



## A Proposed Integrated Water Resources Assessment Process, Relying on Systemic View

M. Samare Hashemi<sup>1\*</sup> and A. Bagheri<sup>2</sup>

### Abstract

Integrated assessment of water resources systems is one of the main steps in implementation of Integrated Water Resources Management. In other words, knowing the quantity, quality of water resources are prerequisites of management. Integrated assessment is one of the missing links in the management chain. Therefore, in this study an integrated assessment of water resources systems process is proposed and implemented. The proposed process consists of three phases: reconnaissance, conceptualization, and analysis. The reconnaissance phase consists of elements' reconnaissance and stakeholders' reconnaissance and participation. A combined novel framework based on ex post and ex ante assessment framework (CEPEAF) is proposed for conceptualization phase. The system dynamics modelling is adopted for the analysis phase. The proposed process has been applied in South Khorasan. The results show extension in agriculture in term of increase in cultivated area ignoring the decreasing trend in production per hectare especially in case of orchards. Simultaneously the local ground water resources have been over exploited since many years ago. Model results also showed 6 percent decrease in orchard and cultivated area alongside 4 percent increase in industry and mine production leads to a stable ground water level and GDP will be remain constant. The other important model result showed decrease in orchard area is more effective on ground water level than decrease in cultivated area.

**Keywords:** Integrated Assessment, Conceptualization, DPSIR Framework, GOF Framework, System Dynamics, South Khorasan.

Received: October 7, 2019

Accepted: February 24, 2020

## ارزیابی یکپارچه سامانه‌های منابع آب مبتنی بر نگرش سیستمی

مرضیه ثمره هاشمی<sup>۱\*</sup> و علی باقری<sup>۲</sup>

### چکیده

یکی از مهم‌ترین مراحل برنامه‌ریزی مدیریت یکپارچه منابع آب، ارزیابی سامانه‌های منابع آب است. آگاهی از کم و کیف منابع آب جزء پیش‌شرط‌های اساسی برای مدیریت منابع آب محسوب می‌شود. ارزیابی یکپارچه یکی از حلقه‌های گم شده از زنجیره اقدامات مدیریت آب به حساب می‌آید. بر این اساس در مقاله حاضر یک فرآیند ارزیابی یکپارچه سامانه‌های منابع آب مبتنی بر نگرش سیستمی، طراحی و پیاده‌سازی می‌شود. فرآیند پیشنهادی شامل سه فاز شناسایی سامانه، مفهوم‌سازی و آنالیز است. فاز شناسایی در دو بخش شناسایی عناصر، و شناسایی و مشارکت گرداران انجام می‌گیرد. برای انجام فاز مفهوم‌سازی، یک چارچوب جدید ترکیبی مبتنی بر گذشته و آینده‌نگری (CEPEAF) پیشنهاد می‌شود. در فاز آنالیز، تکنیک مدل‌سازی پویاشناسی سامانه‌ها به کار گرفته می‌شود. جهت بررسی عملیاتی یافته‌های روش پیشنهادی، فرآیند ارزیابی یکپارچه معرفی شده برای سامانه منابع آب استان خراسان جنوبی، پیاده شده است. یافته‌ها حاکی از توسعه کمی کشاورزی، تنها با رویکرد افزایش سطح زیر کشت و بدون توجه به روند کاهش تولید در واحد سطح به خصوص در مورد محصولات باغی، می‌باشد. همچنین نتایج مدل‌سازی نشان می‌دهد، با ایجاد یک موازنه میان کاهش سطح زیر کشت باغی و زراعی به میزان ۶ درصد و رشد صنایع و معادن به مقدار ۴ درصد علاوه بر اینکه حجم منابع آب زیرزمینی به سمت تعادل می‌رود، از کاهش سرانه ارزش افزوده نیز جلوگیری می‌شود. در این موازنه، کاهش سطح زیر کشت محصولات باغی در مقایسه با محصولات زراعی، اثر بیشتری را در روند به تعادل رساندن حجم منابع آب زیرزمینی نشان می‌دهد.

**کلمات کلیدی:** ارزیابی یکپارچه، مفهوم‌سازی، چارچوب DPSIR، چارچوب GOF، مدل‌سازی سیستمی، استان خراسان جنوبی.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۷/۱۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۱۲/۵

1- Assistant Professor, Department of Water Science and Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. Email: samare@uk.ac.ir

2- Associate Professor, Department of Water Resources Engineering and Department of Interdisciplinary Science and Technology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

\*- Corresponding Author

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۲- دانشیار گروه مهندسی منابع آب و عضو هیات عملی گروه بین رشته‌ای علوم و فناوری‌های آب، دانشکده علوم و فناوری‌های بین رشته‌ای، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

\*- نویسنده مسئول

بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان تابستان ۱۳۹۹ امکانپذیر است.

## ۱- مقدمه

در بیانیه دویلین، اصل دوم نیز این طور بیان شده است که: "توسعه و مدیریت آب باید بر اساس رویکردی مشارکتی باشد به طوری که مصرف‌کنندگان، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران را در همه سطوح شامل شود" (Dublin Statement, 1992). مشارکت گروه‌داران منجر به اخذ تصمیمات آگاهانه‌تر و خلاقانه خواهد شد. از سوی دیگر مشارکت گروه‌داران منجر به پذیرش عمومی نتایج و تصمیمات خواهد شد که در نتیجه آن مناقشات و تأخیرها کاهش خواهند یافت و برنامه‌ها بهتر به انجام خواهند رسید. بنابراین مشارکت گروه‌داران بخشی از فرآیند ارزیابی یکپارچه است.

اگر به ارزیابی در بعد زمان نگاه کنیم با دو نوع ارزیابی مواجه می‌شویم: ارزیابی بر مبنای گذشته<sup>۳</sup> و ارزیابی به اعتبار آینده<sup>۴</sup>. ارزیابی به اعتبار گذشته بر مبنای اطلاعات گذشته سامانه است و به گذشته و حال سامانه مربوط می‌شود. به عبارت دیگر ارزیابی بر مبنای گذشته یک رویکرد انفعالی<sup>۵</sup> دارد. اما ارزیابی به اعتبار آینده نگاه به آینده سامانه دارد یا به عبارت دیگر تکمیل‌کننده ارزیابی به اعتبار گذشته است. این ارزیابی یک رویکرد فعال<sup>۶</sup> دارد. ارزیابی یکپارچه باید فراتر از تنها ارزیابی به اعتبار گذشته یا تنها ارزیابی به اعتبار آینده‌نگری باشد، بلکه در یک فرآیند ارزیابی یکپارچه برای ایجاد یادگیری اجتماعی و همچنین ایجاد تطابق‌پذیری باید هر دو اینها در تعامل با هم در نظر گرفته شوند در نتیجه این تعامل، درک بهتری از مسائل موجود در سامانه اتفاق خواهد افتاد و سیاست‌ها و ابزارهای مناسب‌تری انتخاب خواهند شد (Hildén, 2011). از سوی دیگر در بسیاری از موارد تطابق‌پذیری زمانی در سامانه اتفاق می‌افتد که پاسخ‌ها ترکیبی از دو نوع بر مبنای گذشته و به اعتبار آینده باشند (Grafton, 2010).

همچنین، به منظور انجام ارزیابی یکپارچه سامانه‌های منابع آب ابزارهای مختلفی مورد نیاز است. این ابزارها ساختارهای متفاوتی دارند. ساختار بعضی ابزارها به شکل چارچوب‌ها و ساختار برخی دیگر به شکل مدل است. به عنوان مثال WEAP<sup>۷</sup> یک مدل ارزیابی است اما DPSIR<sup>۸</sup> یک چارچوب ارزیابی است. مدل‌های ارزیابی یکپارچه معمولاً مدل‌هایی هستند که سامانه را توصیف کرده و به سؤالات<sup>۹</sup> اگر چنین باشد چه می‌شود؟<sup>۱۰</sup> پاسخ می‌دهند. می‌توان گفت اولین سابقه مدل‌های ارزیابی یکپارچه به مطالعه محدودیت رشد توسط Meadows (1972) و Forrester (1971) برمی‌گردد. از سوی دیگر چارچوب‌ها، به عنوان ابزاری مناسب برای تحلیل، به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کنند تا با یک نگاه، وضعیت کلی سامانه را درک کنند و زمینه یا پایه توسعه مدل‌ها را فراهم سازند. به عبارت دیگر چارچوب‌ها مدل‌های عام هستند که نظریه‌ی حاکم بر سیستم را بیان می‌کنند ولی مدل‌ها به صورت خاص ساختار عناصر و روابط بین عناصر موجود در

یکی از مهم‌ترین مراحل برنامه‌ریزی و اجرای مدیریت یکپارچه منابع آب، ارزیابی وضعیت منابع آب است. مهم‌ترین نتیجه ارزیابی، پاسخ به سؤالات علمی نیست، بلکه افزایش آگاهی در مورد طبیعت و ساختار مسائل موجود در سامانه است (Davies, 2007). در حوزه سامانه‌های منابع آب می‌توان گفت اولین پارادایم ارزیابی، ارزیابی سنتی به صورت تهیه بیان منابع و مصارف بود. در این نگاه، مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب بیشتر معطوف به احداث و بهره‌برداری از پروژه‌های آبی است. به طوری که طبق تعریف سازمان ملل (۱۹۸۵) مهم‌ترین جنبه‌های مدیریت منابع آب، از دیدگاه این پارادایم، عبارتند از "سامانه منابع آب" (عرضه) و "گروه‌های مصرف‌کننده" (تقاضا) و وظیفه عمده مدیریت، برقراری تعادل و توازن بین عرضه و تقاضای مزبور می‌باشد (UN, 1985). به عبارت دیگر در ارزیابی سنتی منابع آب، تنها به منابع و مصارف توجه می‌شود و ارزیابی عبارت است از بررسی بیان منابع و مصارف. از سوی دیگر، با افزایش جمعیت و محدود ماندن منابع آبی در کشورهای مختلف، نیاز روزافزونی به ارتقاء مدیریت منابع آبی احساس شد و تهیه بیان منابع و مصارف پاسخگوی این نیاز نبود. از سوی دیگر، با مطرح شدن بحث توسعه پایدار پیرو انتشار گزارش براتلند در سال ۱۹۸۷ با عنوان "آینده مشترک ما" (WCED, 1987) که در آن توسعه پایدار به معنی تأمین نیازهای نسل حاضر بدون به خطر انداختن نیازهای نسل آینده تعریف می‌شود و پس از آن تشکیل کنفرانس دویلین در مورد آب شیرین و انتشار اصول آن در سال ۱۹۹۲، در مدیریت منابع آب یک تغییر پارادایم شکل گرفت و مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM)<sup>۱</sup> به عنوان یک پارادایم غالب مطرح شد (Dublin Statement, 1992). به این ترتیب در بحث ارزیابی نیز، به عنوان یکی از گام‌های IWRM، این تغییر پارادایم مطرح شد. در پارادایم جدید ارزیابی تنها تهیه بیان منابع و مصارف مطرح نیست، بلکه بسیار فراتر از این مسأله، به بررسی دینامیک‌های حاکم بر سیستم مورد ارزیابی و عناصر مختلف آنها نیز پرداخته می‌شود و از نشانگرهای متفاوتی کمک گرفته می‌شود. این پارادایم جدید با عنوان ارزیابی یکپارچه سامانه‌های منابع آب مطرح می‌شود. بر اساس تعریف سازمان مشارکت جهانی آب "ارزیابی منابع آب، ابزاری است برای سنجش منابع آب در یک چارچوب مرجع و سنجیدن دینامیک‌های مربوط به منابع آب در ارتباط با اثرات و تقاضاهای انسانی. ارزیابی منابع آب معمولاً برای یک حوضه، زیر حوضه یا یک منبع زیرزمینی انجام می‌شود" (GWP, 2000).

رویکرد یکپارچه بودن ارزیابی مزبور، قسمتی از فرآیند IWRM است که عوامل اجتماعی و اقتصادی را به پایداری منابع آب و سامانه‌های مرتبط پیوند می‌دهد. به این منظور مشارکت گروه‌داران<sup>۲</sup> نیز الزامی است.

سامانه‌های منابع آب تعریف شده است. نمودار کلی این فرآیند در شکل ۱ نشان داده شده است.

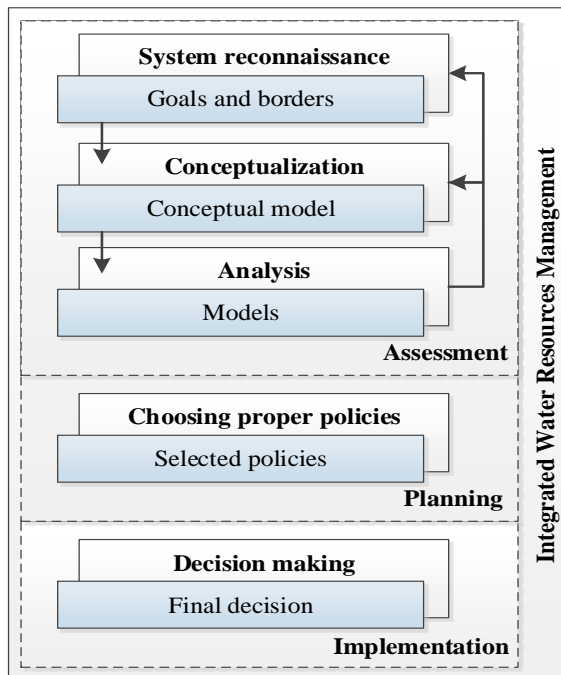


Fig. 1- Proposed assessment process and its situation through the process of integrated water resources management

شکل ۱- فرآیند پیشنهادی برای ارزیابی یکپارچه و جایگاه آن در فرایند مدیریت یکپارچه منابع آب

در ارزیابی یکپارچه، با هدف یادگیری و افزایش آگاهی از سامانه، اولین قدم، شناسایی مقدماتی سامانه مورد مطالعه است. شناسایی سامانه شامل شناخت ویژگی‌های اولیه سامانه است ( Soncini-Sessa et al., 2007). این مرحله با جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات اولیه آغاز می‌شود. از آنجایی که بیانیه‌های بین‌المللی مختلفی از جمله اصل دوم بیانیه دوبلین، مشارکت گردوداران را از ابتدای فرآیند مدیریت یکپارچه منابع آب به عنوان یک رکن اساسی معرفی کرده‌اند، این فاز در دو بخش شناسایی داده‌ها، و شناسایی و مشارکت گردوداران در نظر گرفته شده است. با مشخص شدن ویژگی‌های اولیه سامانه، هدف، مرز و گردوداران کلیدی سامانه قابل شناسایی خواهند بود.

پس از شناسایی مقدماتی سامانه، ساختار بندی داده‌ها، تحلیل آنها و بررسی روابط علت و معلولی داخل سامانه ضروری است. در مروری بر ادبیات موضوع اشاره شد که چارچوب‌ها ابزار مناسبی برای تحلیل هستند، به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کنند تا با درک وضعیت کلی سامانه برای فعل و انفعالات موجود در آن به طراحی نظریه بپردازند.

سیستم مورد بررسی را نشان می‌دهند و در واقع یک بدل از سیستم واقعی هستند که از طریق آن می‌توان عملکرد سیستم را شبیه‌سازی کرد. وجود یک چارچوب به عنوان زمینه، می‌تواند به بیان ارتباط اجزای سامانه و سناریوهای مختلف کمک کند (Holman et al., 2008). ارزیابی یک سامانه در سطح روابط علت و معلولی و با استفاده از چارچوب‌ها منجر به تولید مجموعه‌ای از نشانگرها می‌شود که این مجموعه باید بتواند تمام جنبه‌های سامانه را پوشش داده و انعکاس‌دهنده مسائل آن باشد. یکی از موارد مهم در ارائه مدل و چارچوب مناسب، تطبیق ماهیت مدل و چارچوب‌ها با واقعیت مسأله می‌باشد. با توجه به دینامیک بودن ماهیت سامانه‌های آبی، ارائه فرایندهایی برای ارزیابی آنها نیاز به ابزارهایی با قابلیت دینامیک دارد.

نشانگرها وسیله ارتباط ما با دنیا هستند (IISD, 1999) و به ما کمک می‌کنند تا اطلاعات پیچیده را ساختار بندی کنیم. از اوایل دهه ۱۹۶۰ تلاش برای تهیه سری معنی‌داری از نشانگرها و شاخص‌ها که نشان دهنده وضعیت منابع آب باشند آغاز گردیده است. در گزارش‌های ارزیابی جهانی منابع آب WWAP<sup>۹</sup> در قالب برنامه آب سازمان ملل با عنوان UN Water Program نیز شاخص‌های ارزیابی مورد توجه قرار گرفته‌اند. این برنامه از سال ۲۰۰۳ آغاز گردیده و در ابتدا هر سه سال یکبار و از سال ۲۰۱۴ گزارش سالانه خود را با عنوان WWDR<sup>۱۰</sup> ارائه داده است.

با توجه به آنچه که آمد، ارزیابی یکپارچه باید با مشارکت گردوداران با رویکرد توأم بر مبنای گذشته و به اعتبار آینده، همچنین با ابزار تحلیلی مانند چارچوب‌ها و نشانگرها مورد توجه قرار گیرد. بر این اساس هدف اصلی این مقاله پیشنهاد یک فرآیند ارزیابی توسعه‌پذیر با توجه به نقش مکمل چارچوب‌ها و مدل‌ها در ارائه یک ارزیابی یکپارچه دینامیکی قابل استناد، به عنوان بخشی از فرآیند IWRM است، که در سه گام کلی فرمول بندی شده و به عنوان نمونه برای سامانه منابع آب استان خراسان جنوبی پیاده‌سازی شده است.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- فرآیند پیشنهادی برای ارزیابی یکپارچه

برای ارائه فرآیند ارزیابی یکپارچه ابتدا مبانی، اصول و مفاهیم مربوط به ارزیابی بررسی و فرآیند اولیه ارزیابی طرح‌ریزی شد. بر اساس آن به ترتیب به تعریف و تبیین شناسایی سامانه، تعریف مشارکت گردوداران و طراحی فرآیند آن، تعریف و طراحی مفهوم‌سازی برای سامانه، تعریف آنالیز سامانه و توسعه مدل پرداخته شد. در نهایت بر اساس تجربیات به دست آمده از مراحل طی شده، فرآیند نهایی ارزیابی یکپارچه برای

این نظریه زمینه یا پایه توسعه مدل‌ها به شمار می‌رود. همچنین وجود یک چارچوب به عنوان زمینه، به تمرکز روی ارتباط بین بخش‌های مختلف کمک می‌کند (Holman et al., 2008). معمولاً یک چارچوب به عنوان زمینه مدل‌های ارزیابی یکپارچه برای نشان دادن ساختار علت و معلولی آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ این چارچوب ایجاد مجموعه‌ای از فرضیه‌های قابل بررسی را ممکن می‌سازد (Valkering, 2009). بنابراین دومین فاز ارزیابی، ساختار بندی داده‌ها و اطلاعات فاز اول و استخراج روابط علی و معلولی با استفاده از چارچوب‌ها (در قالب یک نظریه) با عنوان مفهوم‌سازی سامانه در نظر گرفته شده است. در این فاز باید متغیرهای اصلی سامانه و روابط بین آنها شناسایی شوند. این کار با استفاده از چارچوب‌های مفهومی انجام می‌شود. در نتیجه یک دید استراتژیک از سامانه فراهم می‌شود و می‌توان مدل مفهومی سامانه را ترسیم کرد.

همان‌طور که اشاره شد چارچوب‌ها بستری برای توسعه مدل‌ها هستند. به عبارت دیگر چارچوب‌ها با ایجاد یک تصویر روشن از سامانه متغیرهای کلیدی و روابط بین آنها را تبیین می‌کنند و در نتیجه به کمک آنها توسعه مدل‌ها با کیفیت و دقت بالاتری انجام می‌شود. بنابراین بعد از فاز مفهوم‌سازی، یعنی استفاده از چارچوب‌ها، می‌توان مدل‌ها را توسعه داد. بر این اساس سومین فاز، آنالیز سامانه، در نظر گرفته شد. آنالیز سامانه عموماً با استفاده از مدل‌های ریاضی انجام می‌گیرد. این مدل‌ها که برای آنالیز کمی مورد استفاده قرار می‌گیرند مدل‌های ارزیابی یکپارچه نامیده می‌شوند که سامانه را توصیف کرده و به سؤالات "اگر چنین باشد چه می‌شود؟" پاسخ می‌دهند. به عبارت دیگر در این فاز، مدل‌ها اثر گزینه‌های مختلف را روی سامانه مشخص می‌کنند. باید توجه داشت که برای مدل‌سازی یک سامانه پیچیده مثل منابع آب لازم است جنبه‌های مختلف زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی مد نظر قرار گیرند. به عبارت دیگر باید سامانه به صورت یکپارچه و پیوسته دیده شود. یکی از روش‌های مفیدی که می‌تواند این نگرش به هم پیوسته را عملیاتی نماید، روش مبتنی بر نگرش پویایی سیستم‌ها می‌باشد. این نگرش که شاخه‌ای از تفکر سیستمی است، می‌تواند به طور وسیعی در مدل‌سازی سامانه‌های پیچیده و پرداختن به مسایل عدم قطعیت در مدیریت سامانه‌ها به کار گرفته شود (Forrester, 1961). نرم‌افزارهای مختلفی برای ساخت مدل‌های پویایی سامانه وجود دارد. در این مقاله از نرم‌افزار VENSIM استفاده شده است. این نرم‌افزار از یک سری ابزارهای تحلیلی برخوردار است که آن را نسبت به سایر نرم‌افزارهای شبیه‌سازی منحصر به فرد می‌کند.

به این ترتیب فرآیند ارزیابی یکپارچه در سه فاز انجام می‌شود. اما برای نشان دادن جایگاه آن در برنامه‌ریزی و در نهایت مدیریت سامانه به فازهای بعد از ارزیابی نیز اشاره شده است. در فاز بعدی که قسمتی از فرآیند برنامه‌ریزی محسوب می‌شود، اثر سیاست‌های مختلف تحلیل می‌شود. براساس نتایج این مرحله می‌توان مناسب‌ترین سیاست‌گذاری‌ها را انتخاب کرد. بنابراین عنوان آن انتخاب سیاست‌های منتخب نام‌گذاری شده است. پس از آن برای سامانه تصمیم‌گیری شده و تصمیمات نهایی انتخاب می‌شوند (شکل ۱). در

چارچوب‌های مختلفی برای ارزیابی یکپارچه در سطح روابط علت و معلولی وجود دارند. این چارچوب‌ها می‌توانند به دو دسته بر مبنای گذشته و مبتنی بر آینده تقسیم شوند. دو چارچوب پرکاربرد و اصلی در این زمینه عبارتند از: DPSIR و GOF<sup>۱۱</sup>. چارچوب DPSIR اولین بار توسط سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی (OECD<sup>۱۲</sup>) در سال ۱۹۹۳ به عنوان یک استراتژی برای گزارش ارزیابی یکپارچه از وضعیت زیست‌محیطی با استفاده از نشانگرها معرفی شد. این چارچوب ارزیابی را بر مبنای گذشته انجام می‌دهد (Kristensen, 2004). DPSIR در گزارش‌های ارزیابی یکپارچه مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است که از جمله مشهورترین آنها می‌توان به گزارش ارزیابی کیفی و کمی آب اروپا توسط آژانس زیست‌محیطی اروپا (EEA, 2003)، چهارمین گزارش چشم‌انداز جهانی محیط زیست (GEO4) توسط برنامه محیط زیست سازمان ملل (UNEP, 2007)، اولین، دومین، سومین، و چهارمین گزارش جهانی توسعه آب (WWDR) توسط سازمان ملل (UN, 2003; 2006) و مطالعات دیگری از جمله پروژه MULINO برای ارزیابی سیاست‌های آبی (Vázquez and Mattei, 2003) اشاره کرد.

چارچوب هدف‌گرا GOF که ارزیابی به اعتبار آینده‌نگری را انجام می‌دهد، برای تعریف نشانگرها به عنوان قسمتی از پروژه تحقیقاتی SEAMLESS-IF معرفی شد. هدف این پروژه تحقیقاتی تعریف یک ابزار کامپیوتری برای ارزیابی یکپارچه تأثیر سیاست‌ها یا تکنولوژی‌های جدید روی سامانه کشاورزی بود و در آن ابعاد زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی توسعه پایدار به صورت همسان به یکدیگر ارتباط داده می‌شوند. در چارچوب GOF اندرکنش‌ها و تعامل‌های بین نشانگرها بین و درون سه بعد توسعه پایدار به تصویر کشیده می‌شوند

هزینه‌های آن، شناسایی عناصر در لایه‌های اول تا سوم اجرا می‌شود. انجام لایه اول ضرورت دارد ولی لایه‌های بعدی قابل انتخاب شدن یا چشم پوشی کردن هستند. در مورد خراسان جنوبی، شناسایی عناصر در لایه اول که ضروریست، انجام شده است. این مرحله از شناخت سامانه پایه و اساس مراحل بعدی است و اطلاعات اولیه را برای شناخت فراهم می‌کند. وضعیت منابع و مصارف آب در لایه اول به این صورت است که مقدار بارندگی بسیار کم، و متوسط بارندگی در ماه‌های گرم و سرد بین ۰/۱ تا ۹۵/۱ میلی‌متر متغیر است. رودخانه‌های استان عمدتاً فصلی با تعداد سیلاب‌های اتفاقی کم و جریان‌های پایه نسبت به حجم سیلاب کم هستند. در اغلب موارد به علت شوری یا دشواری، استفاده از منابع آب سطحی صورت نمی‌گیرد. بنابراین دسترسی به آب، محدود به منابع زیرزمینی است. علاوه بر این به دلیل کمبود پوشش گیاهی، سیلاب در این منطقه نیز اغلب خساراتی را وارد می‌کند. به دلیل بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی نرخ کاهش منابع آب زیرزمینی بر اساس بیلان دراز مدت ۲۵ ساله ۱۴۲ میلیون مترمکعب در سال گزارش شد (Regional water company of South Khorasan, 2012).

ادامه، به منظور نشان دادن چگونگی استفاده از این فرایند، مراحل اجرای فرآیند پیشنهادی برای ارزیابی سامانه منابع آب استان خراسان جنوبی پیاده‌سازی شده است.

### ۲-۱-۱- فاز اول: شناسایی سامانه

شناسایی سامانه در دو بخش کلی شناسایی عناصر و شناسایی و مشارکت گردوداران طبقه‌بندی شده است. منظور از شناسایی عناصر سامانه یافتن اطلاعات اولیه لازم برای شکل‌گیری تصویر اولیه‌ای از سامانه است که به عنوان نقطه آغاز مورد توجه قرار می‌گیرد. منظور از شناسایی و مشارکت گردوداران، پیدا کردن افراد مؤثر در فرآیند مدیریت و ساختار بندی آنها است (شکل ۲). شایان ذکر است مشارکت گردوداران در سایر مراحل ارزیابی و مدیریت یکپارچه به خصوص در مراحل تولید و انتخاب گزینه‌ها و تصمیم‌گیری هم می‌تواند ادامه داشته باشد. در تحقیق حاضر از مشارکت گردوداران در بخش شناسایی مقدماتی استفاده شده است.

– شناسایی عناصر: شناسایی عناصر می‌تواند در لایه‌های مختلفی انجام شود، بدین معنی که بسته به عمق مورد انتظار از ارزیابی و

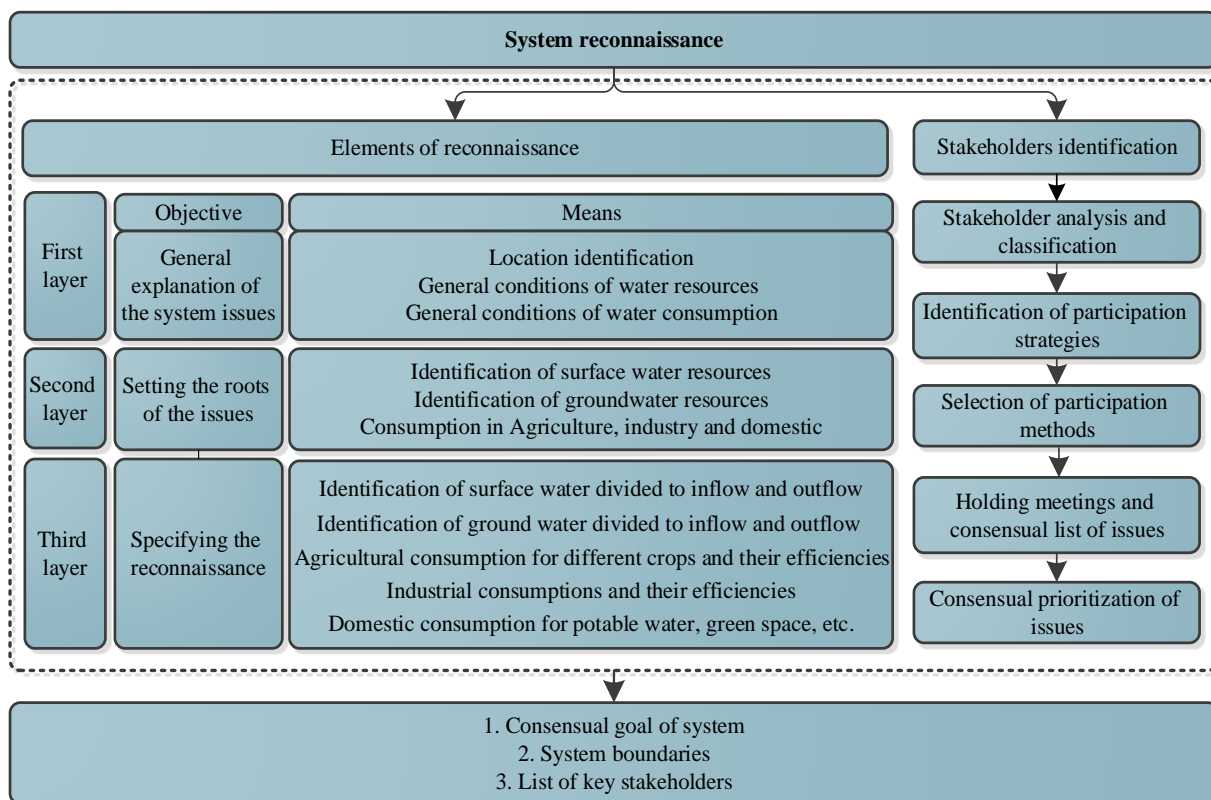


Fig. 2- The process of system reconnaissance

شکل ۲- فرآیند شناسایی سامانه

– شناسایی و مشارکت گروه‌داران: با توجه به اهمیت و نقش مؤثر مشارکت گروه‌داران در موفقیت کل یک فرآیند، الگویی جهت بررسی چگونگی نقش آفرینی مثبت هریک از گروه‌داران در شکل ۳ پیشنهاد شده است. شناسایی گروه‌داران با انتخاب فهرست اولیه گروه‌داران آغاز می‌شود و سپس از آنها برای انتخاب گروه‌داران دیگر به روش گلوله برفی کمک گرفته می‌شود تا فهرست اولیه گروه‌داران استخراج شده و فرآیند شناسایی گروه‌داران شکل گیرد. مرحله بعد سازماندهی و آنالیز گروه‌داران است که در این مرحله گروه‌داران می‌توانند در قالب چند فراکسیون از قبیل فراکسیون کشاورزی، صنعت، خدمات شهری، متولیان آب و غیره سازماندهی شوند و کیفیت و کمیت اطلاعات، و منابع در اختیار آنها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد. پس از تحلیل و بررسی با توجه به ویژگی‌های متعدد گروه‌داران از قبیل میزان منفعت در پروژه، قدرت و نفوذ گروه‌داران، دسترسی و استفاده از منابع و غیره میزان اثرگذاری هر گروه (فراکسیون) در فرآیند مشارکت گروه‌داران تعیین می‌شود. پس از آن روش مشارکتی انتخاب می‌شود که می‌تواند به شکل‌های مختلفی از جمله گفتگو، بازدید میدانی، کارگاه و غیره باشد به عنوان مثال در روش گفتگو یک موضوع مطرح می‌شود، سپس این موضوع بین گروه‌داران به بحث گذارده می‌شود و توسط یک تسهیل‌گر از جمع‌بندی بحث‌ها نتیجه‌گیری توافقی برای آن موضوع حاصل می‌شود. پس از آن و در پی برگزاری جلسات مختلف که می‌تواند همراه با پرسشنامه باشد، یک لیست توافقی از مشکلات شکل می‌گیرد. در نهایت لیست توافقی مشکلات به بحث گذاشته شده و اولویت‌بندی می‌شوند.

در فاز اول با موضوع شناسایی سامانه، الگوی مزبور (شکل ۳)، براساس روش و نتایج به کار گرفته شده توسط

Omranian Khorasani (2012). در مورد خراسان جنوبی توسعه داده شد. در این راستا، ابتدا با کاوش منطقه و صحبت با افراد محلی، همچنین نظرات کارشناسی کارشناسان شرکت آب منطقه‌ای خراسان جنوبی تعدادی از گروه‌داران انتخاب شدند. سپس از روش گلوله برفی برای انتخاب سایر گروه‌داران استفاده شد. از آنجایی که گروه‌داران مرتبط تعداد کثیری را شامل می‌شدند، تعدادی از گروه‌داران به عنوان نماینده انتخاب شدند و تعدادی از نمایندگان هر مجموعه با عنوان فراکسیون ساختاربندی گردیدند. این فراکسیون‌ها عبارت بودند از کشاورزی، متولیان آب، شهری و خدمات، محیط زیست، و صنایع که در مجموع پنج فراکسیون را تشکیل می‌دادند. سپس «شورای موقت سیاست‌گذاری منابع آب» مرکب از پنج فراکسیون شکل گرفت. علاوه بر این، جلسات مستقلی با هر فراکسیون برای توجیه گروه‌داران در خصوص مسأله برگزار گردید. طی اولین جلسات با فراکسیون‌ها برای هر فراکسیون نیز یک رئیس سنی با توجه به معیارهای شناخت، سن و مقبولیت عمومی از سوی دیگر اعضا مشخص شد. پس از بررسی‌های به عمل آمده و هماهنگی‌های صورت گرفته با شرکت آب منطقه‌ای استان خراسان جنوبی و شناسایی گروه‌های گروه‌داران، تعداد و اعضای هر فراکسیون با توجه به میزان اثرگذاری هر کدام از آنها بر بخش آب تعیین گردید. به عنوان مثال فراکسیون کشاورزی به دلیل میزان اثرگذاری بیشتر بر وضعیت منابع آب، نسبت به سایر گروه‌ها، ۳۰ نفر و فراکسیون صنعت ۵ نفر عضو داشتند. در روش مشارکتی پیشنهادی، ابتدا یک موضوع مطرح می‌شد، سپس این موضوع بین گروه‌داران به بحث گذارده می‌شد و از جمع‌بندی بحث‌ها نتیجه‌گیری توافقی برای آن موضوع حاصل می‌شد. ابتدا سه جلسه توجیهی برگزار گردید. سپس شورای موقت سیاست‌گذاری منابع آب کار خود را در محل استانداری آغاز کرد (Omranian Khorasani, 2012).

در فاز اول با موضوع شناسایی سامانه، الگوی مزبور (شکل ۳)، براساس روش و نتایج به کار گرفته شده توسط

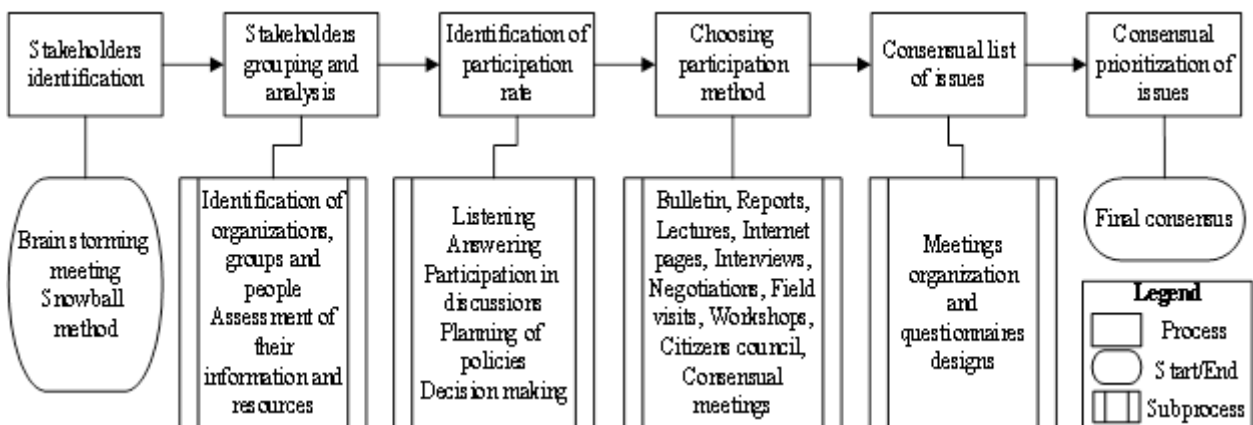


Fig. 3- The process of Stakeholder participation in reconnaissance phase  
شکل ۳- الگوی مربوط به فرآیند مشارکت گروه‌داران در فاز شناسایی سامانه

### – نشانگرهای DPSIR (مفهوم‌سازی بر مبنای گذشته)

برای استان خراسان جنوبی تنظیم چارچوب DPSIR و تعریف نشانگرها در چهار مرحله انجام شد. مرحله اول شامل شناسایی حالت موجود در سامانه است که تغییر آن باید مورد بررسی قرار گیرد. بر اساس آنچه که در فاز اول یعنی شناسایی سامانه، توضیح داده شد، مهمترین مسأله در سامانه منابع آب خراسان جنوبی، براساس فرآیند مشارکت گرداران در این موضوع، کاهش سطح آب زیرزمینی است و به این ترتیب تغییرات کمیت و کیفیت در آب زیرزمینی به عنوان مهمترین مشخصه سامانه به عنوان حالت سامانه در نظر گرفته شد.

در مرحله دوم فشارهایی که باعث ایجاد این تغییرات شده‌اند، شناسایی شدند. در استان خراسان جنوبی برداشت کشاورزی، صنعت و شرب و تولید فاضلاب در این سه بخش، فشارهایی هستند که کمیت و کیفیت آب زیرزمینی یعنی حالت سامانه را تغییر می‌دهند، علاوه بر آن فشار دیگری نیز وجود دارد که عبارت است از بروز خشکی در سامانه که با استفاده از نشانگرهای بارندگی، دما و تبخیر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مرحله سوم شامل شناسایی نیروهای محرک به وجود آورنده فشارها است. محرک‌های به وجود آورنده فشار در بخش کشاورزی، گسترش بخش کشاورزی و تغییرات سیاستی در این بخش است که با نشانگرهای سطح زیر کشت، الگوی کشت و مصرف کود مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش خانگی نیز افزایش جمعیت و تغییرات الگوی مصرف آنها به عنوان محرک بر سامانه فشار وارد می‌کنند که با نشانگرهای جمعیت و الگوی مصرف خانگی بررسی می‌شوند، و در بخش صنعت گسترش آن باعث ایجاد فشار بر سامانه می‌شود که با نشانگرهای تعداد واحدهای صنعتی و الگوی مصرف آنها مورد توجه قرار می‌گیرند.

در مرحله چهارم اثرات ناشی از تغییر حالت شناسایی شده در مرحله اول، تعیین شده و مورد بررسی قرار گرفتند. اثراتی که در استان خراسان جنوبی بر اثر تغییرات کمیت و کیفیت آب زیرزمینی بروز کرده‌اند، در سه بخش مورد بررسی قرار گرفتند. این اثرات شامل گسترش شوری و نشست زمین در بخش زیست‌محیطی، تغییر کمیت و کیفیت محصول در بخش اقتصادی و مهاجرت از روستا به شهر و بیکاری در بخش اجتماعی هستند. شایان ذکر است تمام عواملی که به عنوان محرک، فشار، تغییر حالت و اثر شناسایی شدند با بررسی آمار، مستندسازی شده و مورد صحت‌سنجی قرار گرفتند. نتایج این چهار مرحله و تعریف نشانگرها در جدول ۱ آمده است (Samareh Hashemi, 2014).

برای تعیین توافقی مشکلات، در اولین نشست رسمی شورای موقت آب از گرداران خواسته شد مشکلات آبی استان خود را توضیح دهند. در جلسات بعدی از گرداران خواسته شد موضوعاتی را که فهرست کرده بودند، اولویت‌بندی کنند. در این جلسات از هر گونه دخالتی در بحث‌ها خودداری شد. فهرست مشکلات و اولویت آنها به بحث گذاشته شد و جمع‌بندی نهایی با خود گرداران بود. در نهایت فهرست توافقی مشکلات منابع آب استان خراسان جنوبی و اولویت آنها به دست آمد و مهمترین مشکل سامانه با توافق گرداران "کم آبی و کاهش منابع آب استان" و به طور خاص "بررسی کاهش منابع آب زیرزمینی" تعیین شد (Omranian Khorasani, 2012). از آن جایی که این مسأله در محدوده مرز سیاسی استان تعریف می‌شود، و از سویی دیگر برای مدیریت مسأله مورد نظر، نیاز به ابزار اجرایی است، که در محدوده مرزهای سیاسی قابل تعریف است، مرز سامانه، مرز تقسیمات کشوری یعنی استان خراسان جنوبی و هدف اصلی سامانه، مدیریت و حفاظت از منابع آب زیرزمینی تعیین گردید.

### ۲-۱-۲- فاز دوم: مفهوم‌سازی

در فاز مفهوم‌سازی باید نشانگرهای لازم و کلیدی، همچنین روابط علت و معلولی در سامانه مشخص گردند. به عبارت دیگر برای شناخت درست و جامع از منابع آب زیرزمینی استان خراسان جنوبی در جهت رسیدن به یک مدیریت صحیح و حفاظت از منابع آب زیرزمینی چه متغیرهایی باید در نظر گرفته شوند و روابط علت و معلولی بین آنها چه خواهد بود. سپس بر اساس آنها یک مدل مفهومی برای سامانه شکل می‌گیرد و با توجه به مدل مفهومی برای سامانه نظریه‌پردازی شده و تحلیل ارائه می‌شود. از آنجا که گذشته هر سامانه، پایه‌ای در تحلیل فرآیندهای آن به شمار می‌رود، مفهوم‌سازی بر اساس گذشته لازم است. چارچوب DIPSIR با توجه به ویژگی و ساختاری که دارد می‌تواند برای این بخش به کار گرفته شود. از طرف دیگر، نگاه به آینده و تغییراتی که می‌تواند برای هر سامانه‌ای ایجاد شود، ابعاد استراتژیک یک فرآیند را تشکیل می‌دهد. باتوجه به ویژگی‌ها و ساختار چارچوب GOF، این چارچوب می‌تواند بعد آینده‌نگری مسأله را پوشش دهد. در نتیجه، استفاده از چارچوب ترکیبی CEPEAF بر اساس تلفیق DPSIR و GOF در نقش مکمل یکدیگر می‌تواند نگرش جامع‌تری باتوجه به ابعاد تجربه شده در گذشته و احتمالی در آینده، در فاز مفهوم‌سازی ایجاد نماید. در ادامه برای خراسان جنوبی نشانگرهای DPSIR و GOF معرفی شده و نحوه تعریف آنها تشریح شده است.

**Table 1- DPSIR indicators in South Khorasan**

جدول ۱- نشانگرهای DPSIR در خراسان جنوبی

Drivers		Pressures		State	Impact
Agriculture	cultivated area	Agriculture	Wastewater	Environment	salinity propagation
	crop pattern		water withdrawal		land subsidence
Industry	fertilizer consumption	Industry	wastewater	Economic	crop quantity slumps
	number of industrial units		water withdrawal		crop quality slumps
Domestic	consumption pattern	Domestic	wastewater	Social	rural to urban migration
	population		water withdrawal		Unemployment
	consumption pattern		precipitation		Poverty
			Temperature		
			Evaporation		

نشانگرهای بعد زیست محیطی در چارچوب GOF، هدف، روند رسیدن، و مؤلفه‌های تحقق برای رسیدن به اهداف زیست محیطی را نشان می‌دهند. هدف در این بعد، حفظ سلامت و رفاه انسان، موجودات زنده و ساکنین است. بنابراین در مورد سامانه منابع آب استان خراسان جنوبی کمیت و کیفیت آب زیرزمینی باید حفظ شود. روند رسیدن به این هدف، مدیریت ورودی و خروجی آب زیرزمینی، همچنین حفظ ساختار و حاصل خیزی خاک است. مؤلفه‌های تحقق موجود نیز منابع آب زیرزمینی هستند و نشانگرهای لازم برای هر زیر زمینه در جدول ۲ معرفی شده‌اند.

– نشانگرهای GOF (مفهوم سازی به اعتبار آینده)

برای استان خراسان جنوبی با استفاده از چارچوب GOF و کمک گرفتن از فهرست نشانگرهای انتخاب شده در پروژه SEAMLESS-IF نشانگرها انتخاب شدند. همچنین در این بخش، از الگوی مشارکت گرداران مبتنی بر اسناد توسعه و نظرات کارشناسی نیز بهره گرفته شد. در ادامه فهرست نشانگرهای GOF به تفکیک سه بعد محیط زیست، اقتصاد و اجتماع آورده شده است.

**Table 2- Environmental dimension indicators**

جدول ۲- نشانگرهای بعد زیست محیطی

Environmental Dimension			
	Theme	Sub-theme	Indicator
Ultimate goal	protection of human health and welfare, living beings and habitats	Groundwater	Groundwater level Ground water quality
		Groundwater inflow	Groundwater inflow
Process of achievement	Maintenance of environmental balance or functions	Groundwater withdrawal	Groundwater withdrawal
		Soil fertility	Nitrogen, Potassium, Phosphorus, Soil organic materials
		Soil structure	Land subsidence
Means	Environmental components and renewable and non-renewable resources	Groundwater resources	Agricultural, industrial and domestic water withdrawal, cultivated area, crop pattern, cultivated area equipped with efficient irrigation methods, domestic consumption pattern, population, number of industrial units, industrial consumption pattern, evaporation, number of renovated Qantas



اجتماعی، معمولاً وزن کمتری برای بخش اجتماعی در نظر گرفته می‌شود، اما بسیار مهم است که بتوان اثرات اجتماعی سیاست‌گذاری‌ها را بررسی کرد. با توجه به نگاه مکمل دو چارچوب DPSIR و GOF نسبت به موضوع، در مجموعه ۳۹ نشانگر برای شناسایی جامع‌تر سامانه آب استان خراسان جنوبی به کار گرفته شد. جزییات مربوط به کمی کردن این نشانگرها و بررسی آمار و مستندات مربوطه در مرجع Samareh Hashemi and Bagheri (2018) قابل دسترس می‌باشند. بررسی و تحلیل نشانگرها که همان پارامترهای کلیدی سامانه هستند تصویری از وضعیت سامانه فراهم می‌کند که پایه و اساس تعریف مدل مفهومی است، به عبارت دیگر با توجه به روند تغییرات نشانگرها و روابط بین آنها می‌توان مدل مفهومی را توسعه داد که در بخش بعدی آمده است.

**تحلیل نشانگرها و مدل مفهومی**

توسعه مدل مفهومی پیشنهادی سیستم منابع آب استان خراسان جنوبی بر اساس چارچوب ترکیبی پیشنهادی CEPEAF، به ترتیب از DPSIR با ماهیت تحلیلی گذشته و حال آغاز می‌شود و به GOF با ماهیت تحلیل حال و آینده ختم می‌شود. با توجه به ساختار پیشنهادی،

در جدول ۳ نشانگرهای بعد اقتصادی معرفی شده‌اند که نمایانگر تاثیرات سیاست‌های مدیریتی پیشنهادی روی بخش اقتصادی هستند. طی بررسی‌های انجام شده داده‌های لازم برای کمی کردن تعدادی از نشانگرهای بعد اقتصادی مثل رفاه عمومی (مازاد اقتصادی)، مجموع هزینه‌ها، تغییرات ارزش زمین در دسترس نبود، بنابراین تمام نشانگرها کمی نشده‌اند. یکی از مهمترین نشانگرها و اولین نشانگر در بخش "هدف نهایی" تولید محصول در واحد سطح است که برای بررسی آن محصولات به دو دسته کلی زراعی و باغی تقسیم شده و برای هر دسته تغییرات میزان تولید در واحد سطح کمی شد.

دسته آخر نشانگرها، نشانگرهای مربوط به بعد اجتماعی هستند (جدول ۴). از آنجایی که اثرات اجتماعی سیاست‌گذاری‌ها در بخش اجتماعی بسیار با اهمیت هستند سعی شده است که با توجه به محدودیت داده‌ها در این بخش تا حد امکان نشانگرها کمی شده و مورد بررسی قرار گیرند.

نشانگرهای اجتماعی، اثر سیاست‌ها را روی بعد اجتماعی نشان می‌دهند. به دلیل مشکل بودن جمع‌آوری داده‌ها و کمی کردن مسائل

**Table 3- Indicators of the economic dimension**  
**جدول ۳- نشانگرهای بعد اقتصادی**

Economic dimension			
Theme	Sub-theme	Indicator	
Ultimate goal	Profitability	Viability	Crop product per unit area, agricultural income, public welfare (economic surplus), banking facilities in agricultural sector, net value of capital, agricultural value added
		Public preferences for investment in agriculture	Subsidies
		Productivity	Crop productivity per unit area, value added
Process for achievement	Performance	Profitability	Agricultural income, profitability of agricultural processing industry, net capital value, agricultural value added
		Growth	Value added
		Trading	Ratio of export to import
		Government interference	Government capital share, subsidies, subsidies marginal productivity, field value changes
Means	Financial and productive capital	Non-agricultural activities	Industrial income, industrial value added
		Capital inventory	Profitability of banking system
		Saving and investment	Farmers investment
		Loan and debt	Farmers loans

Table 4- Indicators of the Social Dimension

جدول ۴- نشانگرهای بعد اجتماعی

Social dimension			
	Theme	Sub- theme	Indicator
Ultimate goal	Quality of life	Poverty/ wealth	Social class differences (Gini index), poverty
Process for achievement	Social human capital	Education	Educated percent
		Employment	Employment, employment in agricultural sector
		Age Sex	Age pyramid Man/woman
Means	population	Immigration	Immigration to cities
		Ratio of farmers population to total population Population growth	Ratio of farmers population to total population Population growth rate

یا همان تعریف پاسخها جلب می‌کنند. متغیرهای این مرحله در سه بخش زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی مطابق جداول ۲ تا ۴ تعریف می‌شوند و مولفه‌های تحقق و روند موجود در هر بخش برای رسیدن به هدف را مد نظر قرار می‌دهند. بر اساس مجموع متغیرهای به‌دست آمده از چارچوب CEPEAF، می‌توان یک مدل مفهومی جامع از منابع آب استان خراسان جنوبی را ترسیم کرد که در شکل ۴ نشان داده شده است. جزئیات کمی این مدل مفهومی در مرجع Samareh Hashemi and Bagheri (2018) قابل دسترسی می‌باشد. در اینجا این نتایج به صورت روندهای افزایش/کاهش نشان داده شده‌اند.

ابتدا مهمترین تغییر در حالت سامانه، که کاهش سطح منابع آب زیرزمینی است شناسایی می‌شود. سپس متغیرهای مربوط به فشارهای موجود در سامانه که باعث این تغییر حالت شده‌اند شناسایی می‌گردند (جدول ۱) و به دنبال آن متغیرهای مربوط به نیروهای محرک که عامل ایجاد این فشارها بوده‌اند (جدول ۱)، در نظر گرفته می‌شوند. در مرحله چهارم متغیرهایی که بر اثر تغییر حالت، تأثیر پذیرفته‌اند شناسایی می‌شوند (جدول ۱). برای تبیین پاسخها یا راه‌حلهایی که بتوان سامانه را به حالت تعادل برگرداند باید به متغیرهای دیگری با مبنای آینده‌نگری نیز توجه شود. این متغیرها که برگرفته از چارچوب GOF هستند توجه ما را به قابلیت‌های سامانه در هنگام سیاست‌گذاری

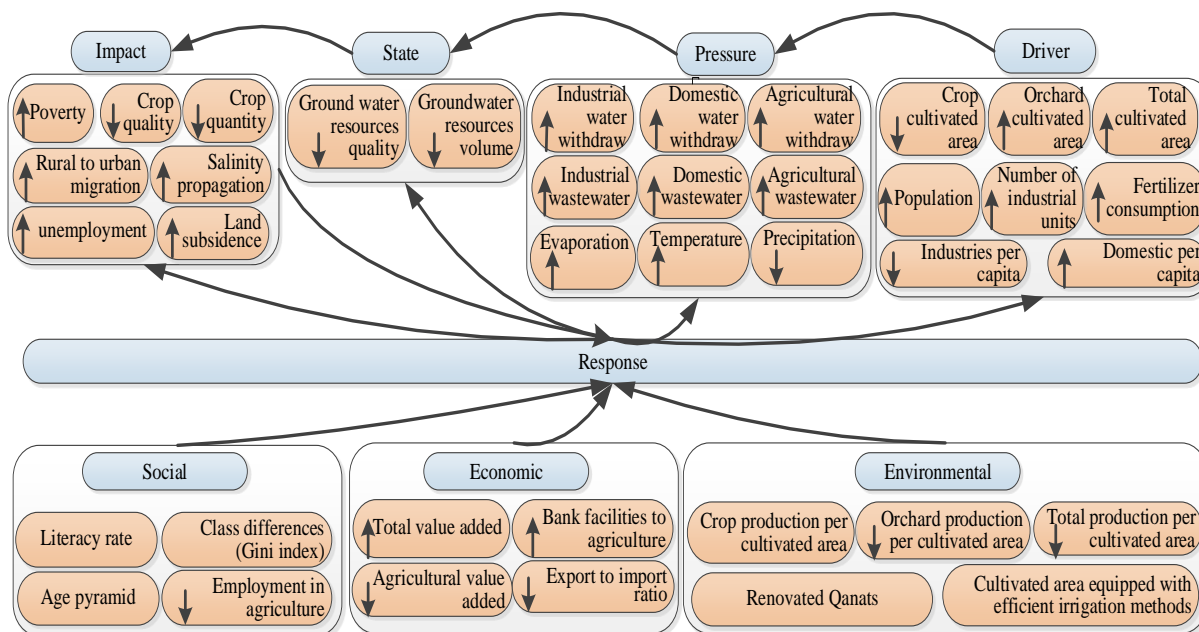


Fig. 4- Conceptual model of South Khorasan water resources

شکل ۴- مدل مفهومی سامانه منابع آب خراسان جنوبی

شده توجه کرد. بر این اساس نشانگر تولید در واحد سطح کل روند کاهشی نشان می‌دهد و در کنار آن نشانگر تولید در واحد سطح محصولات باغی نیز روند کاهشی نشان می‌دهد. اما نشانگر تولید در واحد سطح محصولات زراعی تقریباً ثابت است. این مسأله نشان از ناموفق بودن سیاست افزایش سطح زیر کشت باغی که در استان دنبال شده است، دارد. بنابراین در بخش سیاست‌گذاری باید مسأله کاهش سطح زیر کشت مورد بررسی قرار گیرد. علاوه بر این نشانگر سطح زیر کشت توسط روش‌های آبیاری نوین نشان می‌دهد که گرچه افزایشی است ولی نسبت به سطح زیر کشت کل فاصله زیادی دارد و تنها ۰/۲ درصد از کل سطح زیر کشت را شامل می‌شود. بنابراین در این قسمت هنوز جای کار وجود دارد. بررسی پارامتر طول قنوات احیاء شده (که یک روش مناسب برای برداشت آب است) نیز نشان می‌دهد که روند کاهشی داشته هنوز قنوات زیادی هستند که نیاز به احیاء شدن دارند. شایان ذکر است که مسئله احیاء قنوات در جلسات گروه‌داران نیز مطرح شده و عدم توجه به آن یکی از مشکلات سیستم بیان شده بود.

در بخش اقتصادی بررسی پارامتر تسهیلات بانکی نشان می‌دهد که گرچه افزایش داشته اما تأثیری در مقدار برداشت نداشته است. به عبارت دیگر اثر بخشی لازم را نداشته و باید به بازنگری در نحوه اعطای تسهیلات و مقدار آن توجه شود. ارزش افزوده کل گرچه افزایشی است ولی سهم کمی از ارزش افزوده در کشور را دارد. همچنین مقدار ارزش افزوده در واحد سطح کشاورزی کاهشی بوده است. بنابراین در بخش سیاست‌گذاری باید توسعه صنعت و معدن با توجه به پتانسیل بالای آن برای ایجاد ارزش افزوده مورد بررسی قرار گیرد. نسبت صادرات به واردات نیز کاهشی است که نشان از افول پویایی اقتصادی منطقه دارد.

وضعیت کاهش منابع آب به اندازه‌ای جدی و طولانی مدت است که حتی آثار اجتماعی آن نیز بروز کرده (آثار اجتماعی در زمان طولانی‌تری نسبت به سایر آثار بروز می‌کنند) و مهاجرت از روستا به شهر، بیکاری و فقر در منطقه خود را نشان داده است. در بخش اجتماعی، اختلاف طبقاتی، درصد سواد، هرم سنی و اشتغال در بخش کشاورزی نشانگرهایی هستند که باید قبل از تعریف پاسخها مد نظر قرار گیرند. شایان ذکر است که این بخش مدل مفهومی ارتباط وضعیت منابع آب با مهاجرت از روستا به شهر، وضعیت سواد و سایر پارامترهای اجتماعی را نشان می‌دهد.

## ۲-۱-۳- فاز سوم: آنالیز سامانه

در این فاز مدل‌سازی ریاضی با استفاده از پویایی سیستم‌ها و نرم‌افزار

همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود حجم و کیفیت منابع آب زیرزمینی به عنوان مهمترین متغیر تغییر حالت روند نزولی داشته است. دسته‌ای از فشارهای عامل ایجاد این تغییر، افزایش برداشت در سه بخش کشاورزی، شهری و صنایع هستند. دسته دیگر فشارها مربوط به ورودی به منابع آب زیرزمینی هستند که عبارتند از دما، بارندگی و تبخیر که دما و تبخیر افزایش یافته و بارندگی کاهش داشته که هر سه باعث کاهش ورودی به آب زیرزمینی شده‌اند. علاوه بر فشارهای ذکر شده، افزایش فاضلاب تولیدی سه بخش کشاورزی، شرب و صنعت نیز فشارهایی هستند که متغیر حالت کیفیت سیستم را تغییر داده‌اند.

محرک‌های موجود در سیستم که عامل ایجاد فشارهای ذکر شده در بالا هستند عبارتند از سطح زیر کشت، الگوی کشت (که به صورت سطح زیر کشت باغی و زراعی نشان داده می‌شود) و مصرف کود در بخش کشاورزی، جمعیت و سرانه مصرف شرب در بخش خانگی و تعداد واحدهای صنعتی و سرانه مصرف صنایع در بخش صنعت. بررسی الگوی مصرف صنایع نشان می‌دهد که روند آن به سمت اصلاح به عبارت دیگر کاهشی بوده است، بنابراین به عنوان نیروی محرک در سیستم محسوب نمی‌شود. از سوی دیگر تعداد واحدهای صنعتی افزایش داشته و در برآیند مقدار برداشت صنعت افزایش داشته است. در بخش خانگی نیز جمعیت و سرانه مصرف، روند افزایشی داشته‌اند. در بخش کشاورزی محرک سطح زیر کشت باغی افزایش یافته است، اما سطح زیر کشت زراعی در همین دوره زمانی تقریباً ثابت مانده است.

اثرات ناشی از تغییر حالت سیستم یعنی کاهش سطح آب زیرزمینی و کیفیت آن، عبارتند از گسترش شوری و نشست زمین در بخش زیست‌محیطی، کاهش کمیت و کیفیت محصول در بخش اقتصادی و افزایش فقر، بیکاری و مهاجرت از روستا به شهر در بخش اجتماعی. در بخش اقتصادی تولید به نسبت افزایش سطح زیر کشت افزایش نشان نمی‌دهد. اشتغال در بخش کشاورزی نیز کاهش داشته است. نشانگر مهاجرت از روستا به شهر نیز نشان می‌دهد که به شکل قابل توجهی مهاجرت از روستا به شهر اتفاق افتاده است و اشتغال کل نیز به عنوان تابعی از اشتغال در بخش کشاورزی روند کاهشی نشان می‌دهد. به تبع کاهش اشتغال و مهاجرت میزان فقر روند افزایشی نشان می‌دهد.

برای برگرداندن سیستم به حالت تعادل پاسخها یا همان سیاستها تعریف می‌شوند. در بخش زیست‌محیطی باید به نشانگرهای تولید در واحد سطح کل، تولید در واحد سطح باغی، تولید در واحد سطح زراعی، سطح زیر کشت توسط روش‌های آبیاری نوین و تعداد قنوات بازسازی

انباشته در منطقه از مجموع ارزش افزوده بخش‌های کشاورزی، صنعت و معدن و خدمات به دست می‌آید. به این ترتیب مدل کمی سامانه منابع آب بیرجند توسعه داده شد که شامل ۹۷ متغیر می‌باشد.

#### - صحت‌سنجی مدل

هیچ مدلی وجود ندارد که کاملاً صحیح باشد، چرا که هر مدلی نواقصی نسبت به سامانه واقعی خواهد داشت، از این رو بیشتر به دنبال بررسی سودمند بودن مدل‌ها هستیم تا اثبات صحت کامل آنها. با این حال نتایج مدل باید هماهنگی مناسبی با آمار واقعی داشته باشد. برای این منظور و صحت‌سنجی مدل توسعه داده شده از آزمون‌های مقایسه نتایج خروجی مدل با رفتار مشاهده شده مسأله (آزمون تکرار رفتار)، شرایط حدی و ارزیابی ساختار استفاده شده است که نتایج همه بررسی‌ها نشان از صحت مدل مزبور دارد (Samare Hashemi, 2014).

#### - بررسی سیاست‌ها

در فاز مفهوم‌سازی با توجه به روابط علی و معلولی و مکانیزم‌های موجود در سامانه تعدادی سیاست پیشنهاد گردید. مهمترین آنها عبارت بودند از کاهش سطح زیر کشت و رشد صنعت و معدن که در ادامه نتایج مربوط به این سیاست‌ها و سیاست ترکیبی کاهش سطح زیر کشت و رشد صنعت و معدن، بررسی می‌شود. برای مقایسه اثر سیاست‌ها از دو متغیر منابع آب و سرانه ارزش افزوده استفاده شده است. به این ترتیب که با اعمال هر یک از سیاست‌ها، متغیرهای مزبور بررسی شده و مورد مقایسه قرار می‌گیرند. شایان ذکر است که فرض می‌شود سیاست‌های مورد بررسی از سال ۱۳۹۲ روی سامانه اعمال شوند و نتایج آنها تا سال ۱۴۰۰ شبیه‌سازی شده است.

الف) رشد صنعت و معدن: در این سیاست فرض شده است که صنایع و معادن گسترش یابند. این سیاست به این دلیل مد نظر قرار گرفته است که برداشت آب در بخش صنعت و معدن نسبت به کشاورزی ناچیز می‌باشد. بنابراین گسترش صنایع و معادن برای بررسی وضعیت ارزش افزوده مدنظر قرار می‌گیرد. همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود رشد سالانه ۶ درصدی آن نسبت به سال مرجع (۱۳۹۱) تأثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش منابع آب زیرزمینی نمی‌گذارد، اما در شکل ۶ مشاهده می‌شود که تأثیر آن بر سرانه ارزش افزوده قابل توجه است.

ب) کاهش سطح زیر کشت باغی و زراعی: در این سیاست ترکیبی کاهش سطح زیر کشت به طور کلی در نظر گرفته شده است به عبارت دیگر اثر کاهش سطح زیر کشت باغی و زراعی در کنار هم و به مقادیر

VENSIM برای دشت بیرجند به عنوان نماینده خراسان جنوبی انجام شده است. برای توسعه مدل نیاز به شناخت دینامیک‌های حاکم بر سامانه و متغیرهای اصلی است که در فاز مفهوم‌سازی تعیین شده و مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مدل از دو بخش کلی منابع آب زیرزمینی و ارتباط آن با فعالیت‌های موجود در سامانه تشکیل شده است. شایان ذکر است برای توسعه مدل از نتایج تحقیق (Mohamadi 2013) نیز استفاده شده است.

#### - زیر مدل منابع آب

این زیرمدل، وظیفه مدل کردن منابع آب موجود جهت استفاده در دیگر بخش‌ها را دارا می‌باشد. این زیرمدل بر اساس معادله بیلان آب ساخته شده است که متغیر مرجع آن منابع آب زیرزمینی است. ورودی‌ها شامل تغذیه از بارندگی، ورودی از سفره‌های آب زیرزمینی مجاور، نفوذ از جریانات سطحی و آب برگشتی است. خروجی‌ها شامل مصرف شرب، مصرف صنایع و معادن آب بر و مصرف کشاورزی شامل مصرف باغی و زراعی است. کاهش ورودی‌ها به آب زیرزمینی و افزایش خروجی از آن همان‌طور که در فاز مفهوم‌سازی نشان داده شد فشار وارد بر سامانه را مدل می‌کنند.

#### - زیر مدل اقتصادی

اقتصاد منطقه بر سه پایه کشاورزی، صنعت و معدن و خدمات استوار است. مدل‌سازی بخش اقتصادی با شبیه‌سازی روابط بین این سه بخش به طور کلی و در نظر گرفتن متغیرهایی که در فاز مفهوم‌سازی استخراج شد، انجام پذیرفته است. زیربخش کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصاد می‌باشد. سری زمانی عملکرد محصولات برای هر سال، با استفاده از سطح زیرکشت و میزان تولید محصول شاخص به دست آمده و این پارامتر به صورت سری زمانی وارد مدل می‌شود. همچنین برای بخش صنعت و معدن نیز با توجه به میزان تولید به ازای واحد آب مصرفی، مقدار تولید کل محاسبه می‌شود. ارزش افزوده خدمات نیز برای سه بخش کشاورزی، صنعت و معدن و شهری به صورت درصد مشخصی (با استفاده از نظرات کارشناسی) از قیمت محصولات در هر بخش به مدل وارد می‌شود. شایان ذکر است در اقتصاد، تفاوت بین قیمت فروش و هزینه‌های نهاده‌های تولید یک محصول، ارزش افزوده در هر واحد است. در این مقاله از آن جایی که هزینه‌های مربوط به همه بخش‌ها و همچنین ارزش افزوده بخش‌ها در دسترس نبود، به جای ارزش افزوده، قیمت فروش مورد توجه قرار گرفته است، ولیکن اگر داده‌های مورد نیاز در دسترس باشند، مدل قادر به محاسبه ارزش افزوده نیز می‌باشد. همچنین برای حذف اثر تورم، داده‌ها به ارزش افزوده حقیقی تبدیل خواهند شد. ارزش افزوده

گسترش صنایع و معادن، کاهش ارزش افزوده ناشی از کاهش سطح زیر کشت جبران خواهد شد. از آنجایی که در سیاست کاهش سطح زیر کشت مشاهده شد که به ازای ۶ درصد کاهش، وضعیت منابع آب به تعادل می‌رسد، بنابراین، گسترش صنایع و معادن به اندازه‌های ۲، ۴ و ۶ درصد به ازای ۶ درصد کاهش سطح زیر کشت، نسبت به سال مرجع (۱۳۹۱) بررسی شده که نتایج آن در شکل‌های ۹ و ۱۰ دیده می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود ۴ درصد گسترش صنایع و معادن می‌تواند کاهش ارزش افزوده ناشی از ۶ درصد کاهش سطح زیر کشت را جبران کند.

مختلف ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد از سطح زیر کشت نسبت به سال مرجع (۱۳۹۱) در نظر گرفته می‌شود.

کاهش سطح زیر کشت به میزان ۶ درصد وضعیت آبخوان را به تعادل نزدیک می‌کند (شکل ۷) اما باعث کاهش سرانه ارزش افزوده می‌شود (شکل ۸). بنابراین سیاست‌های کاهش سطح زیر کشت و افزایش صنعت و معدن برای جبران سرانه ارزش افزوده بررسی می‌شوند.

پ) افزایش صنعت و معدن در شرایط کاهش سالانه ۶ درصد از سطح زیر کشت: در این سیاست بررسی می‌شود که به ازای چند درصد

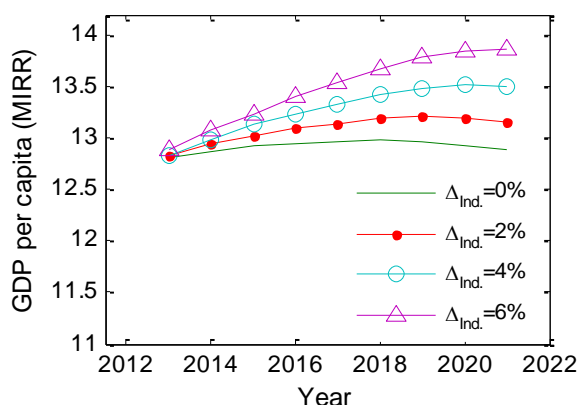


Fig. 6-Value added per capita changes versus increase in industries and mining

شکل ۶- وضعیت سرانه ارزش افزوده با رشد صنایع و معادن

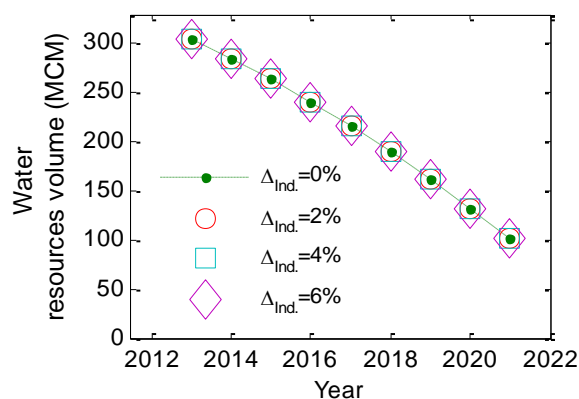


Fig. 5- Ground water resources changes versus increase in industries and mining

شکل ۵- وضعیت حجم منابع آب زیرزمینی با رشد صنایع و معادن

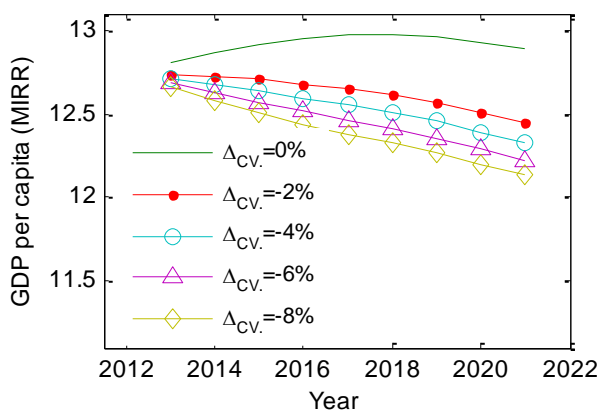


Fig. 8-Value added per capita changes versus decrease in crop and orchard cultivated area

شکل ۸- وضعیت سرانه ارزش افزوده با کاهش سطح زیر کشت باغی و زراعی

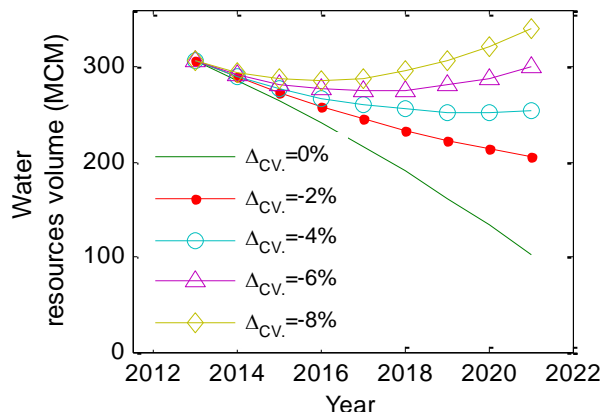


Fig. 7- Ground water resources changes versus decrease in crop and orchard cultivated area

شکل ۷- وضعیت حجم منابع آب زیرزمینی با کاهش سطح زیر کشت باغی و زراعی

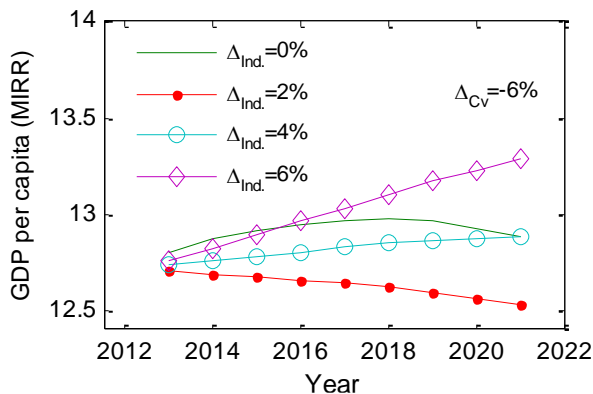


Fig. 10-Value added per capita changes versus 6% decrease in crop and orchard cultivated area and increase in industries and mining

شکل ۱۰- وضعیت سرانه ارزش افزوده با کاهش ۶ درصد سطح زیر کشت باغی و زراعی و رشد صنایع و معادن

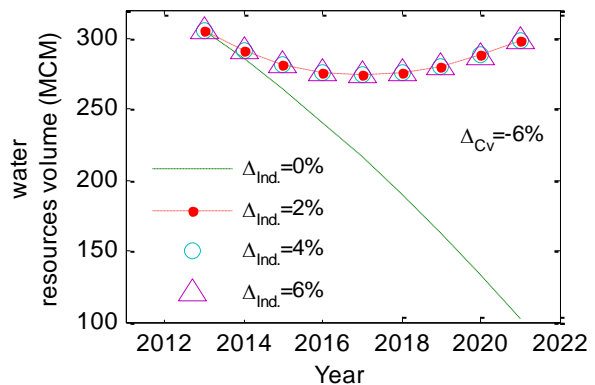


Fig. 9- Ground water resources changes versus 6% decrease in crop and orchard cultivated area and increase in industries and mining

شکل ۹- وضعیت حجم منابع آب زیرزمینی با کاهش ۶ درصد سطح زیر کشت باغی و زراعی و رشد صنایع و معادن

در بخش کشاورزی افزایش برداشت وجود داشته است؛ اما تولید و ارزش افزوده در واحد سطح روند کاهشی داشته است. بنابراین آب اضافی که طی سالیان برداشت شده است برای سطح زیر کشت اضافی صرف شده است در صورتی که راندمان‌ها نه تنها در جهت بهتر شدن نبوده بلکه روند کاهشی داشته است. حتی در مورد محصولات باغی که سیاست‌گذاری‌ها در جهت افزایش سطح زیر کشت آنها بوده است روند نزولی تولید در واحد سطح کاملاً قابل توجه است. وضعیت کاهشی نشانگرهای ارزش افزوده کل، ارزش افزوده کشاورزی، نسبت صادرات به واردات منطقه نشان از افول پویایی اقتصادی منطقه دارد و روند افزایشی نشانگر تسهیلات بانکی به کشاورزی نشان می‌دهد که تسهیلات بانکی گرچه افزایش داشته اما تأثیری در مقدار برداشت نداشته است. به عبارت دیگر اثر بخشی لازم را نداشته و باید به بازنگری در نحوه اعطای تسهیلات و مقدار آن توجه شود. با توجه به اینکه اشتغال در بخش کشاورزی در منطقه نسبت به متوسط کشور بیشتر است آسیب‌پذیری این استان نسبت به کم آبی بیشتر است و فقر مالی بیشتر خود را نشان می‌دهد. همچنین، بخش کشاورزی بالاترین سهم در تولید ارزش افزوده استان را دارد و با توجه به وضعیت بخش کشاورزی مشخص می‌شود که استان بسیار آسیب‌پذیر است. بنابراین اشتغال در بخش‌های دیگر باید به صورت جدی مد نظر قرار گیرد. به خصوص اینکه در بخش صنعت و معدن و خدمات پتانسیل خوبی وجود دارد و از طرفی بر اساس گزارش آمایش سرزمین نیز استان برای کشاورزی مناسب نیست (South Khorasan plan and budget organization, 1996).

در بخش صنعت و معدن سرانه مصرف در صنایع روند کاهشی داشته است. به عبارت دیگر الگوی مصرف صنعت و معدن در جهت کاهش

### ۳- نتایج

با توجه به پیاده نمودن فرآیند ارزیابی یکپارچه برای استان خراسان جنوبی می‌توان نتایج زیر را استخراج نمود که در روش‌های معمول ارزیابی این نتایج اغلب نادیده باقی می‌مانند. نتیجه اول مستقیماً از فاز مدل‌سازی و سایر نتایج از فاز مفهوم‌سازی و با توجه به روند نشانگرها و مدل مفهومی استخراج شده‌اند:

- کاهش سطح زیر کشت (زراعی و باغی) به اندازه سالانه ۶ درصد نسبت به سال پایه (۱۳۹۱) وضعیت منابع آب را به سمت تعادل می‌برد، اما باعث کاهش ارزش افزوده به اندازه ۰/۷ میلیون ریال در سال ۱۴۰۰ می‌شود. اما افزایش صنایع و معادن به اندازه سالانه ۶ درصد تأثیری بر وضعیت منابع آب ندارد، اما باعث افزایش ارزش افزوده به اندازه ۱ میلیون ریال در سال ۱۴۰۰ می‌شود. همچنین کاهش سطح زیر کشت به اندازه ۶ درصد و افزایش صنایع و معادن به اندازه ۴ درصد نسبت به سال پایه (۱۳۹۱) هم وضعیت منابع آب را به حالت تعادل می‌رساند و هم کاهش ارزش افزوده ناشی از کاهش سطح زیر کشت با افزایش صنایع و معادن جبران می‌شود. علاوه بر این با افزایش صنایع و معادن به اندازه ۶ درصد نسبت به سال پایه (۱۳۹۱) می‌توان کاهش سرانه ناشی از کاهش سطح زیر کشت را در ۲ سال از زمان سیاست‌گذاری یعنی سال ۱۳۹۴ جبران کرد و بعد از آن سرانه ارزش افزوده افزایش نیز خواهد یافت به این معنی که در سال ۱۴۰۰، ۰/۴ میلیون ریال سرانه ارزش افزوده بیشتر از وضع موجود خواهد بود. علیرغم اینکه ۶ درصد از سطح زیر کشت کاسته شده است و این افزایش سرانه ارزش افزوده به دلیل افزایش صنایع و معادن به اندازه ۶ درصد است.

اهمیت مفهوم‌سازی در فرآیند ارزیابی و ارائه روشی یکپارچه با استفاده از چارچوب‌ها برای مفهوم‌سازی مشخص گردید.

- با در نظر گرفتن سه بعد توسعه پایدار در روش پیشنهادی، بخش‌های مختلف در کنار یکدیگر در نظر گرفته می‌شوند. به عنوان مثال نه تنها به اثر کاهش آب در بخش کشاورزی پرداخته می‌شود بلکه علاوه بر آن به اثرات بخش کشاورزی بر سایر بخش‌ها نیز توجه می‌شود.

- روش پیشنهادی یک روش‌شناسی کلی است که قابلیت کاربرد عام و قابلیت نشان دادن بده‌بستان‌ها<sup>۱۴</sup> را در سه بخش اقتصاد، اجتماع و محیط زیست دارد. به عنوان مثال ایجاد اشتغال در بخش کشاورزی اثرات مثبتی برای بعد اجتماعی به دنبال دارد، اما با وضعیت موجود در بخش کشاورزی خراسان جنوبی، روی منابع آب تأثیر منفی می‌گذارد.

- برای مقابله با مشکل منابع آب اولین گام درک درست و آگاهی از وضعیت منابع آب در بین تمام گروه‌داران است که مشارکت گروه‌داران باعث می‌شود علاوه بر کسب اطلاعات جامع‌تر، سیاست‌ها از ضمانت اجرایی بیشتری برخوردار باشند به این دلیل که در جلسات گروه‌داران با توجه به شناخت حاصل شده برای گروه‌داران بر سر مسائل توافق می‌شود و این توافق ضمانت اجرا را بالا می‌برد. در روش پیشنهادی جایگاه و نحوه مشارکت گروه‌داران به صورت یک فرآیند مرحله به مرحله در فاز اول فرآیند ارزیابی یعنی شناسایی سامانه، همچنین اهمیت و لزوم آن در دستیابی به نتایج مطلوب تبیین گردید. شایان ذکر است فرآیند مشارکت گروه‌داران بالقوه می‌تواند تا مرحله آخر یعنی تصمیم‌گیری ادامه پیدا کند. به عبارت دیگر فاز مفهوم‌سازی و آنالیز نیز در ارزیابی یکپارچه می‌تواند با حضور گروه‌داران انجام شود.

- روش پیشنهادی به ما کمک کرد تا با استفاده از چارچوب‌ها، ارتباطاتی را پیدا کنیم که در روش‌های ارزیابی معمول، امکان شناسایی آنها وجود ندارد. مثلاً ارتباط کاهش سطح آب زیرزمینی و مهاجرت از روستا به شهر با در نظر گرفته شدن دو بعد اجتماعی و محیط زیست در کنار هم مشخص می‌شود. همچنین در تعریف و جایگاه چارچوب‌ها و مدل‌ها و تفاوت هر یک در کارکرد آنها برای ارزیابی، تدقیق صورت گرفت.

به طور کلی برای مدیریت منابع آب یک سامانه از آنجایی که بخش‌های مختلف هر سامانه یعنی محیط زیست، اقتصاد و اجتماع کاملاً با هم در ارتباط بوده و بر روی یکدیگر تأثیرگذار هستند، باید رویکردی یکپارچه در جهت توسعه و شکوفایی منطقه به صورت کلی

مصرف آب بوده است و افزایش برداشت آن ناشی از افزایش تعداد واحدهای صنعتی بوده است. همچنین بخش صنعت و معدن که از پتانسیل خوبی برای ایجاد ارزش افزوده و اشتغال برخوردار است مورد غفلت قرار گرفته است به طوری که درصد اشتغال صنعت کمتر از ۱۶ درصد در سال مرجع (۱۳۹۱) است (Statistical center of Iran, 2012). به علاوه بخش کشاورزی خراسان جنوبی با توجه به ماهیت محصولات آن (صادراتی بودن و ضرورت بسته‌بندی مناسب مطابق سلیقه متقاضی در سطح بین‌الملل) نیاز به صنایع بسته‌بندی دارد، این در حالی است که بخش اعظم محصولات به صورت فله از استان خارج می‌شوند. علاوه بر این خراسان جنوبی از لحاظ ذخایر معدنی رتبه چهاردهم را در کشور داراست و این در صورتی است که سهم ارزش افزوده بخش معدن استان از کشور برابر ۰/۰۴ درصد بود (Statistical center of Iran, 2012). با توجه به وجود معادن غنی در استان نتیجه می‌شود که در زمینه بهره‌برداری و فرآوری سنگ‌های معدنی، به مقدار کافی سرمایه‌گذاری انجام نشده است.

- همچنین وضعیت کاهش منابع آب به اندازه‌ای جدی و طولانی مدت است که حتی آثار اجتماعی آن نیز بروز کرده (آثار اجتماعی در زمان طولانی‌تری نسبت به سایر آثار بروز می‌کنند) و مهاجرت از شهر به روستا، بیکاری و فقر در منطقه خود را نشان داده است.

#### ۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله به مسأله شناخت جامع از سامانه‌های منابع آب پرداخته شد و به این منظور فرآیند ارزیابی یکپارچه تعریف گردید. نتیجه اصلی حاصل از این مقاله فرآیند طراحی شده برای ارزیابی یکپارچه سامانه‌های منابع آب است که معرفی و برای خراسان جنوبی پیاده شد. علاوه بر این در جریان تعریف فرآیند ارزیابی یکپارچه پیشنهادی و کاربرد آن در خراسان جنوبی نتایجی گرفته شد که در ادامه می‌آید.

- استفاده از چارچوب‌ها و مشخص شدن روابط علت و معلولی به تعریف سیاست‌های موثر و سیاست‌هایی که امکان مغفول ماندن آنها در یک نگاه بخشی زیاد است، کمک می‌کند. به عنوان مثال سیاست‌هایی در بخش آموزش که بر روی منابع آب مؤثر است مانند تأثیر سطح سواد روی کاهش منابع آب زیرزمینی که در مدل مفهومی در قسمت اجتماعی قابل مشاهده می‌باشد.

- چارچوب‌ها در شکل دادن روابط علت و معلولی ابزار مؤثری هستند و استفاده از دو چارچوب بر مبنای گذشته و به اعتبار آینده یکپارچگی سامانه در بعد زمان را فراهم می‌آورد. در روش پیشنهادی جایگاه و

Forrester J W (1971) Counterintuitive behavior of social systems. *Technology Review*, Jan. 1971, 73(3):52-68

Global Water Partnership (GWP) (2000) Integrated water resources management. Global Water Partnership-Technical Advisory Committee, Stockholm, Sweden

Giupponi C, Jakeman A J, Karssenberg D, and Hare M P (2006) Sustainable management of water resources an integrated approach. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA

Grafton R Q (2010) Adaptation to climate change in marine capture fisheries. *Marine Policy* 34:606-615

Hildén M (2011) The evolution of climate policies e the role of learning and evaluations. *Journal of Cleaner Production* 19:1798-1811

Holman I P, Rounsevell M D A, Cojaccaru G, Shackley S, McLachlan C, Audsley E, Berry P M, Fontaine C, Harrison P A, Henriques C, Mokrech M, Nicholls R J, Pearn K R, and Richards J A (2008) The concepts and development of a participatory regional integrated assessment tool. *Climatic Change* 90:5-30

IISD (International Institute for Sustainable Development) (1999) Beyond delusion: A science and policy dialogue on designing effective indicators for sustainable development. Workshop Report

Kristensen P (2004) The DPSIR framework. Paper presented at the workshop on a comprehensive / detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach. UNEP Headquarters, Nairobi, Kenya

Meadows D H, Meadows D L, Randers J, and Behrens W W (1972) *The limits to growth*. Universe Books. New York, USA

Mohamadi H (2014) Regional approach in analyzing the vulnerability of water resources system to water scarcity in Birjand Plain. M.sc. Thesis, Birjand University, Birjand, Iran (In Persian)

Omranian Khorasani H (2012) Integrated water resources management Strategy design for South Khorasan. M.Sc. Thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (In Persian)

Regional Water Company of South Khorasan (2012) Database (In Persian)

Samareh Hashemi M (2014) Integrated assessment of water resources system relying on systemic view. Ph.D. Thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (In Persian)

Samareh Hashemi M, Bagheri A (2018) The South Khorasan water resources integrated assessment at a

دنبال شود و فرآیند مدیریت تنها محدود به مسئله افت آبخوان و بررسی بیلان منابع و مصارف نباشد.

#### پی‌نوشت‌ها

- 1- Integrated Water Resources Management
- 2- Stakeholders
- 3- Ex-post
- 4- Ex-ante
- 5- Passive
- 6- Proactive
- 7- Water Evaluation and Planning System
- 8- Driver-Pressure-State-Impact-Response
- 9- World Water Assessment Programme
- 10- World Water Development Report
- 11- Goal Oriented Framework
- 12- Organization for Economic Co-operation and Development
- 13- Combined Ex post and Ex ante Framework
- 14- Trade-off

#### ۵- مراجع

Alkan Olsson J, Bockstaller C, Stapleton L M, Ewert F, Knapen R, Therond O, Geniaux G, Bellon S, Correira T, Turpin N and Bezlepkina I (2009) A goal oriented indicator framework to support integrated assessment of new policies for agri-environmental systems. *Environmental Science & Policy* 12:562-572

Alkan Olsson J, Garrod GD, Bockstaller C, Pinto M-T, Stapleton LM, Weinzappeln E (2007) An extended package of definitions of indicators and operational methodologies to assess them for being implemented in Prototype 2, D 2.1.2, SEAMLESS integrated project. EU 6th Framework Programme, Contract No. 010036-2

Davies E G R (2007) Modelling feedback in the society-biosphere-climate system. Ph.D. Thesis, The University of Western Ontario, Ontario, Canada

Dublin Statement (1992) The Dublin statement and report of the conference. International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century, 26-31 January 1992, Dublin, Ireland

EEA (European Environment Agency) (2003) Europe's environment: the third assessment. Environment Assessment Report No. 10. European Environment Agency, Copenhagen

Forrester J W (1961) *Industrial Dynamics*. MIT Press, Cambridge, MA



- UN (United Nations), ESCAP (1985) Proceeding of the regional on system analysis for water resources development. W.R.S. 61
- UNEP (2007) Global environment outlook GEO-4: Environment for development. United Nations Environment Programme, Nairobi ([www.unep.org/geo/geo4](http://www.unep.org/geo/geo4))
- Valkering P, Tabara JD, Wallman P, and Oermans A (2009) Modelling cultural and behavioural change in water management: An integrated, agent based, gaming approach. *The Integrated Assessment Journal Bridging Sciences & Policy* 9(1):19-46
- Vardon M, Lenzen M, Peevor S, and Creaser M (2007) Water accounting in Australia. *Ecological Economics* 61:650-659
- Vázquez JF, Mattei FEE (2003) A methodology for policy analysis in water resources management. EAERE FEEM VIU European Summer School 2003
- World Commission on Environment and Development (WCED) (1987) Our common future. The Brundtland Report, Oxford University Press, Oxford
- strategic level using Goal Oriented Framework (GOF). *Journal of Iran Water Resources Research* 14(3):15-30 (In Persian)
- Samareh Hashemi M, Bagheri A, Emilio Rizzoli A (2019) The role of ex-post and ex-ante integrated assessment frameworks in conceptualization of the modeling process in the context of integrated water resources management. *Water Resources* 46(2):296-307
- Simonovic SP and Rajasekaram V (2004) Integrated analyses of Canada's water resources: A system dynamic approach. *Canadian Water Resources Journal* 29(4):223-250
- Soncini-Sessa R, Weber A, Castelletti E (2007) Integrated and participatory water resources management- Theory. Elsevier Science
- South Khorsan Water Organization (2010) Database. (In Persian)
- South Khorasan Plan and Budget Organization (1996) Spatial planning report. (In Persian)
- Statistical Center of Iran (2012) Annual statistic report. (In Persian)