌های عمیق، الگوی کشت متفاوت در بخش جعفرآباد، دسترسی‌های بهتر به منابع آب شرب و شبکهٔ آب در بخش سلفچگان است.

جدول ٤. امتیازهای هریک از بخش‌های شهرستان در زیرمعیارها و شاخص فقر آبی با وزن‌دهی برابر

بخش	منابع	دسترسی	مصرف	محیط زیست	ظرفیت	WPI
سلفچگان	۱	۲/۰۶	۲/۲۰	۱/۷۱	۳/۰۵	۱۰/۰۲
کهک	۱/۶۶	۰/۳۶	۱/۰۷	۲/۶۷	۲/۷۷	۸/۵۳
خلجستان	۱/۵۹	۱/۱۰	۱/۳۵	۲/۶۷	۰/۸۷	۷/۵۹
جعفرآباد	۰/۳۲	۲/۷۱	۱/۶۹	۰/۰۳	۲/۸۲	۷/۵۷
مرکزی	۱/۱۰	۱/۰۳	۱/۶۸	۱/۲۰	۱/۲۷	۶/۲۸

بخش کهک در جدول ۴ و با وزن‌دهی یکسان دارای وضعیت نامناسبی است. همان‌طور که در جدول ۵ آمده است، این رتبه‌بندی با اعمال وزن‌دهی نیز همچنان برقرار است و از نظر زیرمعیار دسترسی، بخش‌های کهک و خلجستان وضعیت نامناسب‌تری دارند که تا حدی به دلیل تکیه بر منابع ناپایدار قنات‌هاست. ذکر این نکته ضروری است که استفاده‌نکردن از چاه‌های عمیق در بخش‌های کوهستانی باعث شده است رتبهٔ این بخش‌ها کمتر باشد. این وضعیت به پایداری واقعی نزدیک‌تر است؛ برخلاف بخش‌های مرکزی و جعفرآباد که با وجود دسترسی مناسب‌تر به آب، به دلیل استفاده از چاه‌های عمیق، در طولانی‌مدت به ناپایداری منابع و عدم امکان ادامهٔ بهره‌برداری از منابع آب منجر شده است.

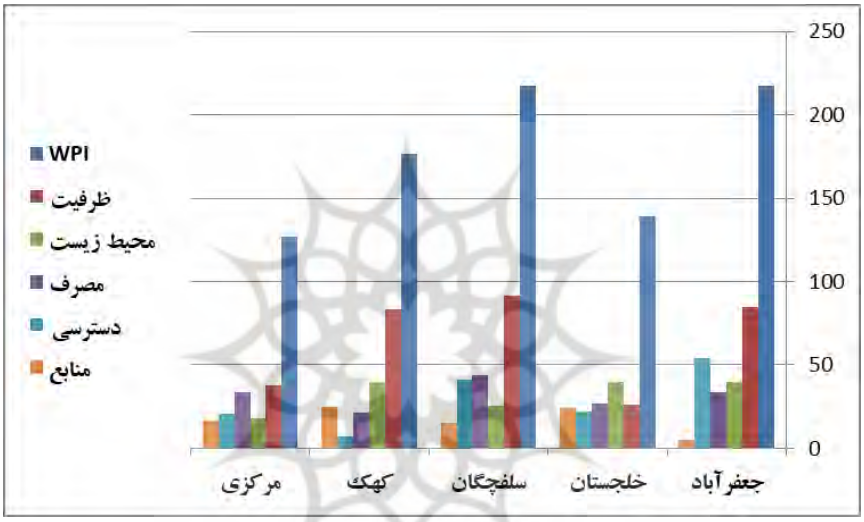
در زیرمعیار سوم یعنی زیرمعیار مصرف، شامل سرانهٔ آب مصرفی هر خانوار، نسبت مصرف کل به بارش و سهم بخش کشاورزی از کل مصرف، بخش کهک با ۱/۰۷ و خلجستان با ۱/۳۵ دارای وضعیت نامناسبی هستند و بخش سلفچگان با ۲/۲۰ در مناسب‌ترین وضعیت قرار دارد. از نظر این زیرمعیار، بخش‌های مرکزی و جعفرآباد تقریباً دارای وضعیت مشابه و نامناسب هستند.

در زیرمعیار محیط زیست که از سرانهٔ سم و کود شیمیایی و نسبت مصرف آب در صنایع استفاده شده، بخش جعفرآباد کمترین امتیاز را به دست آورده است که به دلیل مصرف زیاد کود و سم در اراضی زراعی بخش است. همچنین بخش مرکزی و سلفچگان به دلیل تمرکز صنایع و سهم زیاد آن در مصرف آب در رتبه‌های بعدی هستند.

در آخرین جزء تشکیل‌دهندهٔ شاخص فقر، یعنی زیرمعیار ظرفیت، بخش خلجستان دارای وضعیت نامناسبی است. این زیرمعیار از نرخ بی‌سوادی، مرگ‌ومیر کودکان کمتر از یک سال، ظرفیت فعالیت واقعی و میزان بیکاری حاصل شده است. بخش مرکزی نیز با امتیاز ۱/۲۷ در جایگاه بعدی از نظر زیرمعیار ظرفیت قرار دارد و بخش سلفچگان از نظر این زیرمعیار در بهترین وضعیت قرار دارد.

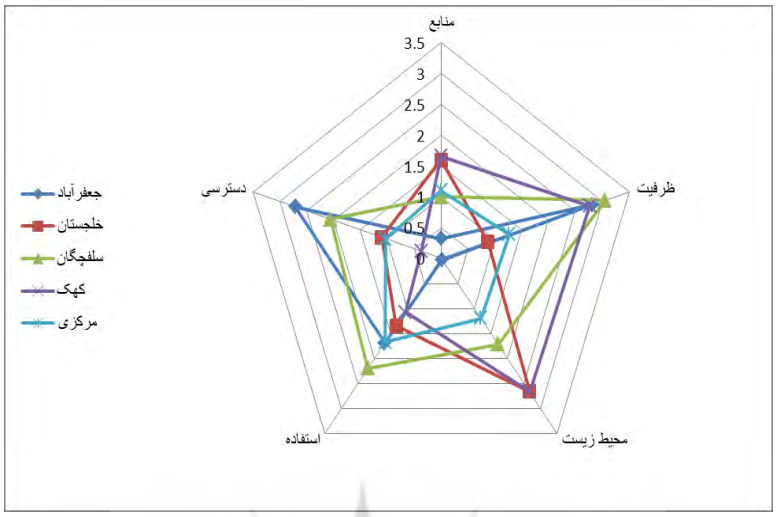
جدول ۵. امتیازهای هریک از بخش‌های شهرستان در زیرمعیارها و شاخص فقر آبی با اعمال وزن‌دهی

بخش	منابع	دسترسی	مصرف	محیط زیست	ظرفیت	WPI
جعفرآباد	۴/۹	۵۴/۲	۳۳/۸	۴۰	۸۴/۶	۲۱۷/۵
خلجستان	۲۳/۹	۲۲/۱	۲۷	۴۰	۲۶/۱	۱۳۹/۱
سلفچگان	۱۵	۴۱/۲	۴۴	۲۵/۷	۹۱/۵	۲۱۷/۴
کهک	۲۴/۹	۷/۳	۲۱/۵	۴۰	۸۳	۱۷۶/۶
مرکزی	۱۶/۶	۲۰/۶	۳۳/۵	۱۸	۳۸	۱۲۶/۷

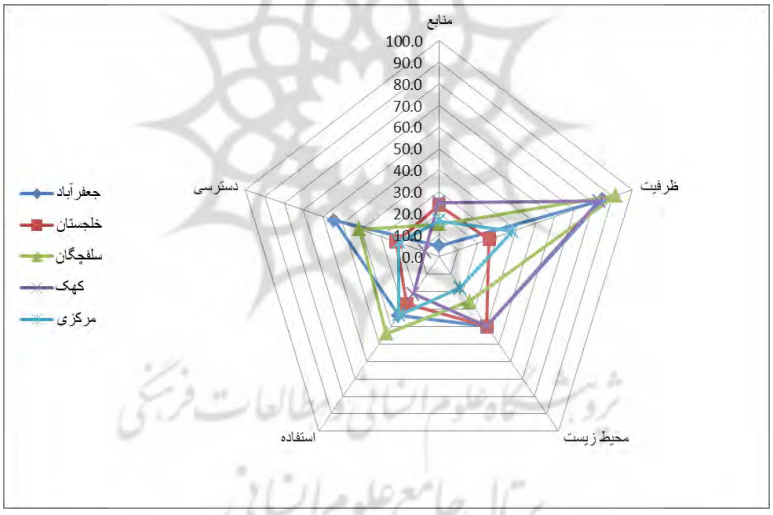


نمودار ۱. وضعیت بخش‌های شهرستان از نظر شاخص فقر آبی و زیرشاخص‌های آن

در نهایت با درنظرگرفتن امتیاز هریک از بخش‌ها در زیرمعیارهای مذکور و تعیین شاخص فقر برای هریک از آن‌ها، نتایج در جدول ۴ و ۵ آمده است. شاخص فقر در جدول ۴ با استفاده از وزن‌های یکسان برای اجزای تشکیل‌دهندهٔ شاخص و در جدول ۵ با اعمال وزن‌دهی متفاوت آورده شده است. چنان که در این جداول اشاره شده است، از نظر شاخص کلی فقر آبی، بخش سلفچگان با شاخص ۱۰/۰۲ دارای بهترین وضعیت است. عمده‌ترین دلیل این وضعیت، چنان که در نمودار ۱ و ۲ نشان داده شده است، زیرشاخص ظرفیت است که جزئیات آن شرح داده شد. وضعیت این بخش با اعمال وزن‌دهی و امتیاز ۲۱۷/۴،تقریباً با بخش جعفرآباد برابر است. البته باید توجه داشت کسب بیشترین امتیاز به مفهوم بهترین وضعیت در تمامی ابعاد نیست و نقطهٔ قوت شاخص فقر آبی، تفکیک ابعاد شاخص از یکدیگر است.



نمودار ۲. وضعیت بخش‌های شهرستان بدون وزن‌دهی به معیارها و شاخص‌ها



نمودار ۳. وضعیت بخش‌های شهرستان براساس وزن‌دهی به معیارها و شاخص‌ها

شکل ۲. رتبه‌بندی بخش‌های شهرستان از نظر شاخص فقر آبی

در جمع‌بندی کلی شاخص فقر، بخش‌های مرکزی و خلجستان در نامناسب‌ترین وضعیت قرار دارند که البته دلایل این موقعیت متفاوت بوده و در نمودار ۱ و ۲ آمده است. بخش مرکزی به دلیل ضعف در دسترسی، محیط زیست و ضعف نسبی در منابع دارای وضعیت نامناسب ارزیابی شده است؛ اما ضعف کلی شاخص فقر در بخش خلجستان عمدتاً به دلیل ضعف در زیرشاخص ظرفیت و ضعف نسبی در زیرشاخص‌های دسترسی و منابع است.

در بخش جعفرآباد و مرکزی که از نظر منابع و میزان تغییرات بارش، دارای ضعیف‌ترین وضعیت است، بیشترین بارگذاری از نظر کشت انجام شده است.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با استفاده از این شاخص، در روش‌شناسی شفافی ضعف‌ها و قوت‌های هریک از بخش‌ها مشخص شد. بنابراین مشخص می‌شود اولویت‌های توسعهٔ منطقه‌ای چگونه است؟ کدام بخش نیازمند تقویت کدام‌یک از ابعاد است؟

مقایسهٔ میان برخی از بررسی‌ها در ایران نشان می‌دهد به اولویت‌های منطقه‌ای توجه نشده است. برای نمونه در بررسی شریف‌زادگان و دیگران (۱۳۹۶) به این موضوع پرداخته شد که در برخی از شهرستان‌های استان قزوین با وجود کمبود منابع آب، بهره‌برداری نامتعادلی از منابع

صورت می‌گیرد و فعالیت‌های کشاورزی بدون درنظرگرفتن میزان منابع در اختیار و بهره‌وری استفاده از آن برای گسترش کشاورزی به کار گرفته شده است. آسیابی هیر و همکاران (۱۳۹۶) نیز این موضوع را بررسی کرده‌اند. این امر نشان می‌دهد استفاده از این شاخص تا چه حد به مدیریت منابع آب و مشخص‌شدن ابعاد فقر آبی کمک می‌کند.

پیرو موارد اشاره‌شده در بالا، مهم‌ترین موضوعی که در بررسی مشخص شد، این است که تمام بخش‌های شهرستان قم از نظر وضعیت منابع در وضعیت نامناسبی قرار دارند و مهم‌ترین قوت اکثر بخش‌ها به‌جز خلجستان، زیرشاخص ظرفیت است. با توجه به اینکه تمام بخش‌ها از نظر منابع در مضیقه هستند، در راستای برنامه‌ریزی صحیح لازم است با درنظرگرفتن این موضوع به سمت استفادهٔ بهینه از منابع موجود پیش رفت که این امر با مشارکت مردم و برنامه‌ریزی امکان‌پذیر است. مدیریت مصرف به‌عنوان مهم‌ترین گزینه باید در صدر برنامه‌ریزی‌ها و با درنظرگرفتن نبود امکان گسترش منابع آب پیگیری شود.

با بررسی توزیع زمین‌های تحت کشت و الگوی آن معلوم می‌شود در حال حاضر، بارگذاری و استفاده از منابع آب در بخش‌های شهرستان به‌صورت متناسب توزیع نشده است و الگوی کشت و میزان بهره‌برداری از این منابع، تناسبی با وضعیت موجود (پس از احداث سدهای بالادست و قطع دسترسی به آب‌های سطحی واردشده به شهرستان) ندارد.

در شرایط جدید و با درنظرگرفتن ظرفیت آب‌های تجدیدپذیر، باید حداکثر حدود ۴۰۰میلیون مترمکعب در سال بهره‌برداری انجام شود؛ اما این رقم در حال حاضر حدود ۸۵۰میلیون مترمکعب است. بنابراین یکی از مهم‌ترین اقدامات مورد نیاز، بازنگری کلی در شیوهٔ استقرار فعالیت‌ها با درنظرگرفتن ابعاد مختلف منابع در دسترس، ظرفیت، محیط زیست و... است. برای مثال، بیشترین تمرکز فعالیت‌های کشاورزی در بخش مرکزی و به‌خصوص در اطراف شهر قم و بخش جعفرآباد است که در حال حاضر، کمترین منابع آب را چه از نظر بارش و چه از نظر آب‌های سطحی در اختیار دارند و از نظر توپوگرافی در پایین‌ترین سطح قرار گرفته‌اند.

بررسی‌ها نشان می‌دهد افزایش برداشت در این منطقه باعث افت سطح آب‌های زیرزمینی، تغییر در مسیر جریان حرکت آب شور به سمت آب‌های شیرین‌تر، نشست زمین در برخی از

مناطق و... شده است و این امر نشان‌دهندهٔ لزوم بازنگری در سیاست‌های بهره‌برداری از منابع و آمایش سرزمین است.

از آنجایی که شاخص ظرفیت در اکثر بخش‌های شهرستان در حد مناسبی ارزیابی شد، این امکان وجود دارد که با مدیریت مصرف آب و افزایش بهره‌وری، بدون آسیب‌رسانی به بهره‌برداران از منابع آب، کاهش مصرف را رقم زد.

محیط زیست به‌خصوص در بخش‌های سلفچگان و جعفرآباد که به دلیل استفادهٔ زیاد از سموم و کودهای شیمیایی و پساب صنایع آلوده شده است، نیازمند تدابیر ویژه‌ای است. در کنار کاهش استفاده از منابع آب، لازم است در سیاست‌های استقرار فعالیت‌های مختلف اعم از کشاورزی یا صنایع، متناسب با ظرفیت‌های محیطی بازنگری انجام شود. همان گونه که در تعریف فقر آبی گفته شد، کاهش قابلیت‌های اساسی و نه صرفاً کاهش کمّی، معیار فقر آبی در نظر گرفته می‌شود. بنابراین کاهش کیفیت می‌تواند در برخی از ابعاد مانند محیط زیست، آغاز فقر آبی در نظر گرفته شود.

در نهایت باید یادآوری کرد تجربهٔ کشورهای مختلف در زمینهٔ مدیریت منابع آب نشان داده است بهترین راهکار برای مدیریت شاخص فقر آبی و بهبود وضعیت، استفاده از روش‌های مبتنی بر استفادهٔ بهینه از منابع موجود و تمرکز بر مدیریت تقاضا به‌جای گسترش منابع به روش‌های گوناگون مانند انتقال میان حوضه‌ای و... است که می‌تواند دست‌مایهٔ افزایش عدم تعادل‌های سرزمینی، اختلافات داخلی، کنترل‌نکردن مصرف و بسیاری از نتایج ناگوار دیگر شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. آسیابی هیر، رقیه؛ مصطفی‌زاده، رئوف؛ رئوف، مجید و اسمعلی عوری، اباذر (۱۳۹۴). شاخص فقر آب و اهمیت آن در مدیریت منابع آب، *ترویج و توسعهٔ آبخیزداری*، ۳ (۱۱).

۲. آسیابی هیر، رقیه؛ مصطفی‌زاده، رئوف؛ رئوف، مجید و اسمعلی عوری، اباذر (۱۳۹۶). ارزیابی چندمعیاره تغییرات مکانی شاخص فقر آب در تعدادی از حوضه‌های آبخیز استان اردبیل، *اکوهیدرولوژی*، ۴ (۴)، ۹۹۷-۱۰۰۹.

۳. جابرزاده، محمد (۱۳۹۳). *برآورد شاخص فقر آبی در استان‌های کشور*، *هفتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست*، دانشگاه تهران.

۴. رجبی هشجین، مهدی و عرب، داوودرضا (۱۳۸۵). شاخص فقر آبی؛ ابزاری کارآمد برای ارزیابی وضعیت منابع آبی جهان، *دومین کنفرانس مدیریت منابع آب*، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵. زینلی، محمدجواد و هاشمی، سیدرضا (۱۳۹۵). مقایسهٔ توابع یادگیری شبکهٔ عصبی در مدل‌سازی رواناب، *فصلنامهٔ اکوهیدرولوژی*، ۳ (۴)، ۶۵۹-۶۶۷.

۶. شریف‌زادگان، محمدحسین؛ ندایی طوسی، سحر و جمالی، فرناز، (۱۳۹۶). شناسایی موانع توسعهٔ منطقه‌ای با به‌کارگیری شاخص فقر آبی (نمونهٔ موردی: استان قزوین)، *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۶۵ (۱)، ۱۵۱-۱۷۰.

۷. مهندسین مشاور شرق آیند (۱۳۸۸). *سند مطالعات آمایش سرزمین استان قم*، معاونت برنامه‌ریزی استانداری قم.

8. Alessa L, Kliskey A, Lammers R, Ar, C, White D, Hinzman L, Busey R. The arctic water resource vulnerability index: an integrated assessment tool for community resilience and vulnerability with respect to freshwater, *Environmental Management*, 2008; 42, 523- 541.

9. Anju, A.M, Vicky, S.E, Sajil Kumar, P.J. 2017. Water poverty Analysis using Water Poverty Index(WPI) -A critical Review. International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources (IJESNR), *online Journal* www.researchgate.net/publication/315380031.

10. Brooks N, Adger WN, Kelly PM. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation, *Global Environmental Change-Human And Policy Dimensions*, 2005; 15, 151- 163.

11. Brown, A., and Matlock, M (2011). A review of water scarcity indices and methodologies. The Sustainability Consortium, *University of Arkansas*.

12. El-Gafy,I.K (2018). The water poverty index as an assistant tool for drawing strategies of the Egyptian water sector, *Ain Shams Engineering Journal*, 9, 173–186

13. Feitelson, E &, .Chenoweth, J. (2002). Water poverty: towards a meaningful indicator,

Water Policy, 4(3), 263-281.
14. Fenwick, C, (2010). Identifying the Water Poor: an Indicator Approach to Assessing Water Poverty in Rural Mexico, PhD THESIS IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING, UNIVERSITY COLLEGE LONDON.
15. Han H, Zhao L. Rural income poverty in Western China is water poverty, *China and World Economy*, 2005;13(5), 76- 88.
16. Jemmali, H., & Matoussi, M. (2013). A multidimensional analysis of water poverty at local scale: application of improved water poverty index for Tunisia, *Water policy*, 98-115.
17. Lawrence, P, Meigh, J.R., and Sullivan, C.A., (2002) *The Water Poverty Index: an International Comparison*, Keele University Economics Research Papers.
18. Manandhar, S., Pandey, V., and Kazama, F. (2012). Application of water poverty index in Nepales context: A case study of Kali Gandaki River Basin (KGRB). Water Resources Management, 26:89-107.
19. Qu, F., Kuyvenhoven, A., Shi, X., and Heerink, N. (2010). Sustainable natural resource use in rural china: recent trends and policies, *China Economic Review*, 22(4), 444-460.
20. Salameh, E .(2000). Redefining the water poverty index, *Water International*, 469-473.
21. Sen, A. (1999). *Development as freedom. Anchor Books*, A Division of Random House, Inc, New York.
22. Shakya, B. (2012). Anal*ysis and mapping water poverty of Indrāvati Basin*. World Wide Fund for Nature Nepal Report, 70p.
23. Smakhtin, VU. Low flow hydrology: a review, *Journal of Hydrology*, 2001; 240, 147-186.
24. Sullivan, C.A., Meigh, J.R., and Lawrence, P. (2006). Application of the water poverty index at different scales: A cautionary tale, *International Water Resources Association*, 31(3):412-426.
25. Sullivan, C.A., Meigh, J.R., Giacomello, A.M., Fediw, T., Lawrence, P., and Samad, M. 2003. The water poverty index: development and application at the community scale, *Natural Resources Forum*, 27,189-199.
26. Thakur, J.K, Neupane, M, Mohanan, A.A (2017). Water poverty in upper Bagmati River Basin in Nepal, *Water Science* ,31, 93-108.
27. Ty, T.V., Sunada, K., Ichikawa, Y., and Oishi, S. (2010). Evaluation of the state of water resources using modified water poverty index: a case study in the Srepok river basin, Vietnam-Cambodia, *International Journal of River Basin Management*, 8(3-4), 305-317.
2285. Vyver, C. (2013). Water Poverty Index Calculation: Additive or Multiplicative Function? *Journal of South African Business Research*, Article ID 615770, 11p.
29. Xin, l , WAN, J and JIA, j, (2011). Application of the Water Poverty Index at the districts of Yellow River Basin, *Advanced Materials Research Vols*, 250-253, 3469-3474.